

NIEUWE ONDERWIJSDOELEN

plaats voor de oceaan

Binke D'Haese

Vlaams Instituut voor de Zee

De samenhang en complexiteit van systemen begrijpen en ernaar handelen is een belangrijke stap naar duurzaamheid. Alles wat we bedenken, maken en gebruiken om in onze behoeften te voorzien is onlosmakelijk verbonden met wiskunde, wetenschappen, cultuur, economie, design, ethiek en duurzaamheid. Bij dit alles vormt de oceaan een prima context.

1. Mee met de hervorming van het onderwijs

In 2019 startte de modernisering van het onderwijs. Meest opvallend is dat de nieuwe onderwijsdoelen in functie staan van zestien sleutelcompetenties en niet langer puur vakken of leergebieden dienen. Leerlingen moeten zestien sleutelcompetenties verwerven, willen ze kunnen functioneren in de maatschappij en zich persoonlijk ontplooien. Scholen krijgen de vrijheid om zelf te bepalen op welke manier ze deze onderwijsdoelen aan bepaalde vakken/leergebieden toekennen.

Ook nieuw is dat het ontwikkelen van kennis, vaardigheden en denkwijzen aan zinvolle contexten moet worden gekoppeld. De visietekst suggereert er zelf een aantal. Zo komen klimaatverandering, hernieuwbare energie, zorg en gezondheid, onderwijs, watervoorziening, mobiliteit, leefbare en duurzame steden, en oceaanvervuiling erg vaak terug binnen de sleutelcompetenties duurzaamheid en STE(A)M. Daarnaast bestaat zo'n 20% van de nieuwe eindtermen uit STE(A)M ('Science, Technology, Engineering, (Art), Mathematics'). Wiskunde-, wetenschaps- en technologieonderwijs is echter meer dan basisconcepten leren om de (natuurlijke) wereld rondom ons te kunnen beschrijven en verklaren. Ook het verwerven van vaardigheden, attitudes en ethiek komen aan bod. Deze zijn essentieel om gefundeerde beslissingen en keuzes te maken en dragen bij aan kritisch burgerschap.

De oceaan is zo'n zinvolle context¹. Ze vormt een kruispunt voor erg veel hedendaagse problemen en uitdagingen. Denk maar aan de nood aan duurzame energie, de groeiende vraag

naar voedsel, de gevolgen van klimaatwijziging, het aanpakken van vervuiling en het beschermen van de biodiversiteit. Onderwijs over de oceaan kan dan ook een grote rol spelen in het creëren van betrokkenheid en bewustwording bij jongeren, en in het bijbrengen van een positieve houding tegenover wetenschap.

2. The ocean we need for the future we want

De timing zit alvast goed, met de start van de UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development. De Verenigde Naties duiden hiermee het belang aan van oceaanwetenschap, om de 2030-agenda voor duurzame ontwikkeling te kunnen verwezenlijken. Zeventien SDG's (Sustainable Development Goals) benoemen de ambitieuze doelen, zoals 'Geen Armoede', 'Schoon water en sanitair' of 'Eerlijk werk en economische groei'. Doelstelling 14 is integraal gewijd aan 'Leven in het water'. Daarbij wil men afrekenen met belangrijke bedreigingen voor de gezondheid van ons marien milieu zoals de afvalsoep, overbevissing en het verlies van biodiversiteit. Terzelfdertijd wenst de VN de wetenschappelijke kennisbasis in kaart te brengen en te versterken en erkent men de economische voordelen die het duurzaam gebruik van de mariene rijkdommen met zich kan meebrengen. Maar niet alleen doelstelling 14 'Leven in het water' belangt de zeeën aan. Nagenoeg voor elke SDG is er wel een directe of indirecte link te vinden met de zeeën, kustgebieden en oceaan. Denk maar aan SDG 2 'Geen honger' (bv. duurzame visserij en aquacultuur), SDG 7 'Betaalbare en duurzame energie' (bv. offshore windzones) of

SDG 13 'Klimaatactie' (bv. het belang van de oceaan voor het globale klimaatstelsel). Het is de bedoeling om met nieuw onderzoek de SDG's verder te onderbouwen en oplossingen voor het marien beleid aan te reiken. Daarnaast wordt er ingezet op de ontwikkeling van innovatieve bedrijfsmodellen om te komen tot een duurzame maritieme 'Blauwe Economie'. Ook het informeren en betrekken van burgers bij de mariene wetenschappen met het oog op meer 'Oceangeletterdheid' staat hoog op de agenda.

Concreet: "The Ocean we need, for the Future we want". Een niet mis te verstane oproep, waar ook het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ) zijn borst voor nat maakt.



Figuur 1: The United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development © Ocean Decade

3. PlaneetZee

PlaneetZee wil een hulpmiddel zijn voor leerkrachten om de oceaan in hun lessen te integreren. Aan de hand van lesmodules willen we jongeren *oceangeletterd* maken: begrijpen hoe de oceaan ons beïnvloedt en hoe wij de oceaan beïnvloeden. De lesmodules zijn steeds op dezelfde manier opgebouwd: enerzijds een achtergronddocument voor de leerkracht en anderzijds werkbundels voor de leerlingen. Op die manier kunnen zij zelf actief de inzichten en theorie verwerven.



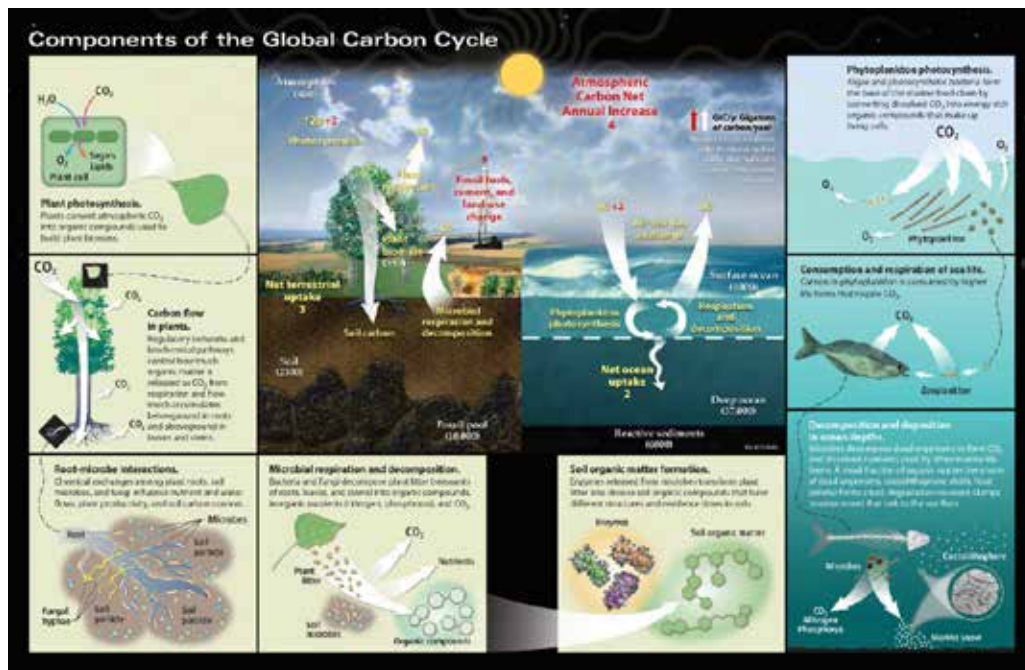
Figuur 2: PlaneetZee is de educatieve pijler van het Vlaams Instituut voor de Zee.

Recent is de monstermodule 'Klimaat en de oceaan' vervolledigd, die zes deelthema's behandelt. De lesmodules staan op zichzelf en kunnen à la carte worden gekozen, maar de samenhang van de thema's toont net erg mooi aan hoe alles met elkaar verweven is. De samenhang en complexiteit van systemen begrijpen en ernaar handelen is immers een belangrijke stap naar duurzaamheid.

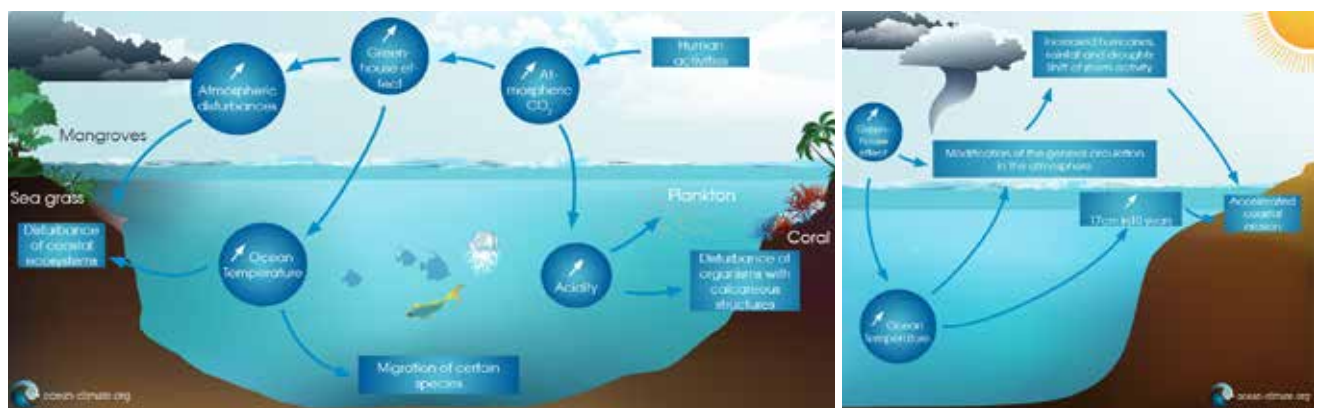
Doordat de oceaan ongeveer 70% van het aardoppervlak bedekt, heeft ze een nauw contact met de atmosfeer³. Die interactie en uitwisseling werd de laatste jaren alsmaar intensiever. In de afgelopen 200 jaar heeft de oceaan een derde van de door menselijke activiteiten geproduceerde CO₂ geabsorbeerd en 90% van de hierdoor ontstane extra warmte vastgehouden.

Een belangrijk element hierbij is koolstof (C). Alle levende wezens op aarde zijn opgevoerd uit koolstofketens. Koolstof vinden we niet alleen in de biosfeer (levende organismen), maar ook in de atmosfeer (lucht), hydrosfeer (water) en de lithosfeer (gesteenten). De manier waarop koolstof circuleert doorheen deze verschillende lagen noemen we de koolstofcyclus (figuur 3) of koolstofkringloop⁴. De koolstofcyclus kennen we in twee vormen: een trage en een snelle koolstofcyclus. De trage koolstofcyclus beschrijft hoe koolstof er miljoenen jaren over doet om door middel van chemische en tektonische activiteit zich te verplaatsen van reservoir naar reservoir. De snelle koolstofcyclus beschrijft dan weer hoe koolstof zich door de biosfeer verplaatst door middel van fotosynthese en respiratie. Het belang van deze koolstofcyclus voor onze planeet mag niet onderschat worden. De koolstofniveaus in atmosfeer, hydrosfeer, lithosfeer en biosfeer zijn dankzij de cyclus al miljoenen jaren in evenwicht. Nu verstoort de mens die balans. Door fossiele brandstoffen te verbranden pompen we massale hoeveelheden koolstof de atmosfeer in onder de vorm van het broeikasgas CO₂ en dit over een zeer korte tijdspanne.

Stilaan worden de effecten van veranderingen in de oceaan merkbaar, zoals verzuring en opwarming. Die veranderingen tonen verschillende effecten⁵, die via de modules op PlaneetZee kunnen gevolgd worden.



Figuur 3: Schematische weergave van de koolstofcyclus © U.S. Department of Energy Genomic Science program

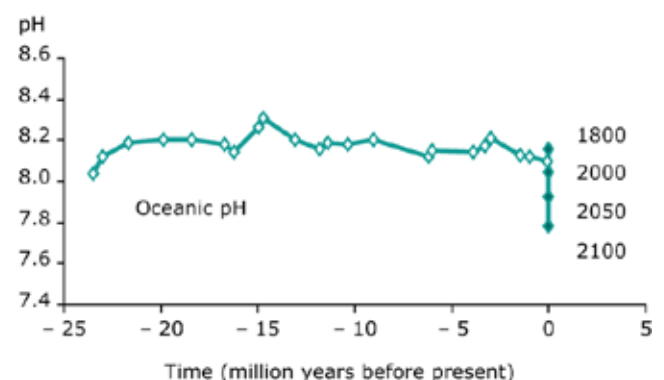


Figuur 4: Druk op de oceaan © Ocean Climate Platform

Oceanverzuring

Hoewel de oceaan helpt de klimaatverandering te beperken door grote hoeveelheden koolstofdioxide op te slaan, verandert de chemie van het zeewater door de toenemende hoeveelheid opgeloste koolstof en wordt het water zuurder. CO₂ uit de atmosfeer reageert met water tot H₂CO₃ (koolzuur) – een zwak zuur. Wereldwijd is de pH-waarde van de oceaan sinds de Industriële Revolutie met ongeveer 0,1 eenheden gedaald. Oceanverzuring vermindert het vermogen van mariene organismen, zoals koralen, plankton en schelpdieren, om hun schelpen en skeletstructuren op te bouwen. Deze effecten kunnen op hun beurt de biodiversiteit en de productiviteit van de oceaanecosystemen ingrijpend veranderen⁶.

Een verder opwarmend klimaat en dus dito water heeft grosso modo 4 gevolgen: *soortenverschuiving*, veranderen de *oceanstromingen*, dalend *zuurstofgehalte* in de oceaan en *zeespiegelstijging*.



Figuur 5: Zuurtegraad of pH van de oceaan over de voorbije >20 miljoen jaar, inclusief voorspellingen tot 2100 © EEA.

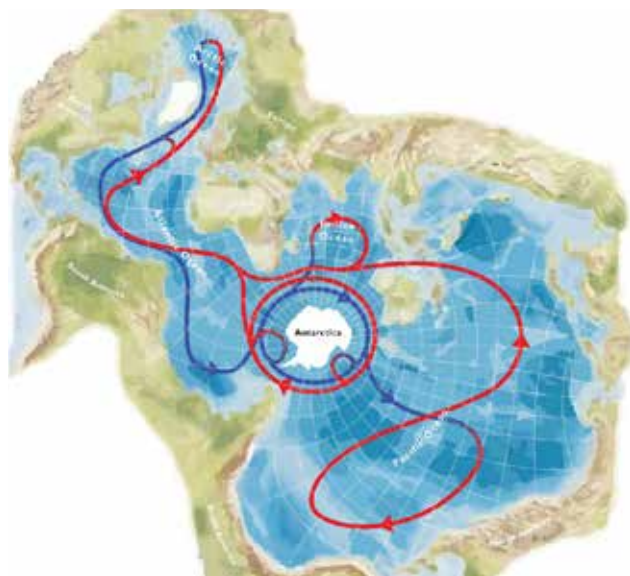
Soortenverschuiving

Mariene organismen zijn afhankelijk van specifieke watertemperaturen en de beschikbaarheid van voedingsstoffen. Naarmate de temperatuur van het oceanwater stijgt, zal de verspreiding van mariene soorten, inclusief commerciële

eel interessante soorten als voedsel, verschuiven. Die effecten zijn nu al merkbaar⁷. Een noordwaartse migratie van soorten treedt op omdat organismen wegtrekken van het opwarmende water, richting water met een koudere temperatuur. Zowel warmwater- als koudwatersoorten verplaatsen zich meer richting de polen. (Sub)tropische soorten komen steeds vaker voor in Europese wateren en subarctische soorten trekken zich nog meer noordwaarts terug. Mariene soorten migreren onder invloed van klimaatverandering gemiddeld viermaal sneller dan soorten op het land. Naar schatting zijn maar liefst 80% van alle mariene soorten in beweging. Niet alle soorten reageren op hetzelfde moment op veranderende watertemperaturen en beschikbaarheid van nutriënten, wat het voedselweb en predator-prooi relaties kan verstoren.

Veranderende oceaanstromingen

Dat immense bewegende watermassa's ons klimaat beïnvloeden is voor leerlingen niet altijd duidelijk. De watermassa's van de oceaan herverdelen warmte op onze planeet. De thermohaliene circulatie is gebaseerd op de temperatuur en het zoutgehalte van het water. Oppervlaktewater dat opwarmt aan de tropen, stroomt richting de polen en geeft geleidelijk aan warmte af aan de atmosfeer. Rond de polen koelt het oceaanwater af aan de koude lucht. Omdat koud water een grotere dichtheid heeft dan warm water, zinkt het oceaanwater hier naar kilometers diepte. In de tropen gebeurt het omgekeerde: het water warmt op, zet uit, wordt dus lichter en wil aan het oppervlak drijven. Zo ontstaat een circulatie, die ons aards klimaat leefbaar en stabiel houdt⁸.



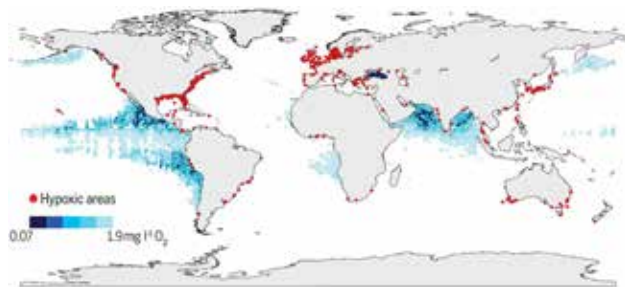
Figuur 6: Globale oceaancirculatie op een Spilhausprojectie, met centraal Antarctica en daarrond de verbonden oceaانبekken tot één globale oceaan. Rode stromingen stellen warm oppervlaktewater voor, blauwe stromingen wijzen op koud diepwater (© Michael Meredith).

Door de verdere opwarming van de atmosfeer koelt het water minder af, waardoor deze temperatuuraandrijving zwakker wordt. Zowel de stijgende temperatuur van het (oppervlakte)water als de instroom van zoet smeltwater aan de polen, zorgen voor een dichtheidsdaling. Veranderingen in oceaantemperaturen en -stromingen als gevolg van de klimaatverandering zullen leiden tot veranderingen in klimaatpatronen over de hele wereld⁹.

Daling in zuurstofgasconcentratie

De oceaan bestaat uit verschillende lagen, elk met hun eigen dichtheid, bepaald door zoutgehalte en temperatuur van het water (stratificatie). Koud en zuurstofrijk (oppervlakte)water zinkt en voorziet de diepere lagen van zuurstofgas. Wanneer een warmere atmosfeer het oceaanooppervlak verder opwarmt, is dit transport niet meer zo vanzelfsprekend. De alsmaar warmere bovenlaag heeft een lagere dichtheid dan het diepere, koude water en blijft beter drijven. Het verschil in dichtheid zorgt voor het ontstaan van twee erg moeilijk mengbare lagen: de uitwisseling van zuurstofgas tussen oppervlak en diepere wateren verloopt moeilijker.

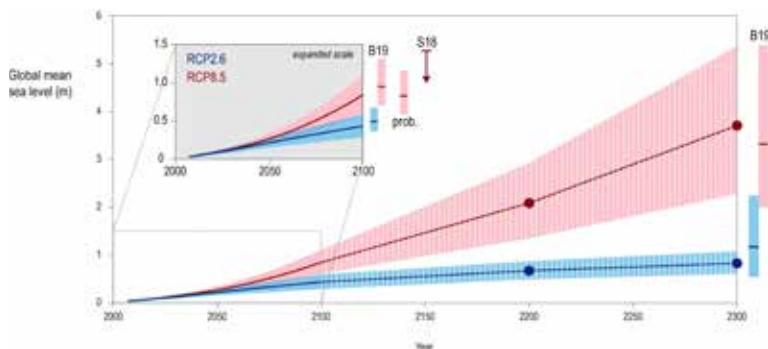
Daarnaast leert eenvoudige thermodynamica ons dat de oplosbaarheid van gassen daalt bij een stijgende temperatuur. Een warmere oceaan is dus minder in staat om zuurstofgas vast te houden¹⁰. De omvang van 'dead zones' in de oceaan (zones met erg weinig zuurstofgas) neemt de voorbije jaren jammer genoeg alleen maar toe¹¹.



Figuur 7: Dode of anoxische zones in de oceaan. © R. Diaz - UN Intergovernmental Oceanographic Commission GO2NE

Zeespiegelstijging

De opwarming van de atmosfeer leidt tot het smelten van gletsjers en ijs in het binnenland, waardoor de zeespiegel stijgt¹². Het IPCC voorspelt een stijging van het wereldgemiddelde zeeniveau met 0,40 [0,26-0,55] m voor 2081-2100 vergeleken met 1986-2005 voor een scenario met lage emissies, en met 0,63 [0,45-0,82] m voor een scenario met hoge emissies. De gevolgen zijn velerlei:¹³ kusterosie, zoutwaterintrusie, vernietiging van habitats, ... Door de zeespiegelstijging nemen ook de hoogste waterstanden toe die optreden bij stormvloed. Zeewering en kustbescherming zijn belangrijke uitdagingen voor de toekomst¹⁴.



Figuur 8: Zeespiegelstijging tot 2100, bij scenario RCP2.6 (zeer ambitieus klimaatbeleid) en RCP8.5 (weinig beleid). © IPCC

Nummer competentie	2de graad	3de graad
Personen, plaatsen, patronen en processen situeren op verschillende ruimtelijke schaalniveaus en tijdsschalen.		
9.1	De leerlingen situeren personen, plaatsen, patronen en processen op relevante ruimtelijke schaalniveaus.	De leerlingen situeren personen, plaatsen, patronen en processen op relevante ruimtelijke schaalniveaus en in de tijd.
Ruimtelijke patronen en processen aan het aardoppervlak verklaren als het resultaat van interacties tussen natuurlijke processen onderling, tussen menselijke processen onderling en tussen natuurlijke en menselijke processen.		
9.3	De leerlingen onderzoeken demografische processen op verschillende ruimtelijke schaalniveaus.	Nvt.
9.4	Nvt.	Nvt.
9.5	De leerlingen reflecteren over ruimtelijke gevolgen van demografische en economische processen op verschillende ruimtelijke schaalniveaus.	Nvt.
9.6	De leerlingen analyseren oorzaken en gevolgen van het versterkt broeikaseffect.	De leerlingen evalueren de inrichting van een gebied in functie van duurzame ontwikkeling.
9.7		De leerlingen lichten atmosferische processen toe.
9.8		De leerlingen analyseren kenmerken, oorzaken en gevolgen van geologische en geomorfologische processen.
9.9		De leerlingen analyseren klimaatveranderingen in verschillende geologische periodes.

Figuur 9: Overzicht competenties mbt. ruimtelijk bewustzijn. Te raadplegen via www.onderwijsdoelen.be

De competentie *De leerlingen gebruiken terreintechnieken en geografische hulpbronnen om systemen te onderzoeken* (9.7 in 2^{de} graad, 9.10 in 3^{de} graad) kan in alle verschillende contexten geoefend worden.

Meer weten?

Surf snel door naar www.paneetsee.be of mail naar binke.dhaese@vliz.be.

Bibliografie

- › Modernisering van het secundair onderwijs: <https://onderwijs.vlaanderen.be/nl/directies-en-administraties/onderwijsinhoud-en-leerlingenbegeleiding/secundair-onderwijs/modernisering-secundair-onderwijs>
Onderwijsdoelen Vlaanderen: <https://onderwijsdoelen.be/>
- › UN Decade of Ocean Science for Sustainable Development: www.oceandecade.org/
- › The ocean, an indicator of climate change: www.ocean-climate.org/wp-content/uploads/2016/10/161011_FactSheets_EN.pdf
- › EEA – European Environment Agency: www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/ocean-acidity-over-the-past
- › EPA – Climate Change Indicators: www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-sea-level

1 › 2^{de} en 3^{de} graad: competentie 9.1

2 › 3^{de} graad: competentie 9.6

3 › 3^{de} graad: competentie 9.7

4 › 2^{de} graad: competentie 9.6 / 3^{de} graad: competentie 9.8

5 › 2^{de} graad: competentie 9.3 / 3^{de} graad: competentie 9.9

6 › 2^{de} graad: competentie 9.5

7 › 2^{de} graad: competentie 9.6

8 › 3^{de} graad: competentie 9.7

9 › 2^{de} graad: competentie 9.6 / 3^{de} graad: competentie 9.9

10 › 2^{de} graad: competentie 9.6

11 › 2^{de} graad: competentie 9.5

12 › 2^{de} graad: competentie 9.6 / 3^{de} graad: competentie 9.8

13 › 2^{de} graad: competentie 9.6

14 › 3^{de} graad: competentie 9.9