

Wat iedere leerling over de oceaan zou moeten weten, Ocean literacy

Copejans Evy

Senior wetenschappelijk medewerker Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ)

INLEIDING

“With every drop of water you drink, every breath you take, you’re connected to the sea.

No matter where on Earth you live.” (Sylvia Earl)

Onze planeet is een schitterende blauwe parel in het oneindige heelal. Van de miljarden organismen die de Aarde bewonen, leven wij, de landdieren, op bijna een kwart van haar oppervlakte. De overige driekwart bestaat uit oceaan, de oceaan waar we sterk mee verbonden zijn, maar slechts weinig vertoeven. Het is niet te verwonderen dat onze kennis over deze moeilijk toegankelijke ruimte nog steeds beperkt is. Het systematische onderzoek van de oceaan is dan ook een recent gegeven. Om de oceaan te bestuderen, hebben we immers gesofisticeerde apparatuur en veel financiering nodig. Ook sippelen de resultaten verkregen uit het marien onderzoek amper door. Verschillende rapporten tonen aan dat het eerder slecht gesteld is met de algemene kennis over de oceaan (IPSO 2014). Het begint al in het onderwijs, waar de oceaan eerder als een bijzonderheid wordt behandeld in de lessen. Wereldwijd ijveren onderzoekers, onderwijzers, mensen uit het beleid en uit de maritieme industrie ervoor om de oceaan meer zichtbaar te maken in de curricula. Ze streven naar een samenleving waar mensen meer ‘ocean literate’ of oceaan-geletterd zijn.

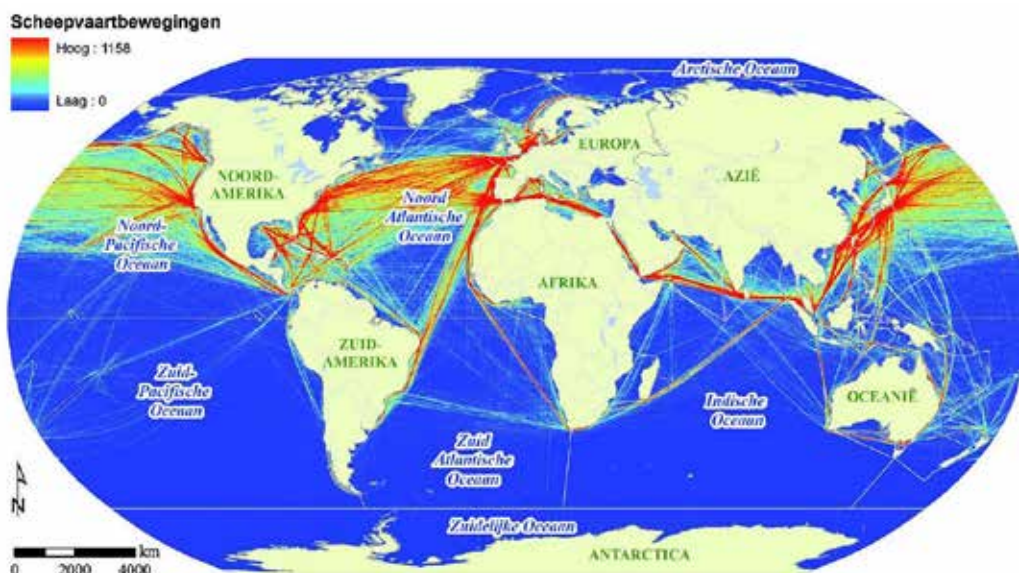
1 VERBONDEN MET DE OCEAAN

Als jongeren aan de zee denken, denken ze in de eerste plaats aan vakantie, zon en strand (Hoerberigs, 2005). Maar ze staan er niet bij stil dat er uit de zee ook heel wat stoffen komen die aan onze voeding en huishoudproducten worden toegevoegd of het hoofdbestanddeel vormen van medicijnen tegen brandend maagzuur of koortsblaasjes en andere virussen. 3/4 van de bioactieve stoffen voor kankerbehandelingen komt uit zee. Uit mariene algen halen we bindmiddelen als carrageen en agar agar voor ijsjes, bier, snoepjes, chocomelk of yoghurt. We voegen het multifunctionele silicium (de celwand van diatomeeën) toe aan tandpasta, autobanden, zwembadfilters en kattenbakvulling. Zout wordt niet alleen gebruikt in de keuken, veevoeder, cosmetica, de vaatwas en als strooizout, maar kent ook duizenden industriële toepassingen. Heel wat fruit dat we dagelijks eten zou onze contreien niet bereiken zonder ze te transporteren via koelschepen. Het internationaal transport van goederen zoals voeding, grondstoffen, huishoudapparaten, auto’s, machines ... gebeurt voor 90% over zee (figuur 1).

Er is nog meer. Eén van de belangrijkste functies van de oceaan is dat ze als transportband van warmte over de aar-

Figuur 1 Scheepvaartroutes van alle cargoschepen groter dan 10 000 gigaton in 2007.

De kleurschaal staat voor het aantal reizen op iedere route. (Bron: De Wetenschap van de Zee)



de fungeert. Boven de oceaan wordt ons weer gemaakt. De oceaan levert ons ook zuurstof, mariene algen produceren 50% van de zuurstof op aarde. Ze is voorzieder van grondstoffen zoals aardolie, gas en mineralen voor industriële ontwikkelingen, dient als mega-reservoir van koolstof, en is bovendien een bron voor ontspanning en inspiratie. Daarnaast hebben heel wat uitdagingen waar we als aarde voor staan zoals het zoeken naar nieuwe energiebronnen, het voldoen aan een groeiende vraag naar voedsel, drinkwater en grondstoffen (figuur 2), ... betrekking op de zee. In Europa werken vandaag zo'n 5,4 miljoen mensen in de mariene en maritieme sectoren (transport, visserij & aquacultuur, scheepsbouw en -herstel, kusttoerisme, biotechnologie, offshore energy industrie en ontginning), maar de Europese zeeën en oceaan hebben een veel groter potentieel. De oceanische ruimte wordt steeds meer ingenomen door allerhande constructies gaande van aquacultuurkooien, windmolens, meetstations en werkplatformen. De Blue Growth staat hoog in het vaandel bij de Europese Commissie. Aanzienlijke sommen Europees geld gaan naar het ontginnen van bioactieve stoffen uit zee, offshore energie en mijnbouw op de zeebodem naar waardevolle mineralen. Europa investeert ook veel in het meten en verminderen van de impact van menselijke activiteiten denk maar aan de vervuiling door meststoffen, olie, chemische pollutanten en plastics. Kortweg, van welke kant je het ook bekijkt, de oceaan maakt deel uit van ieders leven.

Figuur 2 De zeldzame mineralen in de oceaanbodem lokken een heuse oceaankoorts uit. Misschien vinden we binnenkort een stukje oceaan in onze gsm! (Bron: Nautilus)



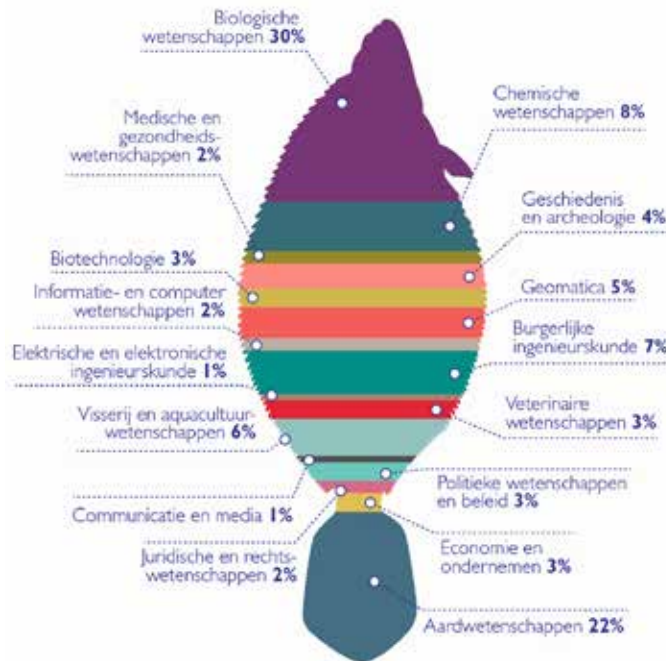
2 EXPLORATIE VAN DE OCEAAN

Wie vandaag een atlas openslaat, zal zien dat de kaarten nog steeds voor meer dan de helft bestaan uit een egaal blauw vlak. Toch is er wereldwijd al heel wat onderzoek verricht om dit blauwe vlak in te kleuren. De eerste echte mariene exploratiedrift begon met de ontwikkeling van de

telegrafie halfweg de 19^e eeuw. Er moest immers een tracé uitgestippeld worden om een transatlantische kabel te installeren tussen Amerika en het Euraziatische continent. Toevallige ontdekkingen die hieruit voortvloeiden, hebben rechtstreeks geleid tot de eerste oceanische expeditie. Gedurende drie jaar voer de HMS Challenger (1872-1876), het moederschip van de oceanografie, de wereldzeeën rond om systematisch duizenden sedimentstalen en waterstalen te nemen. De expeditie leidde tot de eerste kaart van diepzeesedimenten opgesteld door de Gentse geoloog Alphonse-François Renard (1842-1903). Hij schreef achteraf ook hét naslagwerk van de mariene geologie. Om een grootschalig zicht te krijgen op de morfologie van de zeebodem, was het wachten op akoestische methodes (d.m.v. geluidsgolven). Met de sonar verzamelden onderzoekers waardevolle dieptemetingen van de toen nog mysterieuze Mid-Atlantische Rug. De eerste transecten van de Noord-Atlantische oceaanbodem verschenen pas halfweg vorige eeuw op kaart. Inzichten uit het oceaanonderzoek ontketenden een ware revolutie in de wetenschappelijke wereld die tot de -toen nog sterk omstreden- evolutietheorie van de aardwetenschappen leidde, de platentektoniek. Elk bezoek aan de oceaan ontrafelde eeuwenoude mysteries. Pas in de jaren '70 dook een sluitend bewijs op voor de platentektoniek, te danken aan diepzeeboringen. Het Deep Sea Drilling Program, vandaag gekend als het Integrated Ocean Drilling Program (IODP), toonde aan dat de geschiedenis van de aarde in de aardkorst ergens onder kilometers oceaanwater ligt te wachten om bestudeerd te worden. Hun sedimentarchief is zo gedetailleerd dat we verder dan het Mioceen (zo'n 10 miljoen jaar terug in de tijd) kunnen zien, heel handig om het klimaat te reconstrueren... Vreemd genoeg kwam de echte grote doorbraak van de zeebodemexploratie er dankzij de wedloop naar de ruimte. Dankzij satellietaltimetrie kon ook het zeebodemreliëf wereldwijd in kaart worden gebracht. Met een sonar zou dit 200 scheepsjaren en miljarden euro's kosten. Vandaag sporen satellieten ook het zoutgehalte, de temperatuur, de bloei van marien algen, olie vervuiling tot het verdwijnen van vliegtuigen in zee op. Ondanks de ontegensprekelijke vooruitgang die in het oceaanonderzoek is geboekt, blijft het merendeel van de oceaan nog een ongerept gebied dat onderzoekers aantrekt en mensen fascineert.

In België is het zeeonderzoek degelijke uitgebouwd. Ons kleine stukje zee is zelfs één van de best bestudeerde zeegebieden ter wereld. Vooraleer het onderzoek van de kust en zee systematisch werd ingebed om de toestand van het milieu op te volgen in de 20^{ste} eeuw, kon ons land zich beroepen op het baanbrekend werk van maritieme pioniers zoals de cartograaf Gerardus Mercator (1512-1594), de wis- en natuurkundige Simon Stevin (1548-1620), de biologen vader en zoon Van Beneden (19^{de} eeuw) en de geoloog Alphonse Renard (1842-1903). Vandaag zijn er in België een 80-tal mariene onderzoeksgroepen (Lescauw-aet et al, 2013) te vinden, verspreid over universiteiten

Figuur 3 Een analyse van de studiegebieden van de Belgische mariene onderzoeksgroepen naar onderzoekdiscipline in 2010 (Bron: Compendium voor Kust en Zee 2013)



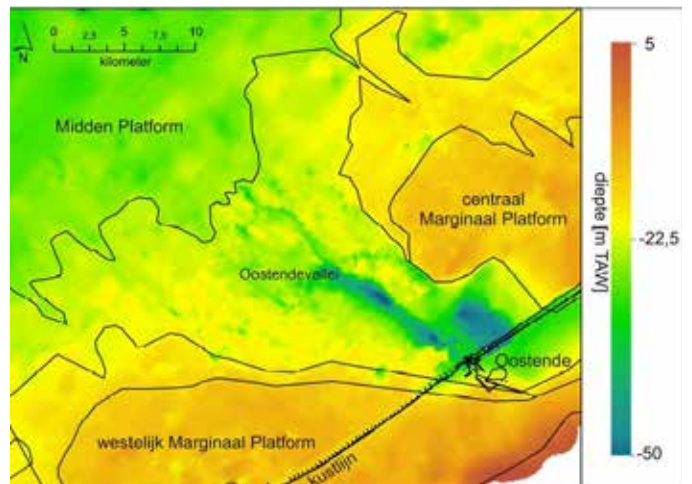
en wetenschappelijke instellingen. Hun expertise is zeer uiteenlopend gaande van visserijonderzoek, archeologie tot ruimtelijke ordening op zee (figuur 3). 22% van de marien-onderzoeksgroepen situeert zich in het domein van de aardwetenschappen en 5% in de geomatica. België zet twee onderzoekschepen, de RV Belgica en RV Simon Stevin, in om de wetenschappelijke wereld te bedienen. De productiviteit van de Belgische zeewetenschappers is hoog. Jaarlijks publiceren ze gemiddeld 372 mariene publicaties in zogenaamde *peer-reviewed* tijdschriften (gepubliceerd onderzoek, gevalideerd door collega-wetenschappers). Dit is aanzienlijk als je bedenkt dat de Belgische onderzoeksgroepen hiermee niet moeten onderdoen voor de grote nationale mariene instituten van buurlanden als Duitsland, Frankrijk en Engeland (Mees, 2013). Bovendien worden de publicaties van de Belgische mariene onderzoeksgroepen veelvuldig geciteerd. Dit toont aan dat het gevoerde onderzoek ook een zekere impact teweeg brengt.

3 OCEAN LITERACY BEWEGING

Ontstaan en verspreiding van de beweging

Maar hoe springlevend het marien onderzoek dan ook mag zijn binnen de wetenschappelijke gemeenschap, de bevindingen sijpelen niet altijd (juist) door. Het belang van de berichtgeving in de actualiteit mag niet onderschat worden. Wat men niet vermeldt in de media zal naar alle waarschijnlijkheid amper of niet onder de mensen besproken worden en minder of niet gekend zijn (Seys, 2005). Ver-

Figuur 4 Recente reconstructie van de verdronken 'Oostende vallei', die dateert van de Saale ijstijd (350.000-130.000 jaar geleden). Het oeroude rivierlandschap waar de Vlaamse Vallei deel van uitmaakte, werd opgevuld met rivier- en zeezand, en ligt verborgen onder het Noordzeewater. (Bron: SeArch 2014)



schillende programma's richten zich op het versterken van het maatschappelijk draagvlak voor een duurzame exploitatie van de grondstoffen uit de oceaan en een bescherming van haar rijkdommen. Om mensen tot nadenken aan te zetten en tot handelen te inspireren is er een basiskennis over de oceaan nodig. Uit de noodzaak om burgers via het onderwijs beter te informeren, is de 'ocean literacy' campagne ontstaan.

"Ocean literacy is an understanding of the ocean's influence on you—and your influence on the ocean."

An ocean-literate person:

- understands the Essential Principles and Fundamental Concepts (zie verder) about the ocean;
- can communicate about the ocean in a meaningful way; and
- is able to make informed and responsible decisions regarding the ocean and its resources.

De beweging ontstond in de VS waar een heuse groep het voortouw nam in de promotie van ocean literacy. Na verschillende conferenties en online bevestigingen, stelden in 2005 zo'n honderd leden van de grote Amerikaanse instellingen waaronder de National Geographic Society en de National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) een pamflet samen met wat iedereen zou moeten weten over de oceaan genaamd de 'Ocean Literacy Essential Principles and Fundamental Concepts'. Deze 7 hoofdprincipes en 44 achterliggende concepten vormden niet alleen een leidraad voor het versnipperde onderwijs in de VS, maar stond ook model om andere Literacy Principles op te stellen zoals: Earth Science Literacy Principles, Climate Literacy Principles, Atmospheric Literacy Principles ... Het pamflet diende als inspiratie voor vele tentoonstellingen en de aanmaak van heel wat nieuw lesmateriaal, tot ook het ontstaan van nieuwe studierichtingen die de

Figuur 5 Op de jaarlijkse EMSEA-conferentie komen onderzoekers en onderwijzers samen om informatie, best practices en ideeën rond ocean literacy uit te wisselen. (Bron: Fiona Crouch, MBA)



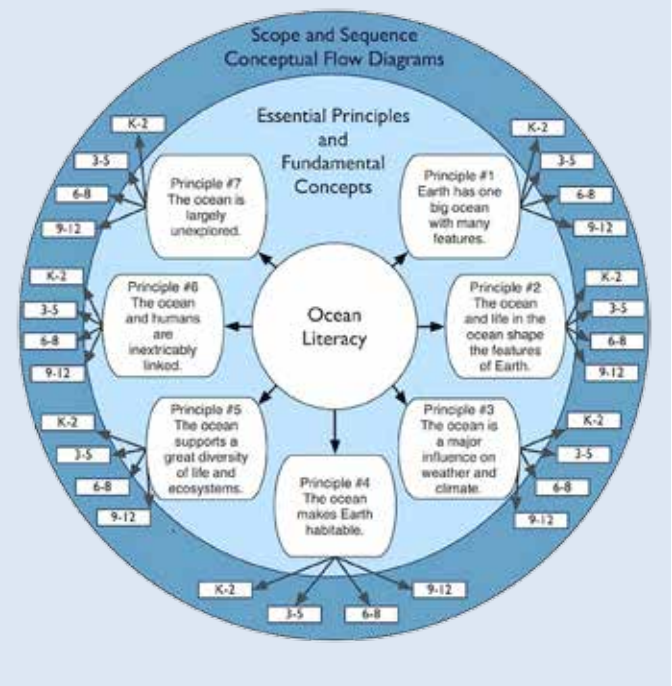
multidisciplinariteit van het zeeonderzoek als uitgangsbasis nemen om studenten wetenschappelijk denken bij te brengen (Lambert 2006).

Een belangrijk onderdeel van de campagne zijn de leerlijnen die per principe werden opgesteld, het *Ocean Literacy Framework*, gaande van K2 (kleuters) tot K12 (3^e graad secundair onderwijs). Deze wegwijzer helpt leerkrachten om gradueel de concepten op een coherente manier mee te geven. Toen er in 2013 een nationaal wetenschapscurriculum onder president Obama werd opgesteld, kon de groep al het nodige studiewerk voorleggen om de oceaan haar plaats te geven in het nieuwe curriculum.

De ocean literacy beweging inspireerde ook andere landen zoals Canada, Japan, China, Chili, Brazilië, Portugal en België. De Amerikaanse principes en concepten zijn universeel en aldus makkelijk te vertalen naar een andere geografische context. In Portugal werden door het wetenschapsbeleid de principes niet enkel vertaald maar werden ook leerlijnen opgesteld die bij het bestaande curriculum aansluiten. In 2012 werd op Europees grondgebied de *First Conference on Ocean Literacy* in Brugge georganiseerd, wat meteen het startpunt was van het oprichten van een netwerk ter promotie van ocean literacy in Europa onder de naam de European Marine Science Educators Association (figuur 5, <http://www.emsea.eu>). Ondertussen voegde ook de Europese Commissie ocean literacy toe aan haar onderzoeksprogramma Horizon 2020 en reikt 3,5 miljoen euro uit voor waardevolle projecten in dit focusgebied.

The Ocean Literacy Essential Principles and Fundamental Concepts

Figuur 6 *Framework Diagram Ocean Literacy*. Voor elk van de 7 fundamentele principes werd telkens een leerlijn met hierin de belangrijkste concepten uitgewerkt per leeftijdscategorie (K2, K3-5, K6-8, K9-12). (Bron: The Essential Principles of Ocean Sciences for Learners of All Ages, Version 2 (2013))



1 De Aarde heeft één grote oceaan met vele eigenschappen.

- A De oceaan is meest dominante fysieke kenmerk van onze planeet. Deze bedekt de Aarde voor ongeveer 70% van haar oppervlakte. Er is één oceaan met vele bassins, zoals de Noordelijke en Zuidelijke Atlantische Oceaan, de Noordelijke en Zuidelijke Stille Oceaan, de Indische Oceaan en de Arctische oceaan.
- B De grootte, vorm en eigenschappen (eilanden, troggen, mid-oceanische ruggen) van een oceaanbassin variëren door de beweging van de tektonische platen. De hoogste toppen, diepste valleien en meest uitgestrekte vlaktes bevinden zich allemaal in de oceaan.
- C De bassins zijn onderling verbonden door één groot circulatiesysteem dat wordt gedreven door wind, getijden, de kracht van de draaiing van de Aarde (coriolis effect), de zon en verschillen in de dichtheden van het water. De vorm van de bassins en aangrenzende landmassa's beïnvloeden de richting van de circulatie.
- D Het zeeniveau is de gemiddelde hoogte van de oceaan ten opzichte tot het land, rekening houdende met de verschillen veroorzaakt door het getij. Verandering in het zeeniveau neemt plaats wanneer de plaattektoniek een verandering in het volume van de oceaanbassins en de hoogte van het land veroorzaakt. Ook het toenemen en smelten van ijskappen heeft gevolgen voor het zeeniveau. Daarbij speelt het krimpen en uitzetten van de oceanen door temperatuursveranderingen een rol.
- E Het grootste deel van het water op Aarde (97%) bevindt zich in de oceaan. Zeewater heeft unieke eigenschappen: door de hoge zoutconcentratie is het vriespunt iets lager dan in zoet water, de dichtheid iets hoger, de geleidbaarheid veel hoger, en is het licht basisch. Het zout in het zeewater komt van geërodeerd land, vulkanische uitstoot, reacties die plaatsvinden op de zeebodem en atmosferische depositie.
- F De oceaan is een integraal onderdeel van de waterkringloop op Aarde en is gekoppeld aan alle waterreservoirs op Aarde via verdamping en neerslag.
- G De oceaan is verbonden met alle meren, stroomgebieden en waterwegen omdat elk van deze naar de oceaan toestromen. Beken en rivieren vervoeren voedingsstoffen, zouten, sedimenten en verontreinigende stoffen uit stroomgebieden via estuaria naar de oceaan.
- H Hoewel de oceaan groot is, is deze eindig en het gebruik beperkt.

2 De oceaan en het leven in de oceaan vormen de eigenschappen van de Aarde.

- A Tal van grondstoffen en geochemische cycli vinden hun oorsprong in de oceaan. Veel van het sedimentaire gesteente nu zichtbaar op het land zijn gevormd in de oceaan. Het leven in de oceaan heeft de grote volumes aan silicium en carbonaat gesteente vastgelegd.

- B Veranderingen in zeeniveau hebben de grootte van het continentaal plat of het deel van het continent dat onder water staat vergroot of verkleind, binnenlandse zeeën gecreëerd en rug onder water gezet, en het omringende land vorm gegeven.
- C Erosie in kustgebieden vindt plaats door de inwerking van wind, golven, stromingen en plaattektonische processen die sediment verplaatsen. Het merendeel van het zand op het strand komt van het land. Zand bestaat uit kleine stukjes dieren, planten, gesteenten en mineralen die of via rivieren naar de kust wordt gevoerd of vanuit zee afkomstig zijn. Zand wordt over de kust verdeeld door golven en kuststromen.
- D De oceaan is het grootste reservoir van koolstof op aarde. Koolstof wordt gebruikt in de schelpen en skeletdelen van organismen en om koraalriffen te bouwen
- E Tektonische activiteit, veranderingen in het zeeniveau, en de kracht van golven heeft invloed op de fysieke structuur en landschapsvormen van de kust.

3 De oceaan heeft een grote invloed op het weer en klimaat.

- A De interactie tussen de oceanische en atmosferische processen sturen het weer en klimaat op aarde en domineren de energie-, water- en koolstofcycli.
- B De oceaan regelt het globale weer en klimaat door een groot deel van de binnenkomende zonne-energie op Aarde te absorberen. De warmte-uitwisseling tussen de oceaan en de atmosfeer sturen de watercyclus en de circulatie in oceaan en atmosfeer.
- C De warmte-uitwisseling tussen de oceaan en atmosfeer kan zowel op globaal als regionaal vlak ernstige weerfenomenen tot gevolg hebben, van hevige regen tot extreme droogte. Belangrijke voorbeelden zijn El Niño Zuidelijke Oscillatie en La Niña, die grote veranderingen in de globale weerpatronen teweeg brengen omdat ze de temperatuur van het zeeoppervlak in de Stille Oceaan veranderen.
- D De condensatie van water in de lucht, verdampt van warme oceaanwater, levert energie voor orkanen en cyclonen. De meeste regen die op het land valt kwam oorspronkelijk van tropisch oceaanwater.
- E De oceaan domineert de Aarde haar koolstofcyclus. De helft van de primaire productie op Aarde vindt plaats in de zonovergoten lagen van de oceaan. Daarbij absorbeert de oceaan ongeveer de helft van alle koolstofdioxide en methaan toegevoegd aan de atmosfeer.
- F De oceaan had, en zal een belangrijke invloed op de klimaatverandering blijven hebben door het absorberen, opslaan en verplaatsen van warmte, koolstof en water. Veranderingen in de oceaan haar circulatie hebben gezorgd voor grote, abrupte veranderingen in het klimaat gedurende de laatste 50.000 jaar.

G Veranderingen in het oceaan-atmosfeersysteem kunnen voor klimaatsveranderingen zorgen die op hun beurt terug veranderingen in de oceaan en atmosfeer aanbrengen. Deze interacties hebben ernstige fysische, chemische, biologische, economische en sociale gevolgen.

4 De oceaan maakt het leven op Aarde mogelijk.

A Het overgrote deel van de zuurstof in de atmosfeer is afkomstig van de activiteit van fotosynthetiserende organismen in de oceaan. De accumulatie van zuurstof in de atmosfeer was noodzakelijk opdat het leven op aarde zich kon ontwikkelen.

B De oceaan is de wieg van het leven op aarde; het eerste bewijs van leven is gevonden in de oceaan. De miljoenen organismen op aarde vandaag stammen af van gemeenschappelijke voorouders die uit de oceaan zijn geëvolueerd.

C De oceaan zorgt voor water, zuurstof, voedingsstoffen en regelt het klimaat opdat het leven op Aarde kan bestaan.

5 De oceaan ondersteunt een grote diversiteit aan leven en ecosystemen.

A Leven in de oceaan varieert van de kleinste microben tot het grootste dier dat ooit op Aarde leefde, de blauwe vinvis.

B Het merendeel van het leven en de biomassa in de oceaan bestaat uit microben, die de basis vormen van alle oceaanvoedselwebben. Microben zijn de meest belangrijke primaire producenten in de oceaan. Zij zijn niet alleen de meest abundante levensvorm in de oceaan, ook vertonen ze extreem snelle groei en levenscycli, en produceren ze een grote hoeveelheid van koolstof en zuurstof op Aarde.

C Sommige grote groepen organismen worden uitsluitend gevonden in de oceaan. De diversiteit van deze grote groepen organismen is veel groter in de oceaan dan op het land.

D Oceaanbiologie biedt vele unieke voorbeelden van levenscycli, aanpassingen en belangrijke relaties tussen organismen (symbiose, predator-prooi dynamiek en energie overdracht) welke niet voorkomen op het land.

E De oceaan voorziet in een uitgestrekte leefruimte met een variatie aan habitats en unieke ecosystemen, van de oppervlakte door de waterkolom tot de zeebodem. Het overgrote deel van de leefruimte op Aarde bevindt zich in de oceaan.

F Ecosystemen in de oceaan worden bepaald door omgevingsfactoren en de gemeenschap van organismen die er leven. Ten gevolge van verschillen in abiotische factoren als zoutgehalte, temperatuur, zuurstof, pH, licht, voedingsstoffen, druk, substraat en circulatie, is

leven in de oceaan niet gelijkmatig verdeeld in tijd noch ruimte. Enkele regio's in de oceaan hebben een het meest diverse en abundante leven dan waar dan ook op Aarde, terwijl het grootste deel van de oceaan eerder weinig leven kent.

G Er bestaan ecosystemen in de diepe oceaan die onafhankelijk zijn van energie verkregen uit zonlicht en fotosynthetiserende organismen. Hydrothermale bronnen, onderzeese heetwaterbronnen, onderwater methaanbronnen, en walviskarkassen gaan uit van chemische energie en chemosynthetiserende organismen om het leven in deze ecosystemen mogelijk te maken.

H Getijden, golven en predatie veroorzaken verticale zoneringspatronen langs de kust; dichtheid, druk en licht veroorzaken verticale zoneringspatronen in de diepzee. Deze zoneringspatronen beïnvloeden de verdeling en de diversiteit van de organismen.

I Estuaria zijn belangrijke en productieve kinderkamers voor veel mariene en zoetwater soorten.

6 De oceaan en de mensheid zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden.

A De oceaan beïnvloedt het leven van iedere mens. Ze levert zoet water (de meeste regen komt van de oceaan) en bijna alle zuurstof op Aarde. Ze stuurt het klimaat en ons weer, en heeft invloed op de menselijke gezondheid.

B De oceaan zorgt voor voedsel, medicijnen, mineralen en energiebronnen. Daarbij, ze biedt werk, ondersteunt onze nationale economie, fungeert als snelweg voor transport van goederen en personen, en speelt een rol in de nationale veiligheid.

C De oceaan is een bron van inspiratie, recreatie, verjonging en ontdekking. Het is ook een belangrijk onderdeel in het erfgoed van vele culturen.

D Mensen hebben een invloed op verschillende manieren een invloed op de oceaan. Wetten, regelgeving en beheer van grondstoffen beïnvloeden wat wordt opgenomen uit en ingebracht in de oceaan. De menselijke ontwikkeling en activiteiten leiden tot vervuiling, veranderingen in de chemie (oceaanverzuring) en fysieke aanpassingen (veranderingen aan de stranden, oevers en rivieren). Bovendien hebben mensen de meeste van de grote gewervelde dieren van de oceaan weggevestigd.

E Veranderingen in de oceantemperatuur en pH, veroorzaakt door menselijke activiteiten, kunnen het voortbestaan van sommige soorten en de biologische diversiteit aantasten (koraalbleking door verhoogde watertemperatuur en een verslechterde groei van schelpen door oceaanverzuring).

F Het overgrote deel van de wereldbevolking woont in kustgebieden. Kustgebieden zijn gevoelig voor natuur-



rampen (tsunami's, orkanen, cyclonen, verandering van de zeespiegel en stormvloed(en)).

G Iedereen is verantwoordelijk voor de zorg van de oceaan. De oceaan ondersteunt het leven op Aarde en mensen moeten leven op een manier dat deze resulteert in de instandhouding van de oceaan. Individuele en collectieve acties zijn nodig om effectief de bronnen van de oceaan te beheren voor iedereen.

7 De oceaan is grotendeels niet onderzocht.

A De oceaan is de laatste en grootste onbekende plaats op Aarde, waarvan minder dan 5% is verkend. De volgende generaties ontdekkingsreizigers en onderzoekers hebben nog veel kansen om er te ontdekken, te vernieuwen en te onderzoeken.

B De oceaan begrijpen is meer dan een kwestie van nieuwsgierigheid. Exploratie, experiment en onderzoek zijn nodig om een beter begrip te krijgen van de oceaan haar systemen en processen. De overleving van de mensheid hangt ervan af.

C Gedurende de afgelopen 50 jaar is het gebruik van mariene hulpbronnen aanzienlijk toegenomen; of we deze duurzaam kunnen ontginnen hangt van ons begrip in hun potentieel en beperkingen.

D Nieuwe technologieën, sensoren en instrumenten breiden onze mogelijkheden uit om de oceaan te verkennen. Mariene wetenschappers vertrouwen meer en meer op satellieten, drifters, boeien, onderwater observatoria en onbemande duikboten.

E e. Het gebruik van wiskundige modellen is tegenwoordig een essentieel onderdeel van de mariene wetenschappen. Modellen helpen ons de complexiteit van de oceaan en de interacties te begrijpen met het

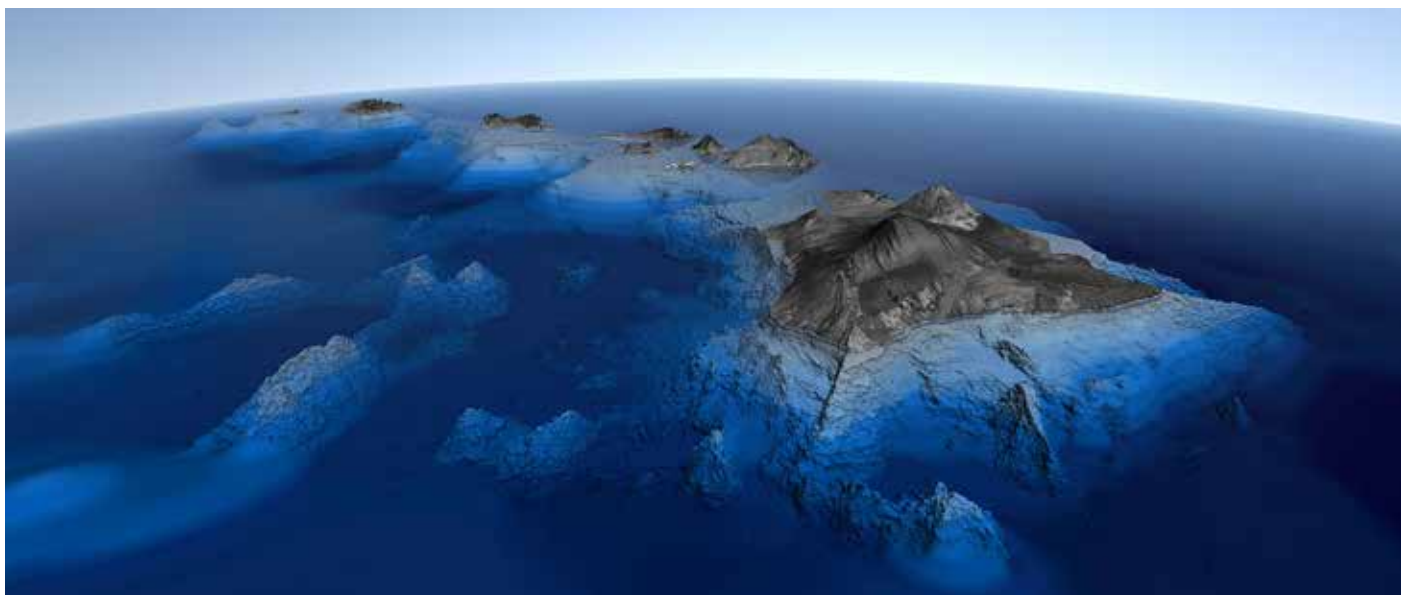
klimaat, atmosfeer, de kern van de Aarde en de landmassa's te begrijpen.

F. De verkenning van de oceaan is werkelijk interdisciplinair. Het vergt een nauwe samenwerking tussen biologen, chemici, klimatologen, computerprogrammeurs, ingenieurs, geologen, meteorologen, natuurkundigen, animatoren en tekenaars. En deze interacties laten nieuwe ideeën groeien en openen nieuwe perspectieven voor verder onderzoek.

4 EN HOE IS HET GESTELD MET DE KENNIS OVER DE ZEE IN HET ONDERWIJS?

In 2006 werd het Vlaams curriculum aardrijkskunde onder de loep genomen in het kader van een studeerthesis. De aanleiding van de thesis waren de magere resultaten van een bevraging bij een 500-tal jongeren over hun kennis van de zee, terwijl ze wel met de toestand van de zee zijn begaan (Hoeberichs, 2005). Uit de enquête besloot men dat de gemiddelde kennis over de zee wordt bepaald door de relatie die men met de kust heeft. Hoe dicht men bij de zee staat, hoe meer men erover weet en hoe minder fragmentarisch de kennis is. De onderzoeksvraag van de afstudeerthesis handelde daarom over wat jongeren leren over de zee op school. In de scriptie werden de rechtstreekse en onrechtstreekse verwijzingen naar de oceaan in de eindtermen en leerplannen (VVKSO en GO!) nagegaan. Het is niet te verwonderen dat binnen de minimumdoelstellingen weinig zeegerelateerde onderwerpen teruggevonden werden. Een opmerkelijke bevinding was dat in geen van de leerplannen de Noordzee bij naam wordt genoemd, dit terwijl er toch een groot aantal topografische namen zoals de Middellandse Zee in voorkomen. De leerplannen derde graad met component wetenschappen zijn voorzien van het grootste aantal doelstellingen met betrekking tot de zee. En binnen de leer-

Figuur 7 Als je rekest vanaf de voet van de berg is de **Mauna Kea** (10200m), een slapende vulkaan op het eiland Hawaï, de hoogste berg op aarde, waarvan bijna 6000m onder de zeespiegel ligt verborgen. (Bron: Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR))



plannen van het GO! komen uit dezelfde eindtermen meer zeegerelateerde onderwerpen aan bod. In de derde graad component wetenschappen bestaat wel een keuzehoofdstuk 'oceanografie'.

De scriptie concludeert met de vraag of de eindtermen en leerplannen aardrijkskunde nog in verhouding zijn met het belang van de oceaan. De oceaan is vooral een kanttekening in de lessen aardrijkskunde die makkelijk over het hoofd kan gezien worden of ten hoogste als een fait-divers blijft hangen (Copejans 2007 en Fletcher & Potts 2007). Een andere afstudeerthesis waar naar het curriculum biologie werd gekeken, had gelijkaardige resultaten (Eggermont, 2007). Leerinhoud over de zee is echter gemakkelijk aan de reeds bestaande doelstellingen te koppelen zonder het leerplan onnodig te verzwaren. Een andere mogelijkheid is om een thema Oceanografie op dezelfde wijze uit te werken als het thema Kosmogografie of Atmosfeer in de derde graad. Het zal niet zo lang meer duren voor we meer weten over de oceaan dan de maan. De oceaan biedt alvast een waaier aan boeiende lesmogelijkheden om een verse zeebries door de klas te laten waaien, om leerlingen vakoverschrijdend te laten werken (Lambert 2006) en hen warm te maken voor een wetenschappelijke of ingenieursrichting.

BESLUIT

Het loont de moeite onze band met de oceaan meer te kennen, te koesteren en verder te verkennen. De oceaan is verweven met ons bestaan. Ze maakt deel uit van het systeem Aarde en staat met alle onderdelen in verbinding. Een gezonde conditie van de oceaan is van cruciaal belang opdat volgende generaties een leefbare aarde zullen hebben. Iedereen dient hiervoor geïnformeerde beslissingen te kunnen maken. Vanuit dit opzicht is bij de volgende generaties een minimum aan 'ocean literacy' en betrokkenheid nodig. Het onderwijs kan jongeren gevoelig maken voor de complexe problemen en uitdagingen waarmee we als samenleving worden geconfronteerd, hen dus een toekomst- en maatschappijgerichte manier van denken aan te leren. In het bijzonder schikt het vak aardrijkskunde zich om leerlingen kennis bij te brengen over wat de oceaan voor de mens betekent en om onze impact op de oceaan te kennen en waar mogelijk te minimaliseren.

SELECTIE UIT DE BIBLIOGRAFIE

- Cava F., Schoedinger S., Strang C., Tuddenham P. (2005). Science content and standards for ocean literacy: A report on ocean literacy. Retrieved from http://coexploration.org/oceanliteracy/documents/OLit2004-05_Final_Report.pdf
- Copejans, E.; Crouch, F.; Fauville, G. (2012). The European Marine Science Educators Association (EMSEA): towards a more ocean literate Europe. *Current* 28(2): 43-46

- Copejans, E.; De Doncker, K. (2007). Mare incognitum. *De Aardrijkskunde* 31(1): 21-32
- Copejans, E.; Eggermont, M.; Seys, J. (2012). Do people have sufficient basic knowledge concerning oceans and seas?, in: Copejans, E. et al. (Ed.) (2012). First conference on ocean literacy in Europe: Book of abstracts. Bruges, Belgium, 12 October 2012. VLIZ Special Publication, 60: pp. 23
- Copejans, E.; Smits, M. (2011). De wetenschap van de zee: over een onbekende wereldoceaan. Acco: Leuven. ISBN 978-90-334-8412-4. 175 pp.
- Eggermont, M. (2007). Upgrading basic knowledge of oceans and seas through secondary education. MSc Thesis. Universiteit Gent; MARELAC: Gent. 103 + 1 cd-rom pp
- Fletcher S. and J. Potts. 2007. Ocean citizenship: an emergent geographical concept. *Coastal Management* 35(4):511-524.
- Hoeberigs, T.; Seys, J. (2005). Wat weten we over de zee? Een onderzoek naar de kennis en informatienoden bij jongeren en senioren, in: (2005). De Grote Rede 14. De Grote Rede: Nieuws over onze Kust en Zee, 14: pp. 2-5
- IPSO State of the Ocean Report 2013. Retrieved July 28, 2014 from <http://www.stateoftheocean.org/>
- Lambert, J. (2006). High school marine science and scientific literacy: The promise of an integrated science course. *International Journal of Science Education*, 28(6), 633-654.
- Lescrauwaet, A.-K.; Pirlet, H.; Verleye, T.; Mees, J.; Herman, R. (Ed.) (2013). Compendium voor Kust en Zee 2013: Een geïntegreerd kennisdocument over de socio-economische, ecologische en institutionele aspecten van de kust en zee in Vlaanderen en België. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ): Oostende. ISBN 978-90-820731-5-7. 342 pp.
- Mees, J.; Verleye, T.; Pirlet, H.; Lescrauwaet, A.-K.; Janssen, C.R.; Herman, R. (Ed.) (2013). Belgisch Marien Onderzoek – een overzicht. Flanders Marine Institute (VLIZ): Oostende. ISBN 978-90-820731-3-3. 127 pp.
- VLIZ Wetenschappen (2011). Alphonse Renard. Wetenschappen – Historische figuren van het zeewetenschappelijk onderzoek. VLIZ information Sheets, 132. Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ): Oostende. 13 pp. Online beschikbaar op <http://www.wetenschappen.be>

Een uitgebreide literatuurlijst is te vinden op <http://www.emsea.eu/marine-education/publications>

WEBSITES

- The Essential Principles of Ocean Sciences for Learners of All Ages, Version 2 (2013): oceanservice.noaa.gov/education/literacy/ocean_literacy.pdf
- Ocean Literacy officiële website: www.oceanliteracy.net
- Portuguese Ocean Literacy Principles 'Conhecer o Oceano' of 'Knowing the Ocean': www.cienciaviva.pt/oceano The European Marine Science Educators Association: www.emsea.eu
- Hét educatieve platform over de oceaan voor het secundair onderwijs: www.planeetzee.be

