

Een oceaan vol plastic

Kaarttoefening: badspeelgoed in beweging

Leerkrachtenversie

Plastic is een product dat niet weg te denken is uit ons leven. Het is een stof met zeer veel toepassingen waardoor men het ook vaak als wegwerpproduct gebruikt. Via volgende proeven willen we leerlingen laten kennismaken met de eigenschappen van plastic of met de milieuproblemen hieraan gelinkt. Als leerkracht kan je een bepaalde invalshoek kiezen (biologie, chemie, fysica, aardrijkskunde, wiskunde) om dit onderwerp te bespreken. De proeven staan dus los van elkaar. Deze opdracht kan je ook gebruiken om oceaanstromingen of het fenomeen El Niño toe te lichten. Voor oceaanstromingen verwijzen we tevens naar het pakket 'oceancirculatie'.

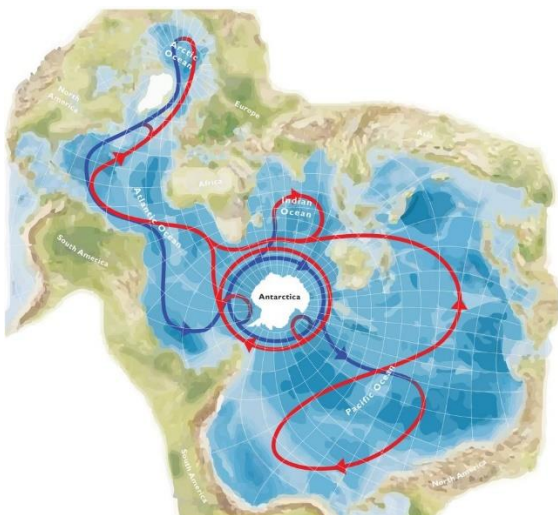
OPDRACHT: Aardrijkskunde: Kaarttoefening: badspeelgoed in beweging

Achtergrondinformatie

Drijvend plastic in zee concentreert zich in de eerste plaats langs de kust, aan riviermondingen, op stranden en in havens. Maar (plastic) afval verspreidt zich ook ver op de oceaan onder invloed van stromingen.

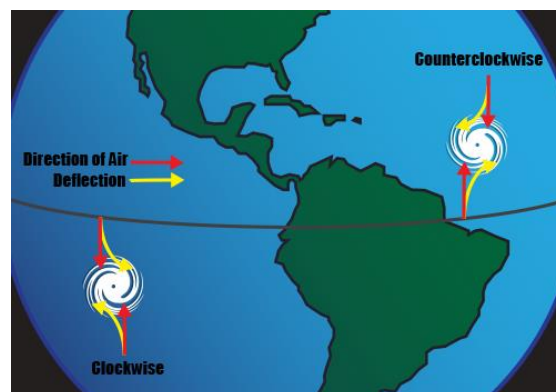
In de oceaan treden er zowel oppervlaktestromingen als diepwaterstromingen op. Het geheel van wereldwijde oceaanstromingen noemen we de thermohaliene circulatie. Deze term is afkomstig van het Grieks, waarbij 'thermo' staat voor temperatuur en 'halien' voor zoutgehalte. Verschillen in temperatuur en zoutgehalte (of saliniteit) zijn dan ook de belangrijkste drijfveren voor het ontstaan van oceaanstromingen. Beide beïnvloeden op hun beurt de dichtheid of densiteit van water, een maat voor hoeveel massa een bepaald volume heeft. Densiteitsverschillen van watermassa's vormen aldus de drijfveer van de thermohaliene circulatie.

De motor achter dit gebeuren is de zon, die met name in de tropen het oceaanooppervlak opwarmt en een oppervlaktestroming op gang trekt. Dat warme water is minder dicht dan kouder water, waardoor het aan het oppervlak blijft. Het warme water beweegt poolwaarts en geeft geleidelijk aan zijn warmte af. Het water wordt kouder en dichter tot het uiteindelijk op hoge breedtegraden bevriest. Dat ijs is zoet omdat het zout niet mee bevriest. Gevolg: het koude zeewater dat overblijft krijgt een nog hoger zoutgehalte en aldus hogere densiteit. Dit zwaardere, dichtere water zinkt naar de diepte en vormt een omkerende diepwaterstroom. Wanneer dichter water zinkt, dient een vergelijkbare hoeveelheid water de plaats in te nemen. Dit aangetrokken warmer oppervlaktewater houdt de 'transportband' in beweging. In het Engels spreekt men dan ook van de 'global conveyor belt', een wereldwijde transportband (figuur 1).

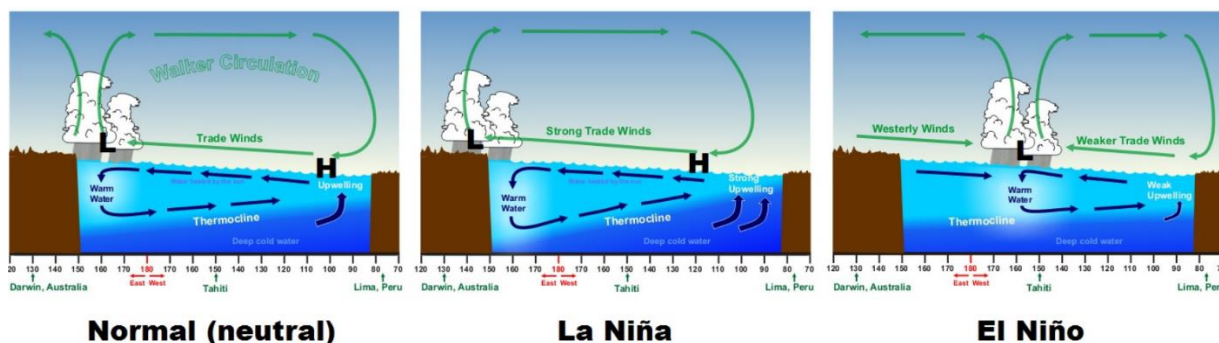


Figuur 1: Globale oceaancirculatie op een Spilhausprojectie, met centraal Antarctica en daarrond de verbonden oceaانبekkens tot één globale oceaan. Rode stromingen stellen warm oppervlaktewater voor, blauwe stromingen wijzen op koud diepwater (©Michael Meredith).

El Niño is een oceaancirculatiepatroon dat de normale circulatie in de Pacifische of Stille Oceaan elke twee tot zeven jaar verstoort. Onder ‘normale’ omstandigheden ontstaat er een hogedrukgebied in de subtropische regio boven de Pacifische Oceaan. Wind waait steeds van een hogedrukgebied naar een lagedrukgebied waardoor je een bestendige wind krijgt van de subtropische regio naar de tropische regio. In de zuidelijke hemisfeer waaien deze passaatwinden noordwaarts, in de noordelijke hemisfeer zuidwaarts. Omdat de aarde ronddraait, worden deze passaatwinden door het Coriolis-effect in westelijke richting afgebogen (figuur 2). Ze stuwden warm oppervlaktewater weg van de kusten van Zuid-Amerika waardoor kouder en dieper water opwelt (‘opwelling’). Omdat dit diepe water rijker is aan voedingsstoffen, stimuleert het een rijk voedselweb en visserij. Deze ‘normale’ omstandigheden zijn echter aan natuurlijke schommelingen onderhevig. De passaatwinden fluctueren immers in sterkte. Tijdens een El Niño veranderen deze atmosferische en oceanische circulatiepatronen. De passaatwind zwakt af waardoor ze niet kan verhinderen dat een deel van het in het westen opgestuwde warme water rond Australië, terug naar het oosten vloeit. Het water voor de Zuid-Amerikaanse kust warmt dus op met maar liefst één tot vijf graden. Er is dan bijgevolg minder opwelling van koud dieptewater, een verminderde aanvoer van voedingsstoffen en minder plankton voor de visbestanden (figuur 3).



Figuur 2: Coriolis-effect (©NOAA)



Figuur 3: Situatie in de Zuidelijke Stille Oceaan tussen Australië en Peru (©Meteo Ahoy)

Achtergrondinformatie: Case study: Friendly floatees

In 1992 vertrok het containerschip 'Ever Laurel' vanuit Hongkong richting Tacoma, Washington. Het schip kwam op 10 januari in de Pacifische Oceaan in een zware storm terecht en verloor twaalf 40 voet containers (12m lang). Een van deze containers bevatte 28.800 badspeelgoedjes. Later zouden we ze leren kennen als de 'Friendly Floatees' (figuur 4). Naast de typisch gele eendjes, zaten er ook rode bevers, groene kikkers en blauwe schildpadden bij de overboord geslagen lading. De container ging open, het badspeelgoed kwam vrij en begon aan een tocht in de oceaan. Het bleef goed drijven omdat het geen gaatje bevat en dus ook geen water opnam. De Ever Laurel kwam op 16 januari aan op zijn bestemming. De Friendly Floatees waren dan nog maar goed en wel aan hun reis begonnen!



Figuur 4: Friendly Floatees

Het badspeelgoed werd wereldberoemd door het werk van de oceanograaf Curtis Ebbesmeyer. Hij gebruikte het drijvend speelgoed als studieobject om inzicht te krijgen in oceaanstromingen. Daarom riep hij kustbewoners en strandjutters op om melding te doen wanneer ze een aangespoeld badspeelgoedje vonden. Een gigantisch 'citizen science' project was geboren.

Tien maanden na het verlies van de container, spoelden de eerste Floatees aan op de kust van Alaska, zo'n 3200 km van waar ze overboord gingen. Ebbesmeyer en zijn team ontwikkelden modellen om het verdere aanspoelen van de Friendly Floatees te voorspellen. Ze slaagden daar wonderwel in en sindsdien is onze kennis van oceaanstromingen met rasse schreden vooruitgegaan.

In deze opdracht reconstrueer je de reis van de eendjes. Je leest waar de container in de oceaan is beland en waar (en wanneer) er badspeelgoedjes zijn aangespoeld. De cruciale vraag is: hoe zijn ze daar precies geraakt? We geven alvast mee dat dit niet simpelweg via de kortste weg was.

Je duidt de afgelegde weg van de eendjes aan op een afgedrukte wereldkaart.

Tijdsduur: één lesuur

Niveau: derde graad middelbaar

Materiaal:

- Computer of gsm om een filmpje af te spelen
- Afgedrukte wereldkaart (op A3-formaat indien mogelijk) (*zie bijlage*)
- Afgedrukte stromingskaarten (10 stuks) (*zie bijlage*)
Pijltjes duiden de stromingen aan (richting en snelheid). Hoe langer de pijl, hoe sterker de stroming.
- Eventueel een atlas

Procedure:

Om de reis van de Friendly Floatees te reconstrueren, maak je gebruik van onderstaande informatie:

- (1) De container kwam in het water terecht ten zuiden van de Aleoeten (Aleutian Islands in het Engels), een eilandengroep in het noorden van de Pacifische Oceaan.
- (2) De afgelegde weg van de Floatees:
 - Er waren drie hoofdtrajecten: één in noordelijke richting en twee via het evenaarsgebied (met verschillende bestemming afhankelijk van het al dan niet optreden van een El Niño).
 - De Floatees verplaatsten zich van de Pacifische Oceaan naar de Atlantische Oceaan.
 - Ze kwamen ook op het zuidelijk halfrond terecht.
 - Ze spoelden niet aan op de kusten van Panama en Costa Rica.
 - Heel wat Floatees raakten ingevroren in het pakijns in de Arctische Oceaan (tussen 1996 en 2003).
- (3) Hier spoelden ze aan:
 - De eerste Floatees spoelden aan in de Golf van Alaska. Langs de oostkust van de Golf spoelden de jaren erna nog meer Floatees aan. Zo'n 400 exemplaren in totaal en dit tot in augustus 1993.
 - Tussen 1993 en 1996 spoelden exemplaren aan langs de kusten van Japan, Indonesië, Australië, Nieuw-Zeeland en Zuid-Amerika.
 - Pas vanaf 2003 doken opnieuw Floatees op. Ditmaal in Canada en vervolgens in New England (het uiterste noordoosten van de VS), IJsland en het Verenigd Koninkrijk.
 - Waarschijnlijk bevinden zich intussen heel wat Friendly Floatees in de Noord-Pacifische 'gyre', een van de vijf grote circulaire oceaanstromingen waar zich grote hoeveelheden (plastic) afval bevinden.
- (4) De temperatuur aan de evenaar is hoger dan de temperatuur aan de polen. Ook het zoutgehalte

oefent een invloed uit op de dichtheid van het water. Warm oppervlaktewater stroomt weg van de evenaar.

- (5) Maak ook gebruik van volgende bronnen om de reis van de Floatees te achterhalen:
- NASA: The Thermohaline Circulation (The Great Ocean Conveyor Belt): www.youtube.com/watch?v=jOVvXDI0KbY&t=59s.
 - El Niño and la Niña explained. www.youtube.com/watch?v=wVlfyhs64IY.
 - Visualisatie van oceaanstromingen: https://earth.nullschool.net/#current/ocean/surface/currents/overlay=sea_surface_temp/orthographic=-168.74,13.71,678/loc=-60.000,-48.183.
 - Bijgevoegde stromingskaarten in bijlage (Kaart 1-10).

De leerlingen zouden onderstaand patroon moeten aanduiden op hun afgedrukte wereldkaart (Figuur 5).



Figuur 5: Reisroute van de Friendly Floatees (©Jennifer Verduin)

Verricht onderzoekwerk om deze reflectievragen te beantwoorden: (deze vragen kunnen als differentiatie dienen)

- Waarom spoelden er geen Friendly Floatees aan langs de kusten van Panama en Costa Rica? *Passaatwinden stuwen warm oppervlaktewater weg van voor de kust van Midden- en Zuid-Amerika. Dit verklaart waarom de Friendly Floatees daar niet aangetroffen werden. 1991-1992 was echter een sterk El Niño jaar, gekenmerkt door sterk afgezwakte passaatwinden. Dan kan warmer water van rond Indonesië en Australië terugvloeien naar het oosten. Op die manier konden Friendly Floatees wel naar Zuid-Amerika drijven.*
- Waarom heeft het zo lang geduurd vooraleer de eendjes de Atlantische Oceaan bereikten? *De eendjes konden omwille van bovenstaande reden de Atlantische Oceaan niet bereiken via het Panamakanaal. Ze dreven via de Beringzee naar de Arctische Oceaan waar ze vast kwamen te zitten in het pakij. Dat pakij dreef dan traag maar zeker richting de Atlantische Oceaan.*

- De kaart waarop jullie de afgelegde weg van de Friendly Floatees moesten aanduiden, is een Equal Earth-projectie. Vergelijk deze met een Mercatorprojectie. Wat zijn de belangrijkste verschillen tussen beide?

De Equal Earth-projectie is een pseudocylindrische projectie met rechte parallellen en gebogen meridianen. De afgeronde buitenvorm van het Equal Earth-projectieraster geeft de indruk dat de planeet een afgerond object is. Het grote voordeel van deze projectie zijn de correcte relatieve afmetingen. De oppervlakte van een regio is evenredig met de oppervlakte van de projectie. Er zijn minder vervormingen van landmassa's die verder van de evenaar verwijderd zijn. Landmassa's in de tropen zijn minder langgerekt en poolgebieden zijn minder afgeplat en samengedrukt.

Dit is meteen ook de grootste kritiek op de Mercatorprojectie, die sterkere vervormingen van landmassa's kent, voornamelijk aan de polen. Groenland bv. wordt veel groter geprojecteerd dan het in werkelijkheid is. Een bijkomend voordeel van de Equal Earth-projectie is dat bij een bepaalde breedtegraad de afstand tussen de lengtegraden gelijk is.