

# Warm en Koud, Zout en Zoet, en Oceaanstromingen

Liliane Bouma, Goois Lyceum, Bussum

Maria Antonia Jiminez Ruiz, Alkmaar

Ed van den Berg, VU en HvA



Hier komt een foto van een aquarium met blauw ijs aan een kant dat al aan het smelten is

[Onderschrift links boven]

[Links boven] Figuur 1 Rood gekleurd warm water en blauw gekleurd koud water.

[Midden boven] Figuur 2 Warm boven en koud onder mengen niet.

[Rechts boven] Figuur 3 Koud boven en warm onder mengen wel.

[Links onder] Figuur 4 Zout water onder en kraanwater boven mengen niet.

[Midden onder] Figuur 5 Kraanwater onder en zout water boven mengen wel.

[Rechts onder] Figuur 6 Aquarium met blauw gekleurd ijs.

## **Gebruik**

Onderbouw of bovenbouw voortgezet onderwijs

## **Begrippen**

Warm, koud, temperatuur, dichtheid, zoutgehalte, convector, stroming, warme golfstroom, Atlantische transportband.

## **Tijd**

15 minuten als alles goed klaar staat

## **Inleiding**

De warme golfstroom stroomt als een brede (100 – 200 km wijde) rivier van warm water over de Atlantische Oceaan van het Caraïbisch gebied naar Europa en zorgt ervoor dat Noord-Europa bewoonbaar is. In het verre Noorden van de Atlantische Oceaan bij de poolzee wordt het water zo koud aan het oppervlak dat het een grotere dichtheid heeft dan onderliggend iets warmer water, het zinkt en wordt op enkele kilometers diepte teruggevoerd naar de tropen. Deze Atlantische transportband wordt in stand gehouden door verschillen in temperatuur en zoutgehalte, wind, en de rotatie van de aarde (Corioliskracht). Een serie van demonstraties laat achtereenvolgens zien dat warm water boven blijft, koud water onder, zoet water boven, zout water onder, en dat een temperatuurverschil in water of een verschil in zoutconcentratie een stroming kan veroorzaken. In het aquarium zien we de start van zo'n transportband systeem dat veel energie kan transporteren vanwege de grote soortelijke warmte van water.

## **Nodig**

- 4 glazen of jampotten
- 2 kartonnetjes of indexkaarten die geplastificeerd zijn
- Aquarium of terrarium (bv dierenwinkel Euro 10.-)
- Warm en koud water
- Rode en blauwe kleurstof
- Ijsblokjes gekleurd met blauwe kleurstof

## **Voorbereiding**

Zorg voor gekleurd koud en warm water, van elk twee glazen. Oefen de demonstratie goed van te voren, dit is een demo die enige oefening vereist om de juiste temperaturen te hebben en de juiste delicate wijze van glazen op elkaar passen en schenken.

## **Uitvoering**

1. Docent: *In de oceanen zijn koude en warme zeestromen. De warme golfstroom vanuit het Caraïbisch gebied brengt zoveel warmte naar Europa dat Noord-Europa bewoonbaar is terwijl overeenkomstige delen van Oost-Canada nauwelijks bewoond worden. Vandaag gaan we bestuderen hoe een dergelijke stroming kan ontstaan.*
2. Neem het glas warm water, dek het af met een indexkaart, keer het om en zet het langzaam en voorzichtig op het glas met koud water (figuren 1 & 2).

3. Docent tekent de situatie op bord en vraagt een voorspelling: *Als ik de kaart wegtrek, wat zal er met het water gebeuren en waarom?* Voorspellingen zullen variëren van gaat mengen of niet tot glas zal omvallen.
4. Docent trekt index kaart weg. Het water mengt niet (figuur 2).
5. Neem nu het resterende glas koud water, dek het af met een indexkaart, keer het om en zet het bovenop het glas warme water.
6. Docent tekent de situatie en vraagt voorspelling: Wat zal er gebeuren?
7. Docent trekt indexkaart weg. Het water verkleurt (figuur 3).
8. Wat is er gebeurd?
9. Discussie over waarom het koude water naar beneden gaat en het warme water naar boven.
10. Eventueel precies gelijke volumes van warm en koud water in maatcilinders doen en wegen op een digitale weegschaal met 0,1 g nauwkeurigheid. Is er verschil?
11. Conclusie: *temperatuurverschillen kunnen dus stroming veroorzaken.*
12. Dat gebeurt ook in de oceanen.
13. Nu twee glazen nemen met water van gelijke temperatuur, maar aan een glas is zout toegevoegd. Ook weer verschillende kleurtjes gebruiken. Uitvoering analoog aan die met heet en koud water. Als het zout water onder is, dan blijft het daar, geen menging (figuur 4). Als het zout water boven is, dan mengen de kleuren doordat het zoute water zinkt (figuur 5).
14. Aquarium introduceren. *Wat zal er gaan gebeuren als ik gekleurde ijsblokjes aan één kant in het water leg? Teken de stroming die in het water zou kunnen ontstaan.*
15. *Wat als ik aan de andere kant een beetje warm (rood) water er op giet? Teken de stroming.*
16. Nu uitvoeren, zorg voor een duidelijke achtergrond. We zien een convectie cel (figuur 6).

### **Natuurkundige achtergrond**

Net als alle andere stoffen zet water uit wanneer het verwarmd wordt, behalve tussen 0 en 4 graden (water anomalie). Koud water heeft dus een grotere dichtheid dan warm water en zal dus naar beneden zakken terwijl warm water juist naar boven gaat.

Dit mechanisme speelt een rol in de oceaanstromingen. Er zijn ook andere factoren die daar belangrijk bij zijn zoals wind, de rotatie van de aarde (Corioliskracht), en verschillen in zoutconcentraties<sup>1,2</sup>. Ponce de Leon, een opvolger van Columbus, had de warme golfstroom al in de gaten. Als hoofd van de Amerikaanse post raakte Benjamin Franklin geïnteresseerd in de tijdsverschillen tussen postschepen die verschillende routes volgden<sup>3</sup> en via interviews met kapiteins bracht hij de golfstroom in kaart. Vanwege de grote soortelijke warmte van water en de enorme hoeveelheid, is het effect van de warme golfstroom op het klimaat in West-Europa zeer groot.

### **Tips**

### **Verder onderzoek**

**Literatuur en sites**

1. Ackerman, S.A., Knox, J.A. (2007). Meteorology, Understanding the Atmosphere (2<sup>nd</sup> edition), Thomson Brooks/Cole.
2. Ahrends, D. (2007). Meteorology Today, an Introduction to Weather, Climate, and the Environment. Thomson Brooks/Cole.
3. Winchester, S. (2010). Atlantic A Vast Ocean of a Million Stories. Harper.

**Veiligheid en milieu****Getest**

Uitgebreid getest en uitgeprobeerd door Liliane en Antonia en gedemonstreerd aan medestudenten in lerarenopleiding.

**Opmerkingen over foto's en tekeningen**