



Ruimteschip Aarde

André Kuipers

Powered by
ESA
NEMO
NSO
SPACE EXPO
WNF

THEMA 3 WEER & KLIMAAT

Deze lessen gaan over:

- Weer en klimaat
- Meten met weerinstrumenten
- Klimaat in het ISS
- Klimaatzones op aarde
- Convectorie en golfstromen

Wat voor weer zou het morgen zijn? Met behulp van weerinstrumenten op aarde en satellieten in de ruimte weten we dat vaak vrij aardig te voorspellen. Er zijn veel factoren van invloed op weer en klimaatzones, waaronder de golfstromen. Welke rol speelt zwaartekracht daarbij?

Colofon

Ruimteschip Aarde is een project van de Nederlandse ruimtevaartorganisatie NSO, Science Center NEMO en Space Expo in samenwerking met de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en het Wereld Natuur Fonds.

Het lesmateriaal bij Ruimteschip Aarde is ontwikkeld door Science Center NEMO in opdracht van het NSO.

Auteurs en redactie: Wim Sonneveld (TU Delft, Gereformeerde Scholengemeenschap Randstad), Arjan de Graaf (Bonhoeffercollege Castricum), Jorn van Doorn (Wired Science Communications), Meie van Laar (Science Center NEMO), Wendy van den Putte (Science Center NEMO)

Ontwerp en Grafische vormgeving: Bloemvis, Groningen

Illustraties: Josje van Koppen, Rotterdam

Beeldredactie: Bloemvis, Groningen

Augustus 2011

Copyright © Science Center NEMO/NSO

Lessen van Ruimteschip Aarde mogen gekopieerd, verspreid en doorgegeven worden onder de volgende strikte voorwaarden:

Naamsvermelding: De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden (maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met uw werk of uw gebruik van het werk).

Niet-commercieel: De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Geen Afgeleide werken: De gebruiker mag het werk niet bewerken. Uitzondering hierop is het (ten dele) overnemen of bewerken van Ruimteschip Aarde-content voor niet-commercieel educatief gebruik. Bijvoorbeeld door docenten voor eigen lesmateriaal, of door leerlingen voor eigen werkstukken. Bij hergebruik of verspreiding dient de gebruiker de licentievoorwaarden van dit werk kenbaar te maken aan derden. De gebruiker mag afstand doen van een of meerdere van deze voorwaarden met voorafgaande toestemming van de rechthebbende.

Niets in deze licentie strekt ertoe afbreuk te doen aan de morele rechten van de auteur, of deze te beperken.

Bovenstaande staat ook bekend onder de Creative Commons licentie: Naamsvermelding-Niet-commercieel-Geen

Afgeleide werken. Meer informatie over deze licentie staat op creativecommons.nl/licenties/uitleg



INHOUD

THEMA 3 WEER & KLIMAAT

Les 1	Een echte meteoroloog	5
	Werkblad Thermometer	9
	Werkblad Windvaan	11
	Werkblad Anemometer	13
	Werkblad Regenmeter	15
	Werkblad Barometer	17
	Werkblad Denk verder!	19
Les 2	Klimaten en het weer op aarde	21
	Werkblad Klimaatposter	25
Les 3	Invloed op het weer: oceaanstromen	29
	Werkblad Zoet, zout, warm en koud	33



LES 1 Een echte meteoroloog

THEMA 3 WEER & KLIMAAT

Weer en klimaat hebben veel met elkaar gemeen, maar zijn toch niet hetzelfde. Zo is weer de toestand van de atmosfeer op een bepaald moment, terwijl klimaat een gemiddelde is van de verschillende meteorologische metingen over 30 jaar. In deze les leren de leerlingen eerst het verschil tussen weer en klimaat. Daarna kruipen ze in de huid van meteorologen en verrichten ze zelf weermetingen. Door ook binnen te meten leggen ze de relatie tussen het microklimaat in de klas.

Tijdsduur	70 - 95 minuten
Kerdoelen	4, 6, 28, 29, 30, 31, 33
Lesdoelen	Leren verschillen tussen weer en klimaat. Een discussie kunnen voeren met onderbouwde argumenten. Zelf metingen kunnen verrichten en instrumenten goed aflezen.
Werkvormen	Klassikaal weerbericht en videoclip bekijken Een discussie voeren met behulp van een woordweb In groepen weermetingen doen.
Benodigheden	Digibord of computer met beamer en internet om weerbericht en clip te bekijken Weerbericht NOS Achtuurjournaal (zie www.uitzendinggemist.nl) Clip <i>De cycloon</i> (www.school.nl/beeldbank) Thermometer Windvaan Kompas Blanco papier Anemometer Stopwatch Regenmeter Barometer

TIP

Niet alle weerinstrumenten op school aanwezig?
Maak zelf een weerstation! Ook leuk om de leerlingen zelf te laten doen. Kijk op www.ruimteschipaarde.nl voor tips en links

Vorbereiding	Definities voor weer en klimaat paraat hebben. Weerbericht van de vorige dag opgezocht hebben op www.uitzendinggemist.nl . Regenmeter een paar dagen voor de les buiten zetten. Materiaal voor weermetingen klaarzetten. Werkbladen kopiëren.
Organisatie les	Als het thema weer en klimaat al is behandeld in de klas, dan kan in plaats van de onderdelen <i>Woordweb</i> en <i>Eigen definities</i> in het kort klassikaal besproken worden (5 min) wat de leerlingen nog van het onderwerp weten.

TIP

Houd met de leerlingen een weerlogboek bij.



Inleiding Weerbericht [10 minuten]

De leerlingen kijken het weerbericht van het Achtuurjournaal van de voorgaande dag. Zoek hiervoor op www.uitzendinggemist.nl (zoek op *NOS Journaal 20:00*) de uitzending. Het weerbericht is te vinden aan het einde van de uitzending.

Vraag de leerlingen waarom ze denken dat we het weer nu al 5 of meer dagen van tevoren kunnen voorspellen, terwijl we dit vroeger maar 1 dag of een paar uur van tevoren konden. Dit kunnen meteorologen dankzij de satellieten die in een baan om de aarde zweven.

Belang van weersvoorspelling [10 minuten]

Vraag de leerlingen waarom zij denken dat het belangrijk is dat we zo lang van tevoren het weer kunnen voorspellen? Bijvoorbeeld bij het voorspellen van orkanen, droogte of zware regenval. Bekijk met de leerlingen de videoclip *De cycloon* (www.schooltv.nl/beeldbank).

Woordweb [15 minuten]

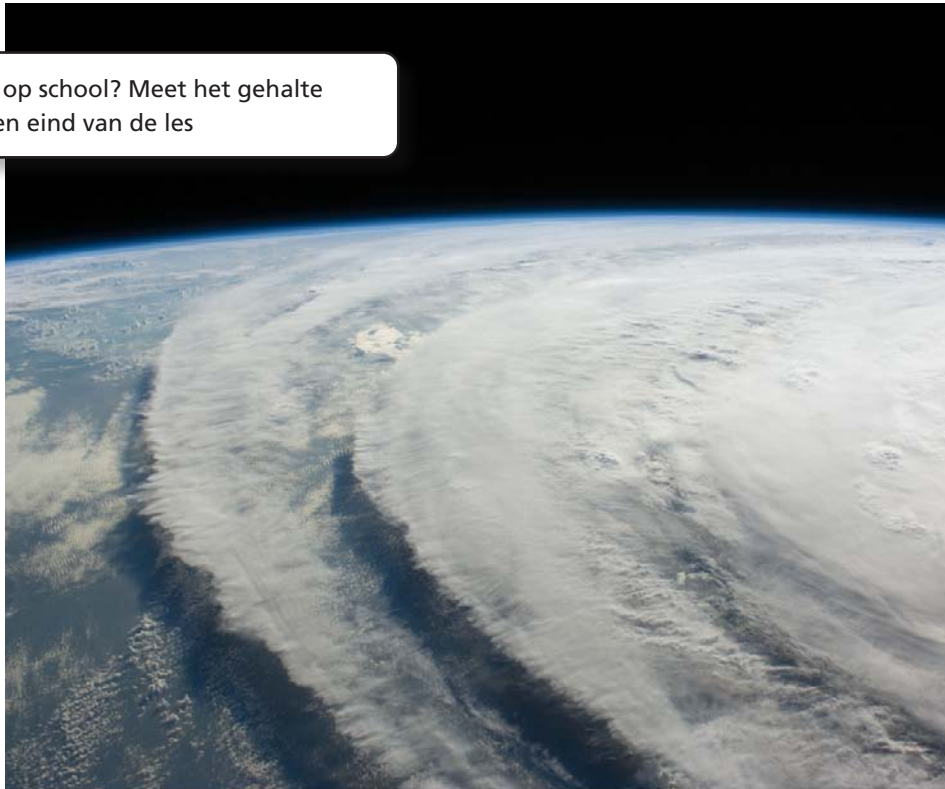
Waarom denken de leerlingen als ze de woorden 'weer' en 'klimaat' horen. Maak klassikaal twee woordwebben, één voor het klimaat en één voor het weer. Lijken deze op elkaar of zijn er toch veel verschillen?

Eigen definities [15 minuten]

Maar wat is nu precies weer en wat is klimaat? De leerlingen bedenken zelf definities voor weer en klimaat. Leerlingen gaan eerst individueel nadenken en vervolgens delen ze hun gedachten met twee medeleerlingen. De definities die hier uitkomen worden klassikaal besproken. Geef uiteindelijk de definities van weer en klimaat aan de leerlingen.



Een CO₂-meter op school? Meet het gehalte eens aan begin en eind van de les



ISS weer of klimaat [5 minuten]

In de ruimte in een baan om de aarde zweeft het internationale ruimtestation ISS. Daar bevinden zich sinds het jaar 2000 mensen. Vanuit het ISS kunnen zij de aarde goed zien. Het is daarom een mooie plek om het weer en klimaat te bestuderen. Maar als de omstandigheden (zie tabel) op het ISS op die van buiten het ISS zouden lijken, zouden mensen er niet kunnen leven. Daarom worden de omstandigheden, zoals temperatuur, luchtdruk en luchtvochtigheid op het ISS met behulp van geavanceerde apparatuur door de mens constant gehouden. Voer met de hele klas een discussie: zouden de leerlingen de omstandigheden op het ISS weer of klimaat noemen?

OMSTANDIGHEDEN OP HET ISS	BINNEN	BUITEN
Temperatuur	23.8 °C	In de zon: 121 °C In de schaduw: -157 °C
Neerslag	Geen (luchtvochtigheid 22%: vergelijkbaar met woestijnklimaat)	geen
Wind	geen	geen
Luchtdruk	± 1 atm (zelfde als op aarde)	0 atm: vacuüm (er is geen lucht in de ruimte)

Zelf weermetingen doen [30 minuten]

Nu kruipen de leerlingen in de huid van echte meteorologen. Ze gaan hun eigen weermetingen verrichten. Daarbij gebruiken ze het werkblad voor één van de weerinstrumenten. Verdeel de leerlingen hiervoor in minimaal vijf groepjes en wijs ze elk een eigen weerinstrument toe. (Er zijn vijf verschillende meetinstrumenten, bij het aanwijzen van meer groepen is het raadzaam hier een veelvoud van aan te houden. Er zijn dan meer meetinstrumenten nodig).

Geef de leerlingen het bij hun instrument behorende werkblad en het werkblad *Denk verder!*. Laat de leerlingen met dit instrument zowel binnen als buiten een meting doen, om het verschil tussen binnen (microklimaat) en buiten duidelijk te maken (windstilte in de klas is bijvoorbeeld ook een interessante meting).

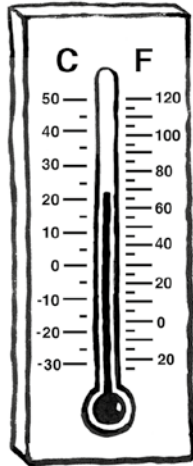
Reflectie [10 minuten]

Bespreek de uitkomsten van de metingen klassikaal. Laat de leerlingen het volgende aan de rest van de klas uitleggen: met welk instrument hebben ze gemeten? Hoe hebben ze de instrumenten afgelezen? Wat was de uitkomst? Hoe kan met hun instrument het weer voorspeld worden?

Bespreek ten slotte hun antwoorden op de vragen van het werkblad *Denk verder!*.

KLAS

NAAM



De temperatuur wordt gemeten met een thermometer. Die is meestal gemaakt van glas met daarin gekleurde alcohol. Als de lucht warmer wordt, stijgt de vloeistof en als de lucht kouder wordt daalt hij. De temperatuur verandert constant. Het meten van de luchttemperatuur is daarom een belangrijk deel van weermetingen.

Wat heb je nodig?

- Thermometer

Aan de slag!

Je gaat de temperatuur binnen en buiten meten.

Houd bij het meten van de temperatuur rekening met het volgende:

- Wacht twee minuten voor je de thermometer afleest. Zo kan de thermometer precies de temperatuur aannemen van de ruimte waar je de meting doet.
- Doe de meting in de schaduw (ook binnen).
- Neem de meting niet te dicht bij het schoolgebouw, want het schoolgebouw straalt warmte uit.

Binnen moet je oppassen dat je de meting niet te dicht in de buurt van een openstaand raam of de verwarming doet.

- Houd de thermometer op ooghoogte als je hem afleest.
- Laat geen regen of sneeuw op de thermometer vallen.

Leg je meting vast

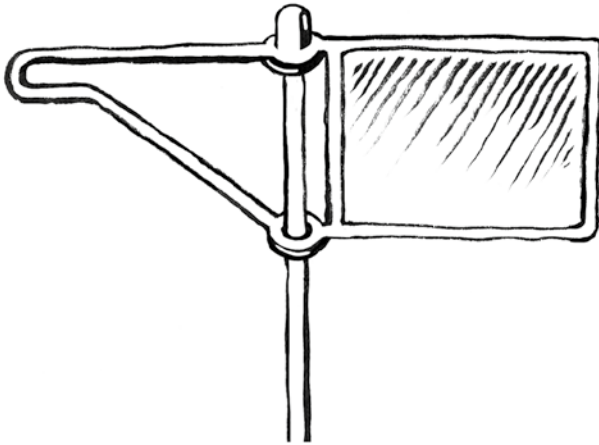
DE TEMPERATUUR in de klas is: _____

DE TEMPERATUUR buiten is: _____

Beantwoord nu de vragen op het werkblad *Denk verder!*

KLAS

NAAM



Wind brengt ons het weer. Het is daarom belangrijk om te weten uit welke richting de wind komt. Met een windvaan kun je de windrichting bepalen. Het was één van de eerste weerinstrumenten die zijn uitgevonden. Om de windrichting aan te geven draait een windvaan en wijst in de richting waar de wind vandaan komt. Dus als hij naar het oosten wijst, komt de wind uit het oosten en waait er een oostenwind. Een windvaan bestaat uit twee delen: één die er uitziet als een pijl en naar de richting van de wind draait en één die breder is en de wind vangt. Om te weten waar de wind vandaan komt, moet je natuurlijk wel weten waar het noorden, oosten, zuiden en westen zijn.

Wat heb je nodig?

- Windvaan
- Blanco papier
- Kompas

Aan de slag!

Je gaat de windrichting binnen en buiten bepalen.

Ga bij het meten met de windvaan als volgt te werk:

- Zet de windvaan op een vlak oppervlak op het blanco papier.
- Gebruik het kompas om te achterhalen waar het noorden, oosten, zuiden en westen liggen.
- Geef deze aan op het blanco papier onder de windvaan.
- Let op de windvaan. In welke richting wijst hij?

Als de windvaan niet beweegt nadat je hem hebt neergezet betekent dit waarschijnlijk dat het windstil is. Dit kun je bewijzen met de metingen die worden gedaan met de anemometer.

Leg je meting vast

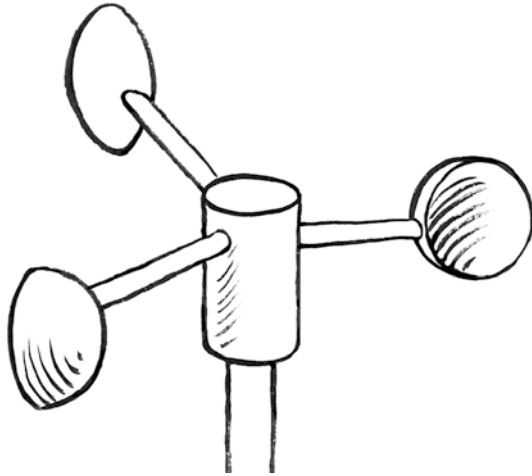
DE WINDRICHTING in de klas is: _____

DE WINDRICHTING buiten is: _____

Beantwoord nu de vragen op het werkblad *Denk verder!*

KLAS

NAAM



Wind is de horizontale verplaatsing van lucht. Het instrument om windsnelheid te meten heet een anemometer. De anemometer draait met dezelfde snelheid als de windsnelheid. Zo geeft hij precies aan hoe hard het waait. Windsnelheid wordt gemeten op de schaal van Beaufort. Dit is een schaal van 0 tot 12 die is gebaseerd op wat je ziet bij verschillende windsnelheden. Je vindt op de achterzijde van dit werkblad.

Wat heb je nodig?

- Anemometer

Aan de slag!

Je gaat de windsnelheid binnen en buiten meten.

Ga bij het bepalen van de windsnelheid als volgt te werk:

- Houd de anemometer op een open plek die niet beschut is tegen de wind. Ga dus niet vlakbij een boom, muur of iets dergelijks staan.
- Zorg ervoor dat de anemometer staat ingesteld op kilometer per uur als je hem afleest.

Leg je meting vast

DE WINDSNELHEID in de klas is: _____

DE WINDSNELHEID buiten is: _____

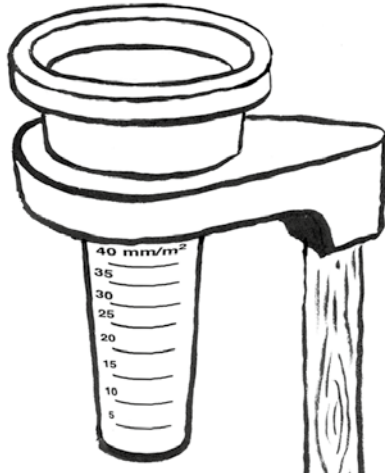
Beantwoord nu de vragen op het werkblad *Denk verder!*

Meer weten?!

SCHAAL VAN BEAUFORT	WINDSNELHEID KM/UUR	BENAMING	EFFECT OP DE OMGEVING
0	< 1	windstil	Rook stijgt recht of bijna recht omhoog
1	1 - 3	zwakke wind	Windrichting goed herkenbaar aan rookpluimen
2	4 - 6	zwakke wind	Bladeren beginnen te ritselen en windvaneen kunnen gaan bewegen
3	7 - 10	matige wind	Bladeren zijn voortdurend in beweging
4	11 - 16	matige wind	Kleine takken beginnen te bewegen
5	17 - 21	vrij krachtige wind	Kleine bebladerde takken maken zwaaiende bewegingen
6	22 - 27	krachtige wind	Grote takken bewegen. Paraplu's kunnen met moeite worden vastgehouden
7	28 - 33	harde wind	Hele bomen bewegen
8	34 - 40	stormachtige wind	Twijgen breken af. Fietsen en lopen wordt bemoeilijkt
9	41 - 47	storm	Lichte schade aan gebouwen
10	48 - 55	zware storm	Ontwortelde bomen
11	56 - 63	zeer zware storm	Uitgebreide schade
12	> 63	orkaan	Komt boven land zelden voor

KLAS

NAAM



In ons kikkerlandje wil het nog wel eens regenen, vooral in de herfst. Maar er zijn ook landen waar het juist in de zomer veel regent. Door over veel jaren te meten hoeveel het regent op bepaalde momenten in het jaar, kan met enige nauwkeurigheid voorspeld worden hoeveel het op een bepaalde plek in elke maand regent. Dit kan heel handig zijn om te weten wat bijvoorbeeld een goede plek is voor landbouw.

Wat heb je nodig?

- Regenmeter

Aan de slag!

Je gaat kijken hoeveel het de laatste dagen geregend heeft. Dit doe je alleen buiten!

Ga bij het bepalen van de hoeveelheid regen als volgt te werk:

- Je docent heeft een paar dagen geleden de regenmeter buiten gezet. Vraag aan je docent waar deze staat en lees de regenmeter af.
- Zorg dat je oog bij het aflezen ter hoogte van het wateroppervlak is. Til de regenmeter niet op.

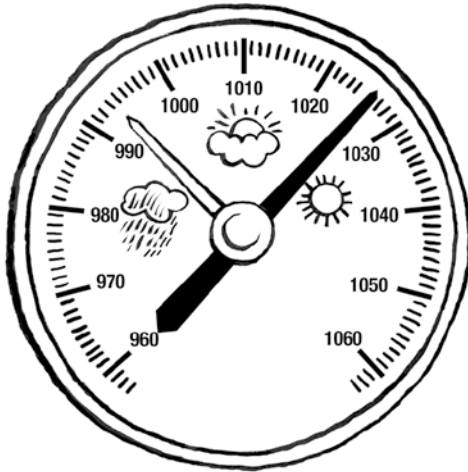
Leg je meting vast

DE HOEVEELHEID REGEN buiten is: _____

Beantwoord nu de vragen op het werkblad *Denk verder!*

KLAS

NAAM



Lucht oefent druk uit op het aardoppervlak en alles daarop, dus ook op ons. Om precies te zijn oefent lucht tegelijkertijd druk uit in alle richtingen; naar boven, naar onder en naar de zijkanten. De lucht duwt dus als het ware overal tegenaan. Door de veranderingen in luchtdruk te meten kunnen meteorologen het weer voorspellen. Ze doen dit met een barometer. Als de luchtdruk lager wordt, betekent dit vaak dat er een lagedrukgebied aankomt. Zo'n lagedrukgebied brengt vaak wolken en neerslag met zich mee. Als de luchtdruk hoger wordt en er dus een hogedrukgebied aankomt, betekent dit vaak een onbewolkte lucht en veel zon. De luchtdruk wordt gemeten in hectopascal (hPa) of bar. 1013 hPa of 1,013 bar is de normale druk op zeeniveau. Alles daarboven is dus hoge druk en alles daaronder is lage druk.

Wat heb je nodig?

- Barometer

Aan de slag!

Je gaat de luchtdruk binnen en buiten meten.

- Zet de barometer op een plek waar hij niet in de zon staat en ook niet vlak bij de verwarming of een andere warmtebron.
- Wacht twee minuten met het aflezen van de barometer.

Leg je meting vast

DE LUCHTDruk in de klas is: _____

DE LUCHTDruk buiten is: _____

Beantwoord nu de vragen op het werkblad *Denk verder!*

KLAS

NAAM



Wat ga je doen?

Je hebt zojuist met een weerinstrument een aantal metingen gedaan. Op dit werkblad ga je daar een aantal vragen over beantwoorden

Aan de slag!

1 Zijn er grote verschillen tussen je metingen binnen en buiten? Hoe komt dat denk je?

2 Hoe kun je het klimaat in je klas veranderen? Geef bij elk van de maatregelen die je neemt om het klimaat in je klas te veranderen aan of het dan meer of minder op het klimaat buiten gaat lijken.

- 3** Als je deze metingen op een ander moment, bijvoorbeeld over een paar uur of een half jaar had genomen, waren de uitkomsten waarschijnlijk anders geweest. Geef aan waardoor dat kan komen.

- 4** Als je deze metingen op hetzelfde moment, maar in een ander land had genomen, waren de uitkomsten waarschijnlijk ook anders geweest. Geef aan waardoor dit kan komen.



LES 2 Klimaten en het weer op aarde

THEMA 3 WEER & KLIMAAT

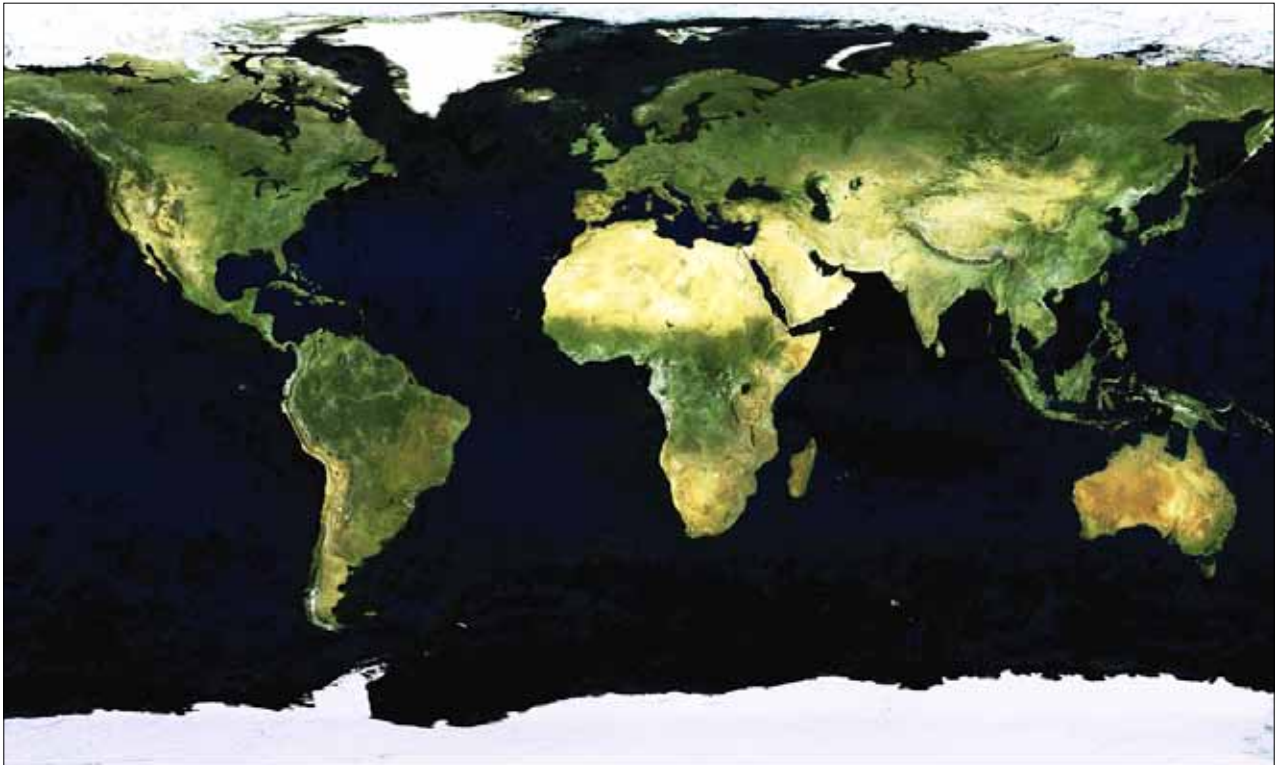
Op aarde heersen veel verschillende klimaten. De Duitse klimatoloog Wladimir Köppen deelde de verschillende klimaten in vijf primaire klimaatzones (A-E) in: tropisch, droog, gematigd, land- en poolklimaat. Later zijn er nog een aantal aanpassingen geweest aan de onderverdeling van deze primaire klimaatzones, maar de vijf zones zelf zijn intact gebleven. Een belangrijke toevoeging aan de indeling was die van het bergklimaat.

In deze les maken de leerlingen posters over de belangrijkste klimaten op aarde. Elk groepje presenteert hun klimaat met behulp van de poster aan de rest van de klas.

Tijdsduur	65 -125 minuten (afhankelijk van huiswerkopdracht)
Kerdoelen	1, 2, 4, 5, 6, 7, 29, 31
Lesdoelen	Leren wat de belangrijkste klimaten op aarde zijn en hier zelf informatie over kunnen zoeken. Bevindingen duidelijk presenteren met behulp van een poster.
Werkvormen	In groepen posters maken. Klassikale presentatie door leerlingen.
Benodigheden	Digibord of computer met beamer om Satellietbeeld aarde te laten zien (zie docentendeel op de website van Ruimteschip Aarde). Computers met internet en (kleuren)printer voor de leerlingen Papier voor de posters (A1-formaat) Stiften in verschillende kleuren
Vorbereiding	De klas in groepen verdelen. Iedere groep een klimaat toewijzen. Vaststellen welke onderdelen in de werkstukken behandeld moeten worden. Werkblad kopiëren.
Organisatie les	Deze les neemt meer dan één lesuur in beslag. Het maken van de poster kan ook worden opgegeven als huiswerk. De posterpresentatie kan dan de volgende les worden gegeven.

Verschillen op de satellietfoto [5 minuten]

André Kuipers kan vanuit het ISS de aarde goed zien. Zo kan hij zien dat de aarde er niet overal hetzelfde uitziet. Laat de leerlingen de onderstaande foto zien. Deze is ook te vinden via het docentendeel van de website van Ruimteschip Aarde. Bespreek met de leerlingen klassikaal wat ze zien en wat de oorzaken van de verschillen kunnen zijn.

**De klas verdelen [5 minuten]**

Leg aan de leerlingen uit dat veel van de verschillen veroorzaakt worden door de verschillende klimaten die op aarde heersen. Welke klimaten kennen de leerlingen al? Verdeel vervolgens de klas in groepen. Doe dit op basis van de klimaten die de leerlingen gaan onderzoeken (één groepje per klimaat): tropisch, gematigd, droog, land- en poolklimaat, met een eventuele toevoeging van het bergklimaat.

Posterindeling bepalen [15 minuten]

Overhandig de leerlingen de tips voor het maken van een poster. De leerlingen gaan nu vergaderen over de inhoudelijke indeling van hun poster. Met andere woorden: wat komt er specifiek over hun klimaat op de poster? Denk hierbij aan gemiddelde temperatuur, neerslag, plaatsen op aarde waar het klimaat voorkomt, welke planten en dieren komen er voor, etc.

Posters maken [60 minuten]

De leerlingen gaan nu in de aangewezen groepjes de poster over hun klimaat maken. Ze kunnen dit tijdens de les doen maar ook als huiswerk thuis of op school.

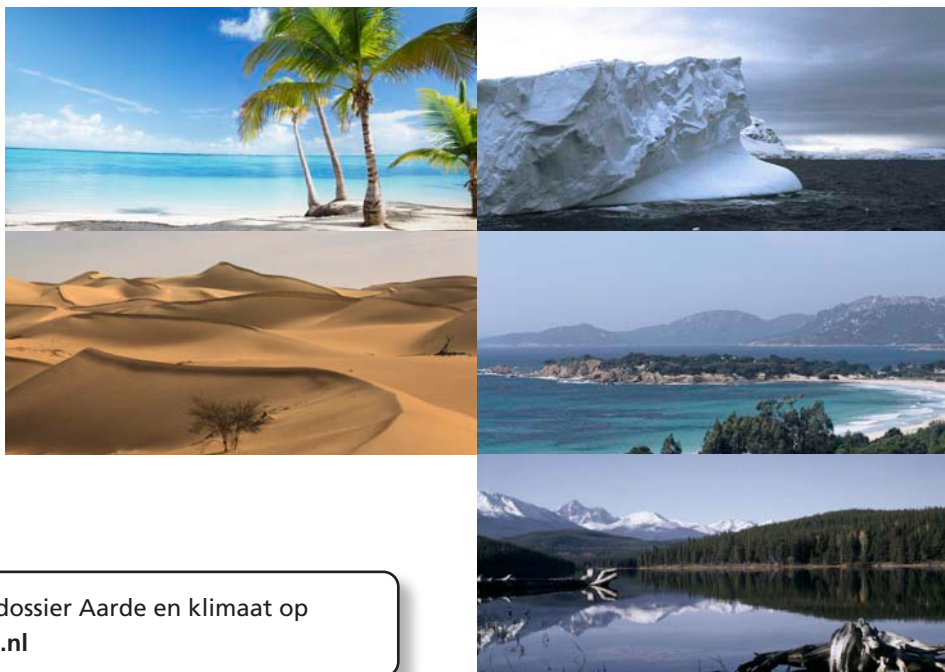
Posterpresentatie [30 minuten]

De leerlingen presenteren hun poster aan de rest van de klas. Na de presentatie mogen de andere leerlingen vragen stellen over de poster en het klimaat.

Het klimaat op het ISS [10 minuten]

Discussieer met de klas over welk klimaat het dichtst in de buurt komt van het klimaat dat op het ISS heerst.

OMSTANDIGHEDEN OP HET ISS	
Temperatuur	23.8 °C (constant)
Neerslag	Geen (luchtvochtigheid 22%: vergelijkbaar met woestijnklimaat)
Wind	geen
Luchtdruk	± 1 atm (zelfde als op aarde)

**TIP**

Kijk eens in het dossier Aarde en klimaat op www.kennislink.nl

KLAS

NAAM



Deze les ga je een poster maken over een klimaat dat je leraar je heeft gegeven. Maar een goede poster is niet zomaar een vel papier met daarop wat plaatjes en tekst. Daarom staan hieronder een aantal tips voor het maken van je poster.

Wat heb je nodig?

- Groot vel papier (vraag je leraar)
- Stift en markers in verschillende kleuren
- Plaatjes (die kun je zelf zoeken)
- Schaar
- Lijm

Tips

- Een poster moet niet te veel tekst bevatten en moet toch het hele verhaal wat je te vertellen hebt bevatten.
- Een poster moet er aantrekkelijk uitzien. Gebruik daarom verschillende kleuren en plaatjes.
- Houd de poster overzichtelijk zodat iemand die naar jouw poster komt kijken direct ziet waar de poster over gaat.
- Vergeet niet op de poster te vermelden wie de poster gemaakt heeft.
- Zorg ervoor dat de tekst zo groot is dat je de poster van een meter of twee kunt lezen.
- Afbeeldingen mag je plaatsen waar je wilt op de poster, maar liever niet voor de titel. Zorg dat er naast de afbeeldingen genoeg plek overblijft voor tekst.
- Met grafieken en tabellen kun je op weinig ruimte veel uitleggen. Leg onder de tabel of grafiek in één zin uit wat er te zien is.

Succes met het maken van je poster!





LES 3 Invloeden op het weer: oceaanstromen

THEMA 3 WEER & KLIMAAT

In deze les bootsen de leerlingen zelf oceaanstromingen na met drie experimenten. Denken de leerlingen dat convectie op het ISS hetzelfde werkt als op aarde of zou er toch een verschil zijn?

Tijdsduur	45 minuten
Kerdoelen	28, 29, 31, 32
Lesdoelen	Leren wat de invloed is van golfstromen op het klimaat en aan de hand van het zelf uitvoeren van experimenten achterhalen hoe golfstromen tot stand komen.
Werkvormen	In groepen van twee zelf uitvoeren van eenvoudige experimenten.
Benodigdheden	Digibord of computer met beamer en internet om clip en animatie te bekijken Clip <i>Oceaanstromingen</i> (www.school.nl/beeldbank) Animatie <i>Convectiestroom</i> (ESA education kit, te vinden via docentendeel www.ruimteschippaarde.nl) Voedingskleurstof Ijsblokjesbakje Maatbeker Zout Plastic bekertjes Warm kraanwater Thermometer.
Vorbereiding	Eventueel opstellen laptop en beamer. Practicumhandleiding printen. Klaarzetten practicum materialen. Maak gekleurde ijsblokjes: voeg een dag voor het experiment 10 à 15 druppels voedingskleurstof toe aan een kleine hoeveelheid water. Zorg dat de kleur erg donker is. Gebruik dus bij voorkeur een donkere kleur (bijvoorbeeld paars, blauw of zwart) voor de drie experimenten. (Extra druppels kleurstof toevoegen om een donkerdere kleur te krijgen kan, maar kan bij experiment twee invloed hebben op het verloop van het experiment, omdat het water zwaarder wordt door de kleurstof). Giet het water in het ijsblokjesbakje. Herhaal dit voor het maken van meerdere ijsblokjes.
Organisatie les	Voeg vijf minuten aan het begin van de les toe als de leerlingen nog nooit een experiment hebben uitgevoerd en daarom uitleg nodig hebben over veiligheid en gedragsregels.

TIP

Vervolg deze les met een practicum over diffusie. Kijk bij de tips en links op www.Ruimteschipaarde.nl



Experimenten [35 minuten]

De leerlingen gaan zelf de oceaanstromingen nabootsen aan de hand van drie experimenten; twee over de invloed van temperatuur op waterstromingen en één over de invloed van zoutgehalte. De leerlingen kunnen het practicum zelfstandig uitvoeren. Elk van de drie experimenten wordt gevolgd door een aantal vragen. Na het derde experiment volgt een aantal verdiepingsvragen in het onderdeel *Denk verder!* waarin alles samenkomt.

Leg de leerlingen vooraf duidelijk uit dat de kleurstof alleen aan het water is toegevoegd om zichtbaar te maken wat er gebeurt. Het gaat dus om welke toestanden van water ze bij elkaar voegen, niet om de kleurstof die erin zit.

Experiment 1

In dit experiment leren de leerlingen dat koud water naar beneden zakt. Ze zien het gekleurde water dat van het smeltende ijsklontje afkomt, langzaam naar de bodem van de maatbeker zinken. Op YouTube (zoek op *ice cube convection experiment*) kun je een voorbeeld vinden van de uitvoering van het eerste experiment.

Experiment 2

In dit experiment leren de leerlingen dat warm water aan het oppervlak blijft. Ze zien het gekleurde water dat ze in de maatbeker gieten aan de oppervlakte blijven drijven. Zorg er voor dat de maatbeker zo vol mogelijk is zodat het warme water *heel voorzichtig* in de maatbeker kan worden gegoten om diffusie van de kleurstof te voorkomen.

Experiment 3

In dit experiment leren de leerlingen dat zout water naar beneden daalt. Ze zien het gekleurde water dat ze in de maatbeker gieten naar de bodem zinkt. Zorg er voor dat het zoute water *heel voorzichtig* in de maatbeker worden gegoten om diffusie van de kleurstof te voorkomen.

Videoclip [5 minuten]

Oceaanstromingen hebben een belangrijke sturende werking op het weer en klimaat op aarde. De leerlingen bekijken een videoclip over deze invloed van oceaanstromingen op het klimaat: *Oceaanstromingen*. Ga hiervoor naar www.schooltv.nl/beeldbank (zoek op *oceaanstromingen*) of ga naar het docentendeel van www.ruimteschipaarde.nl.

Convectie met en zonder zwaartekracht [5 minuten]

Op het ISS is een experiment gedaan over convectie. Bekijk de clip *Marangoni Convection in Microgravity* via het docentendeel van www.ruimteschipaarde.nl en bespreek klassikaal wat het verschil is in de werking van convectie tussen het eigen uitgevoerde experiment en het experiment op het ISS? Welke overeenkomsten zien ze?

De animatie *Convectiestroom* uit de *ESA education kit* legt grafisch uit hoe convectie met én zonder zwaartekracht werkt. Let wel op, in de animatie wordt gewerkt met het opwarmen van de onderste laag in tegenstelling tot het experiment dat de leerlingen uitvoeren, waarin koude vloeistof van boven naar beneden beweegt.

De animatie is te vinden via het docentendeel van www.ruimteschipaarde.nl.

TIP**Experimenteer samen met André Kuipers**

André Kuipers voert tijdens zijn ruimtereis ook een convectie-experiment uit. Dit gaat waarschijnlijk gebeuren in de tweede helft van april 2012. Onder het tabblad *Experimenten* op het docentendeel van www.ruimteschipaarde.nl is te vinden hoe u mee kunt doen. Na april 2012 is videomateriaal over dit experiment te vinden op de site van Ruimteschip Aarde.

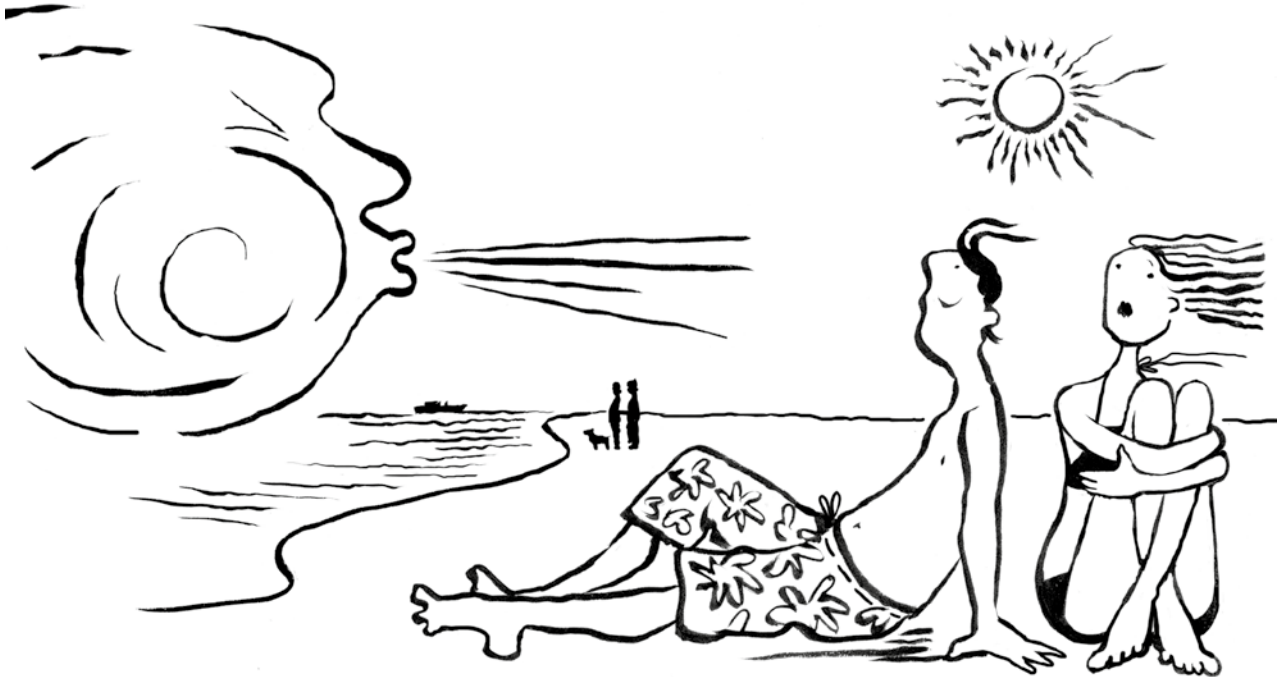
Achtergrondinformatie

Oceaanwater is zout en over het algemeen koud. Het merendeel van het oceaanwater op aarde is kouder dan 2,5°C. Maar in de tropen kan oppervlaktewater maar liefst 28°C warm worden. Water vlakbij onderwatervulkanen kan zelfs nog veel warmer worden. Deze verschillen in temperatuur, maar ook verschillende zoutgehalten zorgen voor variaties in de dichtheid van oceaanwater. Deze verschillende dichtheden veroorzaken weer oceaanstromingen.

Oceaanstromingen op aarde worden dus veroorzaakt door verschillen in dichtheid ofwel gewicht per volume. Vloeistoffen die lichter zijn dan hun omgeving stijgen op en vloeistoffen die zwaarder zijn dalen juist. Het gewicht van de vloeistof wordt echter bepaald door de zwaartekracht; hoe hoger de zwaartekracht hoe hoger het gewicht. Als er geen zwaartekracht is, heeft een object of vloeistof ook geen gewicht. Een vloeistof die op aarde lichter zou zijn en op zou stijgen, doet dit in ISS dus niet.

KLAS

NAAM



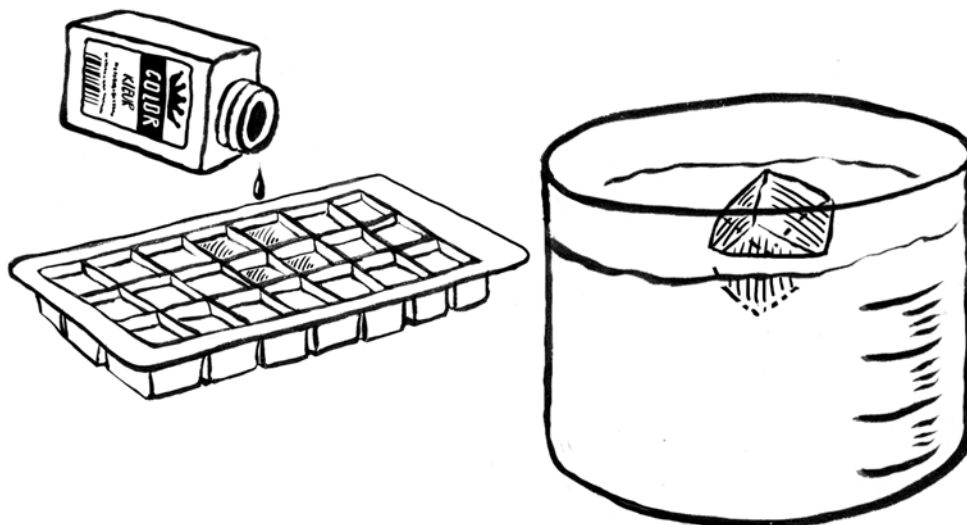
Je kent het vast wel: je ligt in de zomer op het Nederlandse strand in de zon en voelt een lekker koel briesje vanaf de zee komen. Heb je je wel eens afgevraagd waarom dat briesje lekker koel is en niet bijvoorbeeld heel erg warm?

Oceaanwater is zout en over het algemeen koud. Het merendeel van het oceaanwater op aarde is kouder dan 2,5°C. Maar in de tropen kan oppervlaktewater maar liefst 28°C warm worden. Water vlakbij onderwatervulkanen kan zelfs nog veel warmer worden. Deze verschillen in temperatuur, maar ook verschillende zoutgehaltes zijn er de oorzaak van dat het water in de oceanen van de ene naar de andere plek stroomt. Als deze oceaanstromingen koel zijn, net als in Nederland, dan nemen ze koele wind mee. Als ze warm zijn, zoals in de tropen, dan nemen ze juist warme wind mee. Zo hebben de oceaanstromingen veel invloed op het klimaat tot wel honderden kilometers landinwaarts.

Wat ga je doen?

Jij gaat nu drie experimenten doen om te leren hoe zulke oceaanstromingen beïnvloed worden door veranderingen in de temperatuur en het zoutgehalte van oceaanwater. Je voegt bij de experimenten kleurstof toe aan het water. Dit is alleen bedoeld om zichtbaar te maken wat er met het water gebeurt. De kleurstof zelf heeft geen invloed op de resultaten van het experiment.

GA VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →



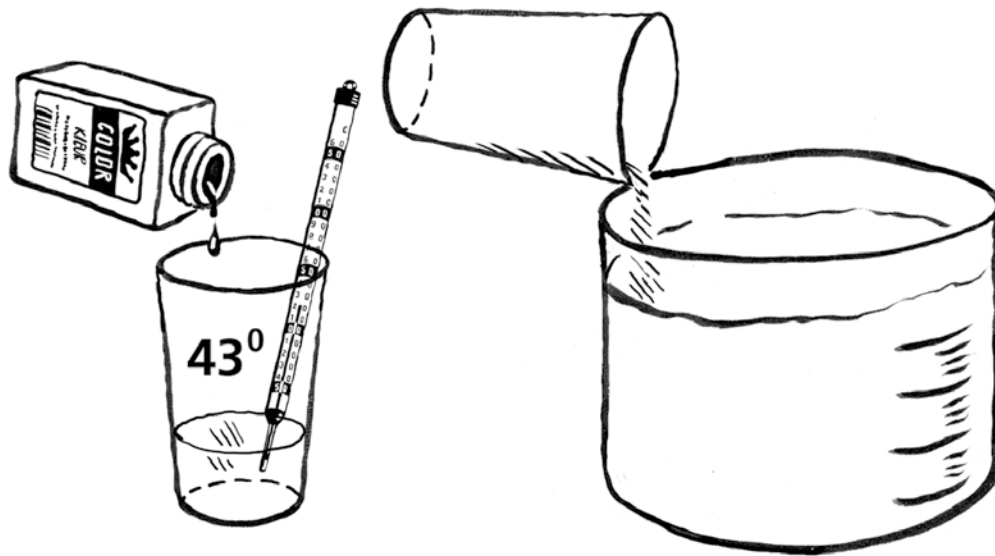
EXPERIMENT TEMPERATUUR (DEEL 1)

Wat heb je nodig?

- Voedingskleurstof
- Ijsblokjesbakje
- Maatbeker

Aan de slag!

- 1 Vul de maatbeker tot vlak onder de rand met koud kraanwater. Laat het even staan totdat het water niet meer beweegt.
- 2 Leg voorzichtig het gekleurde ijsklontje in het water.
- 3 Kijk ongeveer één minuut lang wat er gebeurt. Vanaf de zijkant is dat het best te zien
- 4 Beschrijf wat je hebt gezien en leg uit waarom dit gebeurde.



EXPERIMENT TEMPERATUUR (DEEL 2)

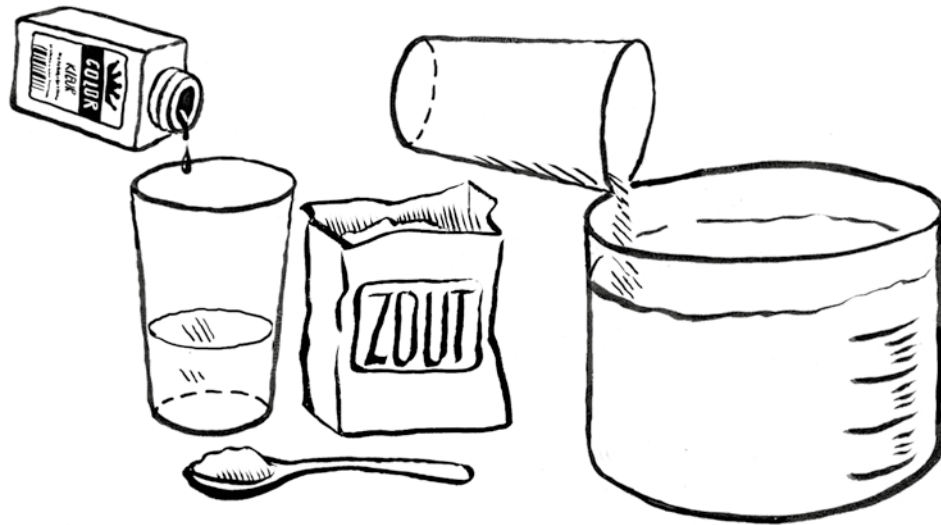
Wat heb je nodig?

- Voedingskleurstof
- Maatbeker
- Reageerbuis of kleine beker
- Warm kraanwater
- Thermometer

Aan de slag!

- 1 Gooi de maatbeker leeg in de wasbak en spoel hem om (zorg dat alle kleurstof eruit is).
- 2 Vul hem nu opnieuw tot vlak onder de rand met koud kraanwater.
- 3 Vul nu een plastic bekertje voor een vierde met warm kraanwater van tenminste 43°C (hoe warmer hoe beter). Meet het na met de thermometer om het zeker te weten.
- 4 Voeg hieraan 5 tot 7 druppels voedingskleurstof toe en roer. Giet dit gekleurde water heel voorzichtig in de maatbeker (liefst via de zijkant van de maatbeker). Roer niet door de maatbeker!
- 5 Kijk ongeveer één minuut lang wat er gebeurt. (Vanaf de zijkant is het best te zien wat er gebeurt)
- 6 Beschrijf wat je hebt gezien en leg uit waarom dit gebeurde.

GA VERDER OP DE VOLGENDE PAGINA →



EXPERIMENT ZOUTGEHALTE

Wat heb je nodig?

- Voedingskleurstof
- Maatbeker
- Reageerbuis of kleine beker
- Zout

Aan de slag!

- 1 Gooi de maatbeker leeg in de wasbak en spoel hem om (zorg dat alle kleurstof eruit is).
- 2 Vul hem nu opnieuw tot vlak onder de rand met koud kraanwater.
- 3 Vul het plastic bekertje voor een derde met koud kraanwater en voeg er 15 druppels voedingskleurstof aan toe.
- 4 Voeg vervolgens een theelepel zout aan het water toe en roer tot het zout is opgelost.
- 5 Giet dit gekleurde, zoute water heel voorzichtig in de maatbeker (liefst via de zijkant van de maatbeker). Roer niet door de maatbeker!
- 6 Kijk ongeveer één minuut lang wat er gebeurt en schrijf je bevindingen op. Vanaf de zijkant is het best te zien wat er gebeurt.
- 7 Beschrijf wat je hebt gezien en leg uit waarom dit gebeurde.

Denk verder!

1 Wat denk je dat er gebeurt als je het volgende doet? Waarom?:

a IJs bij warm water: _____

b IJs bij zout water: _____

c Warm water bij zout water: _____

2 Waar in de natuur zou je de onderstaande omstandigheden tegen kunnen komen?

a Warm water bij koud water: _____

b Zout water bij koud water: _____

IJs bij zout water: _____

d Warm water bij zout water: _____

3 In les twee heb je geleerd welke verschillende klimaatzones er zijn. In welke klimaatzones denk je dat je de vier omstandigheden uit vraag 2 tegen kunt komen?

a Warm water bij koud water: _____

b Zout water bij koud water: _____

c IJs bij zout water: _____

d Warm water bij zout water: _____

4 Denk je dat de klimaatzones anders zouden zijn als er geen invloed van golfstromen was? Waarom?

Bronvermelding

ESA: p. 22

iStockPhoto: p. 1, p. 6, p. 23/27 Carabbean island

NASA: p. 7 Hurricane Ike vanuit het ISS

Michel Gunther/WWF-Canon: p. 23/27 Mediterranean seashore, Corsica, France

John E. Newby/WWF-Canon: p. 30 Cape Provinces, Republic of South Africa,
p. 23/27 Aïr, Niger

Wim van Passel/WWF-Canon: p. 23/27 Iceberg, Antarctica

Wilfried D. Schurig/WWF: p. 23/27 Patricia Lake, Canada

Wij hebben ons uiterste beste gedaan om de auteursrechten te regelen van alle in dit lesmateriaal gebruikte foto's en illustraties. Eenieder die zich niettemin eigenaar weet van dergelijk materiaal in deze lessen zonder dat direct of indirect met hem of haar afspraken zijn gemaakt, verzoeken wij contact op te nemen, zodat het materiaal direct kan worden verwijderd of een passende regeling kan worden getroffen.