

Basis  
8-11



lespakket

## LAND IN GEVAAR

De vooruitzichten voor het bestaan op kleine eilanden

docentenhandleiding  
en werkbladen voor leerlingen



Overzicht	pagina 3
Samenvatting van de activiteiten	pagina 5
Climate from Space	pagina 7
Klimaat en zeespiegel: achtergrond informatie	pagina 8
Activiteit 1: LAND IN GEVAAR	pagina 9
Activiteit 2: HET SMELTEN VAN IJS	pagina 11
Activiteit 3: HET OPWARMEN VAN WATER	pagina 15
Activiteit 4: WARME EN KOUDE ZEEËN	pagina 18
Leerlingen werkblad 1	pagina 20
Leerlingen werkblad 2	pagina 22
Leerlingen werkblad 3	pagina 23
Leerlingen werkblad 4	pagina 24
Informatie blad 1	pagina 26
Links	pagina 28

Lespakket in het kader van het klimaatveranderingsinitiatief – LAND IN GEVAAR

<https://climate.esa.int/nl/educate/>

Activiteit concepten ontwikkeld door de Universiteit Twente (NL) en het Nationaal Centrum voor Aardobservatie (VK)

Het klimaatbureau van ESA verwelkomt feedback en commentaar

<https://climate.esa.int/nl/helpdesk/>

Geproduceerd door het ESA-klimaatbureau

Copyright © Europese Ruimtevaartorganisatie 2020

# LAND IN GEVAAR: Overzicht

## De vooruitzichten voor het bestaan op kleine eilanden

### Korte feiten

**Vakken:** Aardrijkskunde, Wetenschap, Aardwetenschappen

**Leeftijdsgroep:** 8–11 jaar

**Type:** lezen en praktische activiteiten

**Complexiteit:** eenvoudig tot gemiddeld

**Benodigde lestijd:** 2½ –4 uur

**Kosten:** laag (5–20 euro)

**Locatie:** binnen

**Inclusief het gebruik van:** ijs, water, meerdere bakken, kleurstoffen, standaard software, internet

**Trefwoorden:** zeespiegel, temperatuur, gletsjers, ijskappen, expansie, satelliet, observatie

### Korte beschrijving

In deze reeks activiteiten leren leerlingen over de oorzaken en mogelijke gevolgen van de stijging van de zeespiegel, terwijl ze tegelijkertijd wetenschappelijke basisvaardigheden ontwikkelen.

De eerste activiteit introduceert de context door na te denken over de mogelijke toekomst van het eiland Kiribati en is gekoppeld aan een oefening om instructieve schrijfvaardigheid te ontwikkelen.

Praktische activiteiten over twee van de belangrijkste factoren die bijdragen tot de stijging van het zeespiegel bieden de gelegenheid om te bespreken hoe modellen in de wetenschap worden gebruikt.

In de laatste activiteit gebruiken de leerlingen echte satellietgegevens om de temperatuur van het zeeoppervlak, veranderingen in de gemiddelde zeespiegel en de relatie daartussen te onderzoeken.

### Beoogde leerresultaten

**Na het doorlopen van deze activiteiten zullen de leerlingen in staat zijn om:**

Enkele van de manieren waarop de opwarming van de aarde leidt tot zeespiegelstijging noemen.

Een reeks instructies op te stellen die anderen kunnen gebruiken om een experiment uit te voeren.

De verschillende onderdelen van een experimenteel model te relateren aan de echte wereld.

Beelden te analyseren om gegevens te verkrijgen over het smelten van ijs.

Een experiment uitvoeren om aan te tonen dat water uitzet wanneer het wordt verwarmd.

Uit te leggen waarom dit gebeurt met behulp van ideeën over deeltjes.

Een aantal problemen te identificeren die de stijging van de zeespiegel kunnen veroorzaken.

De web applicatie *Climate from Space* gebruiken om de temperatuur van het zeeoppervlak en de veranderingen van het zeespiegel te onderzoeken en te vergelijken.

Het verband tussen variabelen te verklaren met behulp van wetenschappelijke kennis.

## Samenvatting van de activiteiten

	Titel	Beschrijving	Resultaat	Vereiste voorke
1	Land in gevaar	Verhaal over het effect van de zeespiegelstijging op laaggelegen eilandstaten als basis voor een begripsoefening en een leesactiviteit. Optionele discussie over de lokale gevolgen van het stijgende zeespiegel.	Het benoemen van verschillende manieren waarop de opwarming van de aarde tot een stijging van de zeespiegel leidt. Maak een reeks instructies die anderen kunnen gebruiken om een experiment uit te voeren.	Geen
2	Het smelten van ijs	Het smelten van ijs monitoren en in kaart brengen.	Het relateren van verschillende onderdelen van een experimenteel model aan de echte wereld. Het analyseren van beelden om gegevens te verkrijgen over het smelten van ijs.	Geen
3	Het opwarmen van water	Praktische activiteiten om de thermische expansie van water te demonstreren en uit te leggen.	Voer een experiment uit om aan te tonen dat water uitzet als het wordt verwarmd. Leg uit waarom dit gebeurt met behulp van ideeën over deeltjes. Problemen identificeren die de stijging van de zeespiegel kan veroorzaken.	Geen
4	Warme en koude zeeën	Onderzoek met de web applicatie Climate from Space. Optioneel aanvullend onderzoek over El Niño.	Het gebruiken van de web applicatie Climate from Space om de temperatuur van het zeeoppervlak en de veranderingen van het zeespiegel te onderzoeken en te vergelijken. Het verband tussen variabelen te verklaren met behulp van wetenschappelijke kennis.	Het begrijpen v expansie (bijv. 3)

De opgegeven tijden gelden voor de belangrijkste oefeningen, ervan uitgaande dat de computer volledig toegankelijk is en/of dat herhalende berekeningen en grafieken over de klas worden verspreid. De tijd voor het delen van de resultaten is meegerekend, maar niet de tijd voor de presentatie van de resultaten, want die varieert naar gelang van de grootte van de klas en de groepen. Alternatieve benaderingen kunnen meer tijd in beslag nemen.

## Praktische aantekeningen voor leraren

Het **materiaal** dat nodig is voor elke activiteit staat aan het begin van het desbetreffende hoofdstuk, samen met aantekeningen over de voorbereiding die nodig kan zijn naast het kopiëren van werkbladen en informatiebladen.

De **werkbladen** zijn ontworpen voor eenmalig gebruik en kunnen in zwart-wit worden gekopieerd.

**Informatiebladen** kunnen grotere afbeeldingen bevatten die u in uw presentaties in de klas kunt invoegen, als extra informatie voor de leerlingen, of als data waarmee zij kunnen werken. Deze hulpmiddelen kunnen het best in kleur worden afgedrukt of gekopieerd en kunnen worden hergebruikt.

Eventuele **aanvullende spreadsheets, datasets of documenten** die voor de activiteit nodig zijn, kunnen worden gedownload door de links naar dit lespakket te volgen vanaf <https://climate.esa.int/nl/educate/climate-for-schools/>

Ideeën voor **uitbreiding** en suggesties voor **differentiatie** zijn op geschikte plaatsen in de beschrijving van elke activiteit opgenomen.

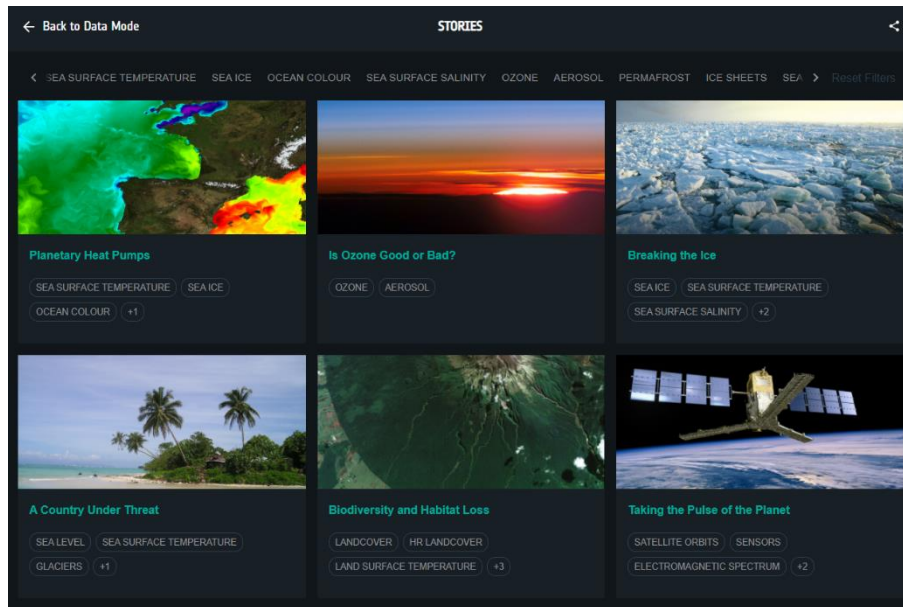
### Gezondheid en veiligheid

Bij alle activiteiten zijn wij ervan uitgegaan dat u uw gebruikelijke procedures zult blijven volgen met betrekking tot het gebruik van gemeenschappelijke apparatuur (met inbegrip van elektrische apparaten zoals computers), beweging binnen de leeromgeving, struikelen en morsen, eerste hulp, enzovoort. Aangezien de noodzaak van deze procedures universeel is, maar de details van de tenuitvoerlegging ervan aanzienlijk verschillen, hebben wij ze niet telkens opgesomd. In plaats daarvan hebben we de gevaren belicht die specifiek zijn voor een bepaalde praktische activiteit, zodat u uw risicobeoordeling mede daarop kunt baseren.

Bij sommige van deze activiteiten wordt gebruik gemaakt van de web applicatie *Climate from Space*. Het is mogelijk om van hieruit naar andere delen van de ESA Climate Change Initiative-site en vandaar naar externe websites te navigeren. Als u de pagina's die de leerlingen kunnen bekijken niet kunt - of wilt - beperken, herinner hen dan aan de lokale veiligheidsregels voor internet

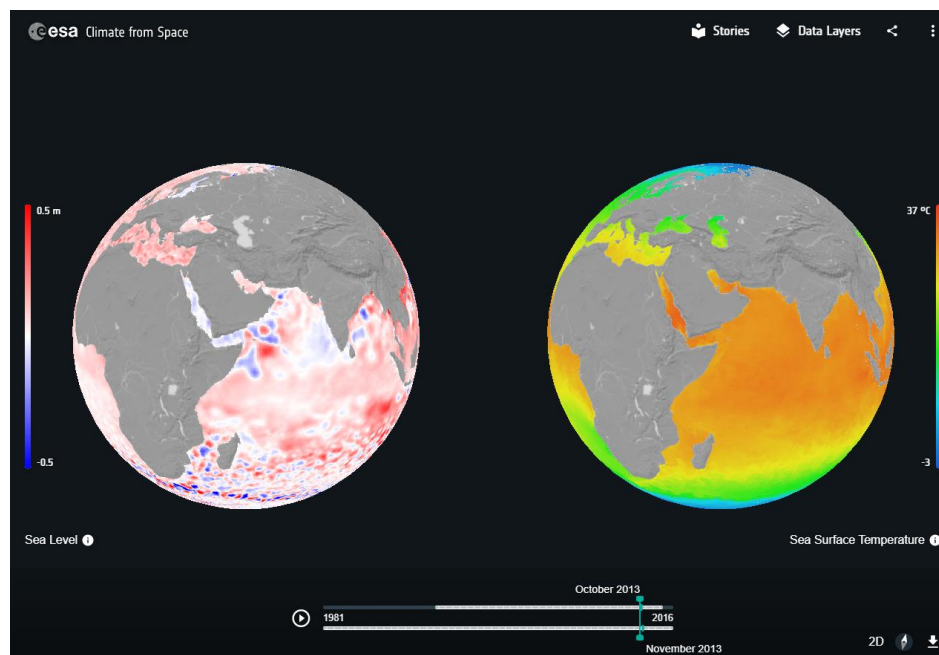
## Climate from Space

ESA-satellieten spelen een belangrijke rol bij het monitoren van de klimaatverandering. Climate from Space ([cfs.climate.esa.int](https://cfs.climate.esa.int)) is een online-informatiebron die aan de hand van geïllustreerde verhalen een overzicht geeft van de manieren waarop onze planeet verandert en het werk van ESA-wetenschappers.



Figuur 1: Verhalen in Climate from Space (Bron: ESA CCI)

Het ESA klimaatveranderingsinitiatief produceert betrouwbare wereldwijde registraties van een aantal belangrijke aspecten van het klimaat die bekend staan als essentiële klimaatvariabelen (EKV's). Met de web applicatie Climate from Space kunt u meer te weten komen over de gevolgen van klimaatverandering door deze gegevens zelf te onderzoeken



Figuur 2: Het vergelijken van de zeespiegel en de temperatuur op het zeeoppervlak in de Climate from Space webtoepassing (Bron: ESA CCI)

## Klimaat en zeespiegel: achtergrond informatie

### Opwarming van de aarde en onze oceanen

De opwarming van de aarde heeft een aantal effecten op de enorme hoeveelheid water in de oceanen - en de oceaan heeft een enorme invloed op het klimaat van de aarde vanwege de enorme hoeveelheden energie die hij opslaat en het deel van de planeet dat hij bedekt.

De zeespiegel stijgt door thermische uitzetting (warmer water neemt meer ruimte in), sneller smelten van ijs op het land (berggletsjers in grote delen van de wereld en de enorme ijskappen van Antarctica en Groenland) en veranderingen in onze manier van watergebruik, waardoor meer water uit meren en uit de ondergrond in de oceanen terechtkomt.

### De impact van het stijgen van de zeespiegel

De mogelijke gevolgen van een zeespiegelstijging voor koraaleilanden zoals Kiribati zijn dramatisch en de bevolking van deze landen werkt aan de bescherming van hun huizen. Maar ook regeringen op andere plaatsen geven geld uit aan projecten om hun eigen kustlijn te beschermen en om zich aan te passen aan de veranderingen die zij verwachten dankzij klimaatverandering. Over de hele wereld wonen 680 miljoen mensen in kustgebieden en velen van hen ondervinden nu al de gevolgen van de toegenomen overstromingen of de hogere stormvloed. Steeds meer mensen verhuizen naar steden, waarvan vele laaggelegen zijn: elke centimeter stijging van de zeespiegel betekent dat er 3 miljoen extra mensen op een plaats wonen waar ze elk jaar met overstromingen te maken kunnen krijgen.

### Het monitoren van de veranderende zeeën

Met behulp van satellietsensoren, die worden meegevoerd door de satelliet zoals te zien in Figuur 3, kunnen we nu de zeespiegel meten. Ook kunnen we hiermee veel van de factoren die de zeespiegel doen stijgen, zoals de dikte en de omvang van ijskappen en de temperatuur van het oceaanooppervlak, meten. Satellieten kunnen frequente metingen over de hele wereld verrichten in plaats van periodieke metingen op een paar geselecteerde plaatsen. Deze periodieke metingen op geselecteerde plaatsen zijn echter ook nog steeds nodig. Instrumenten op boeien, onderzoeksschepen en vliegtuigen worden gebruikt door wetenschappers om de satellietsensoren te ijken en te controleren of de gegevens van die sensoren betrouwbaar zijn.



Figuur 3: Sentinel-6 – een satelliet die de zeespiegel monitort (Bron: ESA/ATG Medialab)



## Activiteit 1: LAND IN GEVAAR

Deze activiteit gebruikt het verhaal van twee kinderen op het eiland Kiribati om de oorzaken te introduceren waarom de zeespiegel wereldwijd stijgt. Zelfverzekerde lezers kunnen het verhaal misschien zelf lezen, misschien als voorbereiding op de les. In de klas kunt u de tekst aanvullen met materiaal uit het verwante verhaal op de webtoepassing *Climate from Space*.

Het verhaal beschrijft experimenten die door de personages worden uitgevoerd. Het laten herschrijven van deze beschrijvingen als instructies door de leerlingen, biedt de mogelijkheid om de leerlingen lees- en schrijfvaardigheden met betrekking tot wetenschap te laten ontwikkelen.

### Benodigdheden

- Informatieblad 1 (2 pagina's)
- Leerling werkblad 1 (2 pagina's)
- Climate from Space web applicatie: '*Coasts under threat*' verhaal (optioneel)

### Opdracht

1. Lees het verhaal op informatieblad 1 voor of met de klas, waarbij u op de juiste plaatsen pauzeert om te controleren of de tekst begrepen wordt. U zou de tekst als volgt kunnen illustreren met materiaal uit het verhaal *Coasts under threat* uit de Climate from Space web applicatie:
  - Er staan meer foto's van Kiribati in de galerij op dia 2, samen met de foto van New York die op het informatieblad gebruikt wordt.
  - Het eerste deel van de video op slide 3 (tot 1:33 minuten) geeft meer details over de verschillende factoren die bijdragen aan de stijging van de zeespiegel (met daarbij statistieken die de leerlingen kunnen noteren en gebruiken om een grafiek en/of een cirkeldiagram te maken).
  - Een ander gebied dat al zwaar is getroffen door de stijgende zeeën, de delta van de Mississippi, is te zien in de galerij op dia 5, die ook de andere twee afbeeldingen op het informatieblad bevat.
2. Vraag de leerlingen vraag 1 op het werkblad in te vullen (het samenvatten van oorzaken m.b.t. de stijging van de zeespiegel). U kunt u ook een discussie hebben met de leerlingen over de mogelijke plaatselijke gevolgen van de stijgende zeespiegel. Ook zou u het kunnen hebben over dingen die er in uw land gedaan worden om de mogelijke gevolgen te beperken.
3. Leg uit dat het in de wetenschappelijke wereld vaak gebeurt dat wetenschappers experimenten van andere wetenschappers herhalen om na te gaan of de resultaten betrouwbaar zijn. (De oudste nationale wetenschappelijke instelling ter wereld, The Royal Society (VK), opgericht in 1660, heeft als motto *Nullius in verba*, wat meestal wordt vertaald als "Geloof niemand op zijn woord"). Wijs studenten erop dat het herhalen van experimenten makkelijker te doen is als we beschikken over een lijst met de benodigde apparatuur, stapsgewijze instructies en eventueel een schema van hoe de apparatuur moet worden opgesteld.

4. Vraag de leerlingen om de beschrijvingen van de experimenten in het verhaal te veranderen in instructies, individueel of in tweetallen werkend en met gebruikmaking van het schema op het werkblad. Sommige leerlingen hebben misschien hulp nodig om ervoor te zorgen dat er bij elke stap één enkele handeling wordt beschreven. Ook kan het zijn dat ze wat extra hulp nodig hebben om te begrijpen dat de beschrijving in het verhaal ook de resultaten (wat er gebeurd is) omvat. Meer bekwame leerlingen willen misschien extra details toevoegen - in het verhaal wordt bijvoorbeeld niet uitgelegd hoe je kunt zien of het waterpeil is veranderd.
5. De leerlingen kunnen hun instructies aan elkaar laten lezen, en zich inbeelden wat ze precies zouden doen als ze alleen de instructies van een ander tweetal hadden om op te volgen.

**Opmerking:** Als de leerlingen het experiment volgens hun eigen instructies of die van een ander tweetal zouden uitvoeren, zou je heel wat emmers en heel wat ijs nodig hebben, dus we stellen dit niet voor, hoewel je het voorbeeld van juffrouw Bauro misschien zou willen volgen en het als een demonstratie uitvoeren. Er zijn instructies beschikbaar voor een activiteit met minder benodigd materiaal. Deze versie (met slechts een aantal bekertjes water en slechts twee ijsblokjes per groepje) is beschikbaar in het ESA-klimaat lespakket '*The ice is melting*' (zie Links).

### Werkblad antwoorden

1. De vier factoren die in het verhaal worden genoemd als oorzaken voor zeespiegelstijging zijn: smeltende gletsjers, smeltende ijskappen, grondwater dat in de oceaan terechtkomt, en water dat uitzet als de temperatuur stijgt.
2. De punten tussen haakjes worden niet specifiek in het verhaal genoemd, deze kun je echter verwachten van meer bekwame studenten die meer op details ingaan.

**Experiment 1** **Wat je nodig hebt:** emmer/een bak, ijs en water

**Wat te doen:**

Stap 1: Doe het water in de emmer en noteer tot hoe hoog het water komt.

Stap 2: Voeg ijs toe aan de emmer

Stap 3: Laat de emmer op een warme plek staan

Stap 4: Kijk tot hoe hoog het water komt na een aantal uur (als het ijs is gesmolten) en schrijf dit opnieuw op.

**Experiment 2** **Wat je nodig hebt:** emmer/een bak, water, ijs

**Wat te doen:**

Stap 1: Maak een eiland in de emmer of bak met het zand.

Stap 2: Doe het water in de emmer, maar zorg daarbij dat je niet het hele eiland overspoeld, een stukje moet droog blijven.  
Noteer tot hoe hoog het water komt.

Stap 3: Leg de ijsblokjes op het eiland.

Stap 4: Laat de emmer/bak op een warme plek staan.

Stap 5: Kijk tot hoe hoog het water komt na een aantal uur (als het ijs is gesmolten) en schrijf dit opnieuw op.

## Activiteit 2: HET SMELTEN VAN IJS

Bij deze activiteit volgen de leerlingen het smelten van ijs. Dit biedt hun de gelegenheid om waarnemingen van dichtbij te doen, bijvoorbeeld door op schaal te tekenen en/of ruitjespapier te gebruiken om onregelmatige oppervlakken te meten. Ze kunnen een mobiele telefoon (met camera) gebruiken om een satelliet te modelleren die waarnemingen doet vanuit een baan om de aarde, of u kunt dit als een parallelle demonstratie opzetten.

### Benodigheden

- Een bord met een rand of een schaalpje voor elke groep
- Drie of vier knopen van verschillende kleuren voor elke groep
- Speel-klei om de markers op hun plaats te houden
- Een ijsblokje of ijsklontje voor elke groep
- Klok in de klas
- Een kopie van werkblad 2 voor elke leerling met reserve-kopieën in geval van morsen
- Mobiele telefoon of tablet met camera (optioneel)
- Een stapel boeken of een blok hout om de telefoon te ondersteunen als deze wordt gebruikt
- Vierkant of/en ruitjespapier (optioneel)
- Acetaat vellen bedrukt met een raster (optioneel bij gebruik van camera)
- Toegang tot presentatie-, beeld- en/of tekstverwerkingssoftware waarmee de leerlingen vertrouwd zijn (optioneel bij gebruik van camera)
- Handdoeken voor natte handen en om eventueel gemorste vloeistof op te ruimen

**Opmerking:** Het werkblad stelt verschillende manieren voor om de resultaten te noteren: kies de manier die past bij de leeftijd en de vaardigheden van uw leerlingen, de beschikbare uitrusting en de vaardigheden die u wilt ontwikkelen. De eerste optie is om waarnemingen van dichtbij te beschrijven, maar u kunt jongere kinderen vragen om gewoon te tekenen wat ze zien. Als de leerlingen de oppervlakte van het ijs moeten meten, is het analyseren van foto's gemakkelijker dan het maken van tekeningen die min of meer op schaal zijn. Een compromis kan zijn om de leerlingen in groepjes te laten werken en beschrijvingen te laten maken van wat ze zien, terwijl de telefoonversie van het experiment als demonstratie wordt uitgevoerd. De beelden van deze activiteit kunnen dan door de hele klas gedeeld en geanalyseerd worden.

### Vorbereiding

U kunt dit van tevoren uitproberen om te zien wat de beste hoogte en positie is voor een telefoon (indien van toepassing) en/of hoe lang het duurt voordat ijsblokjes van de grootte die u van plan bent te gebruiken, merkbaar smelten in de omgeving van uw klaslokaal.

## Gezondheid en veiligheid

Zorg ervoor dat de borden (en boeken/blokken als u die gebruikt) stabiel staan en niet over de rand van de tafel hangen. Ze moeten enige tijd op hun plaats blijven en er bestaat een risico op morsen als ze losraken.

Instrueer de leerlingen om niets - ook hun vingers niet! - in hun mond te stoppen.

Zorg ervoor dat er materiaal is om gemorste vloeistof op te ruimen.

### Opdracht

1. Verwijs terug naar het verhaal van de vorige activiteit. De nieuwslezer zei dat het ijs aan het smelten was. Hoe weten we hoeveel ijs er is en hoe het verandert als er zo veel ijs is? In het verhaal stond dat we satellieten gebruiken. Leg de leerlingen uit dat die rond de aarde gaan en van bovenaf beelden kunnen maken die wetenschappers kunnen gebruiken om het ijs in de gaten te houden en in kaart te brengen.
2. Vertel de leerlingen dat ze smeltend ijs gaan monitoren en/of in kaart gaan brengen. Neem ze mee door de opstelling zoals beschreven op leerlingblad 2. Vraag de leerlingen na te gaan hoe de opstelling op de foto's model staat voor de situatie in de wereld: de plaat is een deel van de aarde, het ijsblokje is een ijskap of gletsjer, de knoppen zijn dingen die op één plaats blijven en vanuit de ruimte gemakkelijk te zien zijn, zoals steden of landtongen (of GPS-referentiepunten), de camera is de sensor op de satelliet die om de zoveel tijd over hetzelfde deel van de aarde gaat.
3. Laat de leerlingen de apparatuur opstellen en de resultaten met een passend interval noteren - bijvoorbeeld om de vijf minuten gedurende een half uur.
  - Als ze beschrijvingen schrijven of foto's nemen voor latere analyse, kunnen de tussenpozen worden gebruikt om voorspellingen en vergelijkingen te bespreken. Zijn er verschillen in wat de verschillende groepen zien? Waarom? Wat verwachten we de volgende keer te zien? Hoe lang denken we dat het nog duurt voor al het ijs gesmolten is?
  - Als ze tekeningen op ruitjespapier hebben gemaakt, kunnen ze de intervallen gebruiken om de oppervlakte van het ijs te meten en te noteren en misschien hun laatste gegevenspunt in een grafiek uitzetten met van tevoren opgestelde assen.
4. Als de klas alleen beschrijvende waarnemingen heeft gedaan (in woorden of foto's), bespreek dan wat er met het ijs is gebeurd en hoe de leerlingen zouden verwachten dat dit zou veranderen als de lucht warmer was. Vraag hen in groepjes te bespreken hoe ze dit idee zouden kunnen testen. Kunnen ze een manier bedenken waarbij het niet nodig is de verwarming in het klaslokaal hoger te zetten (bv. in een ander deel van het klaslokaal, buiten in de zon, of in een doos om tocht te voorkomen)?
5. Als u of de leerlingen foto's van het smeltende ijs hebben genomen, importeer die dan in een document of presentatie en zorg ervoor dat alle beelden even

groot zijn. (Zoals ze zullen zijn als de camera op zijn plaats bleef. Als de camera bewoog, kan het nodig zijn de referentiepunten te gebruiken om de foto's te vergroten of te verkleinen).

De leerlingen kunnen dan de oppervlakte van het ijs op elk interval meten met behulp van een transparant raster dat op het scherm of een afdruk is aangebracht, of de omtrekken van het ijs van een afdruk op ruitjespapier natekenen. Als u als klas hebt gewerkt, kunt u deze taak misschien over de klas verdelen.

6. Vraag de leerlingen een grafiek te maken van de oppervlakte van het ijs in verhouding tot de tijd en bespreek wat die grafiek laat zien. Hoe zou de grafiek veranderen als het ijs sneller zou smelten? Verandert de snelheid waarmee het ijs smelt als de hoeveelheid ijs verandert? Wat suggereert dit over hoe de ijskappen van Antarctica en Groenland in de toekomst zullen smelten?

## Voorbeeld resultaten

De resultaten in Figuur 4 en de table laten resultaten zien die op een zonnige dag, in de buitenlucht, in augustus verkregen zijn.

Figuur 5 toont een reeks beelden van een tweede run die zijn bijgesneden en verkleind zodat een raster kan worden gebruikt om de oppervlakte van het ijs in beide gevallen te vergelijken.



Figuur 4: smeltend ijs. Observaties om 13:30 (links) en 13:50 (rechts) (Bron: ESA CCI)

Tijd	Tijd verstreken sinds het begin van het experiment (in minuten)	Observaties
13:30	0	Een groot blok ijs
13:35	5	De randen van de het blok ijs zijn gesmolten, en het is naar een andere plek gegleden.
13:40	10	Het blok ijs is nog verder verschoven. Het kan zijn dat hij is gaan glijden, of misschien heft iemand tegen de tafel aangelopen.
13:45	15	Het blok ijs is nog verder gesmolten.
13:50	20	Er is bijna geen ijs meer over.



Figuur 5: De foto's van het smelten van het ijs gedurende het experiment. Bijgeknipt en uitvergroot op zo'n manier dat de oppervlakte van het ijs makkelijk gemeten en vergeleken kan worden. (Bron: ESA CCI)

## Activiteit 3: HET VERWARMEN VAN WATER

Een experiment ter illustratie van de thermische expansie van water. Dat dit een belangrijke oorzaak is van het stijgen van de zeeën wordt genoemd in het verhaal in Activiteit 1 en verder onderzocht in Activiteit 3.

### Benodigheden

- 2 identieke flessen met plastic deksels voor elke groep - kleine flessen geven snellere resultaten; 500 ml PET-waterflessen werken goed
- 2 transparante rietjes voor elke groep - smallere rietjes zijn beter
- Voedingskleurstof of inkt
- Een kan of grote beker voor elke groep
- Speeldeeg of vergelijkbaar materiaal - elke groep heeft een stuk ter grootte van een walnoot nodig
- Warmtebron - dit kan bijvoorbeeld een zonnige vensterbank zijn, een leeslamp met een gloeilamp, een kom heet water om als waterbad te gebruiken, een warmtekussen van het soort dat gebruikt wordt om thuis wijn te maken, een haardroger of een ventilatorkachel
- Doeken om gemorste vloeistof op te ruimen
- Een schaal voor elke groep om in te werken (optioneel)
- Markeerstift en liniaal (optioneel)
- Werkblad 3 voor de leerlingen - één exemplaar per leerling met reservekopieën in geval van morsen
- Krijt of plakband om een doos op de grond te markeren

### Vorbereiding

- Maak een gat voor het rietje in het deksel van elke fles met een bradawl of een puntige schaar. Als de flessen een tepel hebben, verwijder dan het deksel en knip het plastic aan de binnenkant van de tepel weg, zodat het rietje erin kan.
- Misschien wilt u kannen met gekleurd water klaarzetten in plaats van de kinderen het water zelf te laten kleuren.
- Als er laboratoriummateriaal beschikbaar is, kunt u kookpijpen, capillaire slangen en een stop met gaatjes gebruiken. Het buisje moet goed in het gat van de stop passen, dus het is raadzaam het van tevoren in te brengen om de kans op verwondingen door gebroken glas te verkleinen.
- De tijd die nodig is om meetbare resultaten te verkrijgen varieert sterk, afhankelijk van de gebruikte apparatuur en warmtebron. Het is daarom belangrijk dit van tevoren uit te proberen en de sessie dienovereenkomstig te structureren.

### Gezondheid en veiligheid

Instrueer de leerlingen om niets in hun mond te stoppen, ook hun vingers niet! - in hun mond te steken.

Als er elektrische apparaten gebruikt moeten worden, zorg er dan voor dat ze op veiligheid getest zijn, dat de leerlingen ze niet met natte handen aanraken en dat de snoeren geen struikelgevaar opleveren.

Waarschuw de leerlingen als de warmtebron waarschijnlijk heet aanvoelt (hoewel het gebruik van dergelijke apparaten niet wordt aanbevolen).

Zorg ervoor dat er materiaal beschikbaar is om gemorste vloeistof op te ruimen.

## Opdracht

1. Kijk terug naar het verhaal in Activiteit 1. Juffrouw Bauro vertelt Joena en Afa dat warm water meer ruimte inneemt dan koud water, maar ze toont hen niet dat dit zo is. Leg uit dat dit uitzetting heet, en bespreek of we thuis al dan niet zien dat water uitzet. Als we een fles water uit de koelkast halen, wordt die dan voller? (Misschien moet u erop wijzen dat er iets anders aan de hand is als een pan overkookt!) Heeft juffrouw Bauro ongelijk? Misschien niet.
2. Bespreek het idee dat de verandering van het volume van een vloeistof veel beter zichtbaar is als we het in een smalle bak doen. (Je zou een rietje als pipet kunnen gebruiken om wat gekleurd water op te nemen en over te brengen in een bekeerglas - het water verschijnt in het rietje maar bedekt nauwelijks de bodem van de grotere beker). Dus als de enige plaats waar water heen moet wanneer het uitzet, een smalle plaats is, zullen we de verandering kunnen zien.
3. Laat de leerlingen de apparatuur klaarzetten zoals beschreven op leerlingenwerkblad 3. U moet hen vertellen waar ze elke fles moeten laten en hoe lang. Bij jongere leerlingen kan het helpen om het water met alle apparatuur op een dienblad te zetten (zoals een ondiep opbergbakje) om morsen tegen te gaan. Als de opstelling die u gebruikt gevoelig is, kunt u oudere of meer vaardige leerlingen vragen een grafiek te maken van hoe het niveau in de loop van de tijd verandert. Het kan voor hen gemakkelijker zijn om een markering aan te brengen op het rietje waar het de fles raakt en vervolgens het waterniveau met tussenpozen te markeren; zij kunnen de metingen verrichten wanneer de apparatuur is gedemonteerd.
4. De volgende stap kan worden uitgevoerd terwijl de leerlingen wachten tot het water warm is, of nadat ze de resultaten hebben genoteerd, naar gelang van het geval. Herinner de leerlingen eraan of leg uit dat alles uit deeltjes bestaat en dat hoe heter iets is, hoe sneller de deeltjes erin bewegen. Laat een groepje leerlingen (vier tot een hele klas) dicht bij elkaar gaan staan en met krijt of plakband een vakje rondom hen op de grond markeren. Vraag de leerlingen te wiebelen en dan sneller te bewegen - ze zullen het al gauw moeilijk vinden om in de doos te blijven. Als de deeltjes sneller bewegen, nemen ze meer ruimte in beslag.
5. Vraag de leerlingen deze ideeën te gebruiken om uit te leggen wat ze zagen gebeuren in hun experiment en noteer hun ideeën op het werkblad.
6. De zeeën zijn enorm, niet smal zoals het stro, dus het lijkt misschien dat ze niet zo veel zullen stijgen. Bespreek dit met de leerlingen en breng de volgende punten naar voren:



- Water is heel goed in het opslaan van warmte (denk aan hoe lang een bad met water warm blijft in vergelijking met hoe snel de lucht in een kamer afkoelt).
- De oceanen bedekken 70% van onze planeet en zijn erg diep - dat is heel veel water.
- Veel van de grote steden in de wereld - en dus veel van de wereldbevolking - liggen aan de kust en zullen dus worden getroffen door relatief kleine stijgingen. (De leerlingen kunnen kaarten en bevolkingsgegevens gebruiken om dit verder te onderzoeken).
- Overstromingen en het verdwijnen van land zijn niet het enige probleem. Denk maar aan de gevolgen van zeewater dat in grond sijpelt die het normaal niet bereikt - delen van veel steden liggen onder de grond, nattere grond kan gebouwen minder goed ondersteunen, we halen zoet water uit de grond en planten zijn er ook van afhankelijk.
- Wetenschappers houden daarom de zeetemperatuur en het zeespiegel nauwlettend in de gaten en in de volgende activiteit zullen we enkele van hun gegevens bekijken.

### Voorbeeld resultaten

Zoals gezegd hangen de resultaten af van de gebruikte apparatuur en de omgeving, maar het water moet zich verplaatsen in het rietje van de fles die op een warme plaats wordt gelaten. De in Figuur 6 getoonde fles heeft ongeveer vijf minuten in de kom met heet leidingwater gestaan.

Het niveau van de fles die op een koele plaats stond, kan iets veranderen als het gebruikte water koeler was dan de omgeving.

### Werkblad antwoorden:

Door de warmte gaan de waterdeeltjes meer bewegen. Als ze meer bewegen, nemen ze meer ruimte in. Het water zette zich dus uit in het rietje omdat er geen ruimte meer was in de fles. Zoals eerder aangegeven, kunnen de resultaten enigszins afwijken afhankelijk van het gebruikte materiaal en de omgeving waar de opdrachten worden uitgevoerd. In ieder geval zal het water via het rietje in de fles stromen die in een warme omgeving staat/heeft gestaan. De fles (zie Figuur 6) heeft 5 minuten in een bak met warm water gelegen. Er kan een klein verschil optreden als de fles in een koudere omgeving is geplaatst en de temperatuur van het water in de fles kouder was.



*Figuur 6: het resultaat van het verwarmen van water (Bron: ESA CCI)*

## Activiteit 4: WARME EN KOUDE ZEEËN

In deze activiteit gebruiken de leerlingen de web applicatie Climate from Space om de temperatuur van het zeeoppervlak en de veranderingen van de zeespiegel over de hele wereld te onderzoeken. Door beide datasets samen te bekijken, krijgen de leerlingen de gelegenheid satellietgegevens in verband te brengen met experimenteel werk over thermische uitzetting.

### Benodigheden

- Internettoegang
- Klimaat uit de ruimte webapplicatie
- Werkblad 4 (2 bladzijden)
- Kleurpotloden

### Opdracht

1. Vraag de leerlingen de web applicatie Climate from Space te openen en navigeer naar de gegevenslaag over de temperatuur van het zeeoppervlak. Zorg ervoor dat de leerlingen de kleurenschaal begrijpen (blauw is koel, rood is heet). Het is de moeite waard te bespreken waarom de laagste temperatuur net onder het vriespunt ligt (zeewater bevriest bij een lagere temperatuur dan zoet water) en hoe de warmste temperatuur op de schaal zou aanvoelen (zwembaden worden vaak verwarmd tot 28-29°C, een warm bad zal 40-45°C zijn).
2. Geef de leerlingen de tijd om de gegevens te bestuderen voordat u hen vraagt de eerste twee vragen op leerlingenwerkblad 4.1 te beantwoorden.  
U kunt de leerlingen aanmoedigen een getallenlijn te tekenen om hen te helpen de tweede vraag te beantwoorden als ze niet vertrouwd zijn met bewerkingen met negatieve getallen.
3. Demonstreer hoe over te schakelen naar de dataset over het zeespiegel en bespreek opnieuw de kleurenschaal. Dit stapje is misschien niet nodig voor oudere leerlingen die verder kunnen gaan door de instructies op het werkblad te volgen.
4. Vraag de leerlingen de vragen 3 en 4 van het werkblad te beantwoorden. Ze zullen waarschijnlijk een onlinekaart of atlas moeten raadplegen om de locaties te vinden. Leerlingen die sneller werken, zouden wat tijd kunnen besteden aan onderzoek naar de schommelingen van de zeespiegel op één enkele plaats. Is er een regelmatig patroon over een jaar? Is er een trend op langere termijn?
5. Laat de leerlingen zien hoe ze twee wereldbollen naast elkaar kunnen zetten, als dat nodig is, voor ze hen vragen verder te gaan met de vragen op leerlingenwerkblad 4.2.  
De leerlingen kunnen op zoek gaan naar interessante patronen in andere jaren, onderzoeken hoe de plaats en het traject van stromen koeler water van jaar tot jaar verschillen, of zelfstandig onderzoek doen naar El Niño.

## Werkblad antwoorden

### Zee temperaturen

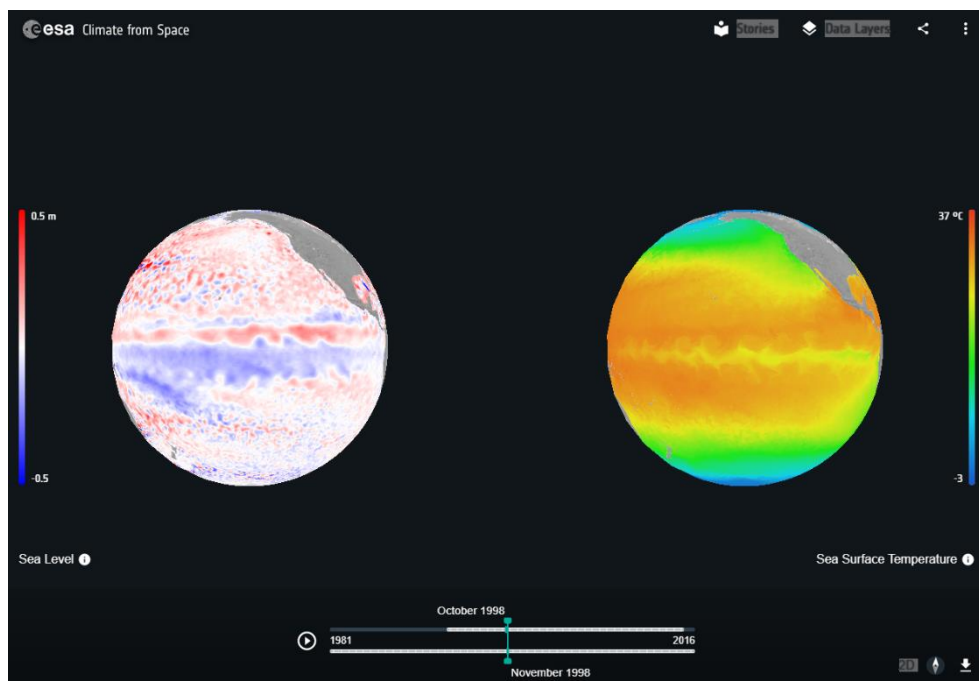
1. De Zuidpool.
2. Ongeveer 40°C:  $37^{\circ}\text{C} - (-3^{\circ}\text{C}) = 40^{\circ}\text{C}$

### Niveau van de zeespiegel

	Plaats	Datum	Zeespiegel
3.	Rode zee	Augustus 1994	Veel lager dan normaal
4.	Baltische Zee	Januari 2000	Veel hoger dan normaal
	Middellandse Zee	April 2004	Iets lager dan normaal
	Noordzee	Februari 2009	Ongeveer hetzelfde als normaal/ iets lager dan normaal
	Golf van Guinee	Mei 2015	Iets hoger van normaal

### Vergelijking van de zeespiegel en de temperatuur

5. De afbeeldingen van de leerlingen moeten vereenvoudigde versies zijn van de gegevens in Figuur 7.



Figuur 7: Zeespiegel en zeetemperatuur in October 1998 volgens de Climate from Space webtoepassing (Bron: ESA CCI)

**Opmerking:** Er was een sterke La Niña in 1998-1999. Het tegenovergestelde patroon - El Niño - is duidelijk te zien in de gegevens over de zeespiegel (zie bijvoorbeeld oktober-december 2015), maar minder in de temperatuurgegevens, omdat hier naar absolute waarden wordt gekeken in plaats van naar verschillen.

6. a. Lager dan normaal

- b. Koeler water neemt minder ruimte in dan warmer water (over dit temperatuurbereik).

## Werkblad 1: LAND IN GEVAAR

1. Waarom stijgt de zeespiegel?  
(In het verhaal worden vier redenen genoemd, kun jij die allemaal vinden?)

---



---



---



---

2. Juffvrouw Bauro, Joena and Afa doen twee experimenten.  
Schrijf stap-voor-stap instructies om iemand te helpen deze experimenten te herhalen. Maak een lijst van de apparatuur die ze nodig hebben en teken diagrammen om te laten zien hoe de apparatuur moet worden opgesteld. (Je hoeft misschien niet elke regel te gebruiken.)

### Experiment 1

#### Wat je nodig hebt

---



---

#### Diagram

#### Wat te doen

Stap 1 \_\_\_\_\_

---

Stap 2 \_\_\_\_\_

---

Stap 3 \_\_\_\_\_

---

Stap 4 \_\_\_\_\_

---

Stap 5 \_\_\_\_\_



## Experiment 2

### Wat je nodig hebt

---

---

### Diagram

### Wat te doen

Stap 1 \_\_\_\_\_

---

Stap 2 \_\_\_\_\_

---

Stap 3 \_\_\_\_\_

---

Stap 4 \_\_\_\_\_

---

Stap 5 \_\_\_\_\_

---

## Werkblad 2: het smelten van ijs

### Wat je nodig hebt

- Een bord
- Drie of vier knopen (verschillende kleuren)
- Klei
- Een groot blok ijs
- Een klok

### Wat ook handig is

- Een stapel boeken
- Een mobiele telefoon (met camera)
- Rekenpapier (of ruitjespapier)

### Wat te doen

1. Gebruik het speelklei om de knopen aan de rand van de plaat te plakken. Leg ze op gelijke afstand van elkaar. Dit zullen referentiepunten zijn om je te helpen zien of het ijs is verschoven.
2. Als je een telefoon gaat gebruiken om foto's te maken, leg hem dan bovenop een stapel boeken zoals op de foto's.
3. Leg je blok ijs in het midden van de plaat.
4. Noteer de tijd en teken of maak een foto of beschrijf wat je ziet. Dit zijn je eerste waarnemingen.
5. Kijk af en toe (je leraar zal je vertellen hoe vaak) goed naar het ijs.

### Resultaten

Telkens als je naar je ijs kijkt, noteer je de tijd en wat je ziet. De kernvragen in het onderstaande kader helpen je om goed te kijken.

Je kunt een tabel maken en opschrijven wat je ziet, foto's nemen of tekeningen maken - misschien zelfs op schaal op ruitjespapier.

### Discussie

Hoe lang duurde het voordat het ijs gesmolten was? \_\_\_\_\_

Hoe verwacht je dat je resultaten veranderen als je dit experiment ergens zou doen waar het warmer was?

\_\_\_\_\_

Maak samen met je groepje een plan hoe je dit idee zou kunnen testen.

### Gezondheid en veiligheid

- Zorg ervoor dat je apparatuur niet over de rand van de tafel uitsteekt.
- Dweil snel gemorste vloeistof op.
- Proef niets. Houd uw handen uit de buurt van uw mond.



Gebruik een mobiele telefoon om goed bij te houden hoe het ijs smelt. De bovenste foto is een foto van de zijkant, de onderste foto van bovenaf. (Bron: ESA CCI)

### Hulp vragen

1. Is het ijs van grootte veranderd?
2. Is het ijs van vorm veranderd?
3. Is het ijs verschoven? Hoe? Waarheen? Waarom?

## Werkblad 3: HET VERWARMEN VAN WATER

### Wat je nodig hebt

- 2 plastic flessen met een gat in de dop
- Gekleurd water (bijvoorbeeld met kleurstof of ranja gevuld)
- 2 rietjes
- Klei

### Wat te doen

1. Plaats je flesjes zoals op de afbeelding hiernaast:
  - a. Vul de flesjes tot de rand met gekleurd water en plaats de dop.
  - b. Duw het rietje door het gaatje in de dop van de fles. Zorg dat drie kwart van het rietje uitsteekt boven het flesje.
  - c. Plaats wat klei rondom het rietje en de dop, zodat er geen lucht kan ontsnappen en het rietje stevig vast zit.
2. Plaats 1 flesje op een koele plaats.
3. Plaats 1 flesje op een warme plaats.
4. Laat de flessen een tijdje staan.

### Wat is er gebeurd?

Schrijf hieronder wat er is gebeurd

Fles in koele plaats	Fles in warme plaats

### Uitleg

Gebruik jouw ideeën over wat er kan zijn gebeurd

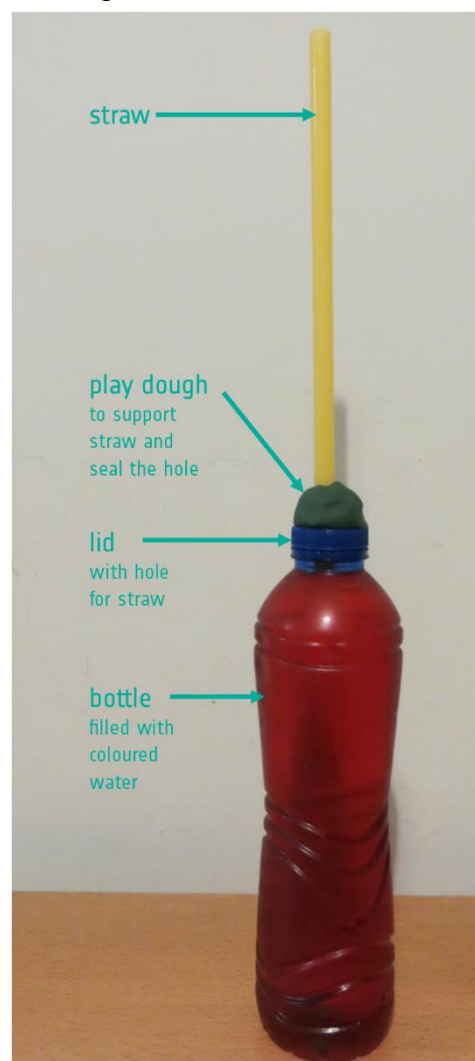
---



---

### Gezondheid en veiligheid

- Giet het gekleurde water voorzichtig uit, zodat je geen vlekken maakt op je huid of iets anders.
- Dweil gemorste vloeistof snel op.
- Proef niets. Houd uw handen uit de buurt van uw mond.
- Zorg ervoor dat je handen droog zijn voordat je elektrische apparatuur aanraakt.
- Wees voorzichtig in de buurt van hete voorwerpen.



(Bron: ESA CC)





## Werkblad 4: Warme en koude zee

### Temperatuur van de zee

Open de web applicatie Climate from Space ([cfs.climate.esa.int](https://cfs.climate.esa.int)).

Klik op het 'Data Layers' symbol in de rechterbovenhoek en kies 'Sea Surface Temperature'.

Zorg ervoor de begrijpt wat de verschillende kleuren betekenen, en hoe de verschillende knoppen op het scherm je helpen om in te zoomen op verschillende plaatsen, of verschillende jaren.

1. Beweeg de aardbol zodat je de Zuidpool kan zien. Doe daarna hetzelfde voor de Noordpool. Welk van de twee heeft kouder water om zich heen?  
\_\_\_\_\_
2. Bereken het temperatuursverschil tussen de ocean bij de equator en de ocean nabij de Noord-en Zuidpool  
\_\_\_\_\_

### Zeespiegels

Open de 'Data Layer' lijst.

Kies 'Sea Level'.

Deze kaart laat je de gemiddelde zeespiegel zien, vergeleken met het wereldwijde gemiddelde van jaar tot jaar. Een blauwe kleur betekend dat de zeespiegel lager is dan normal. Een rode kleur betekend dat de zeespiegel hoger is dan normal. Hoe donkerder de kleur, hoe groter het verschil.

3. Beweeg de aardbol en het puntje op de tijdlijn zodat je de Rode Zee in Augustus 1994 ziet. Was de zeespiegel veel hoger dan normaal? Iets hoger dan normal? Hetzelfde als normal? Iets lager dan normaal of veel lager dan normaal? Schrijf je antwoord op in onderstaande tabel.
4. Doe hetzelfde voor de andere combinaties van plaatsen en tijden zoals benoemd in de tabel.

Plaats	Datum	Zeespiegel
Rode zee	Augustus 1994	
Baltische Zee	Januari 2000	
Middellandse Zee	April 2004	
Noordzee	Februari 2009	
Golf van Guinee	Mei 2015	

## Vergelijken van de zeespiegel en temperaturen

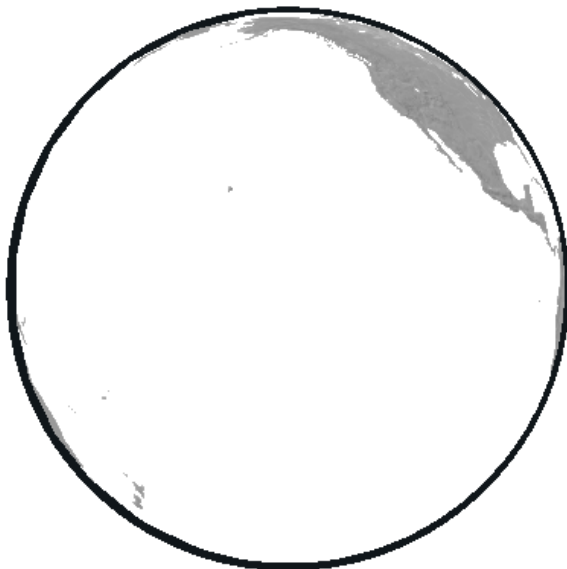
Open de 'Data Layers' lijst weer.

Klik op 'COMPARE' (dit staat naast 'Sea Surface Temperature')

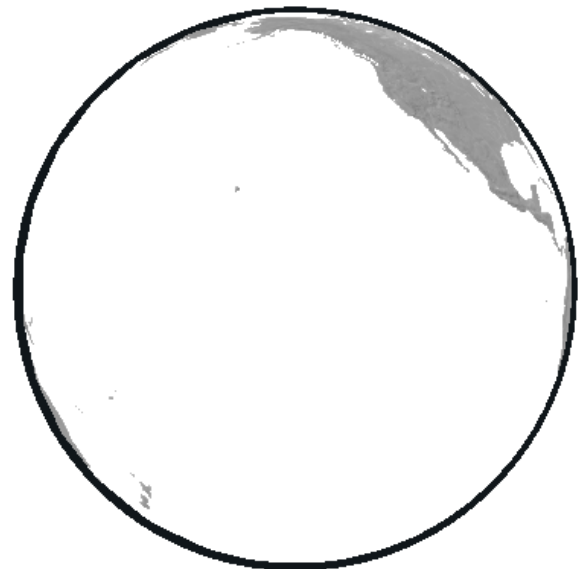
Als het goed is, zie je nu twee aardbollen naast elkaar op je scherm.

5. Draai de aardbollen allebei op zo'n manier dat je de Grote Oceaan ziet, met een klein beetje van Amerika in de rechterbovenhoek. Nieuw-Zeeland zou je in de linkeronderhoek moeten zien (zoals in de onderstaande figuur). Gebruik de tijdlijn om naar October 1998 te gaan. Teken nu onderstaande diagram in zoals je ze ook op je beeldscherm ziet. Voeg een legenda toe.

**Zeespiegel**



**Zeetemperatuur**



lager dan normaal → hoger dan normaal

koud → warm

6. Kijk naar de aardbol die de temperatuur laat zien. Zie je de lijn met kouder water rond de eqautor? Kijk nu naar diezelfde lijn op de andere kaart (met de zeespiegel)

a. Wat is de zeespiegel-niveau op plaatsen waar de temperatuur het laagst is?

---

b. Waarom?

---



---

## Informatieblad 1: LAND IN GEVAAR

(Bron: Diederik Veerman, Museum Den Haag)



Kiribati (je zegt het 'ki-ri-bas') is een groep kleine tropische eilanden in de Stille Oceaan. Joena woont op een van deze eilanden met haar moeder, vader en broertje in een prachtig huis dicht bij het strand. Vele, vele generaties van haar voorouders leefden op hetzelfde eiland. Haar vader is een visser, haar moeder is een verpleegster. Afa is Joena's beste vriendin. Samen spelen ze op

het strand, zwemmen in de lagune en proberen in de palmbomen te klimmen. Het leven in Kiribati is goed.

Na een dag buiten, zit Joena graag op de bank met een kop chocolade. Soms kijkt ze met haar moeder naar het nieuws. Meestal helpt dit Joena om in slaap te vallen, maar vandaag hoorde ze iets dat haar schokte. De nieuwslezer had het over de opwarming van de aarde en zei dat de temperatuur van de aarde stijgt. Omdat het warmer is, stijgen alle zeeën en oceanen over de hele wereld. De nieuwslezer zei dat wetenschappers verwachten dat de eilanden van Kiribati volledig verdronken zullen zijn tegen het jaar 2100.

Joena kan niet slapen omdat ze bang is dat haar familie op een dag zal moeten verhuizen. Ze zou graag willen weten waarom het niveau van de oceaan stijgt. Hoewel het nu midden in de nacht is, belt ze Afa. Hij weet het ook niet, dus besluiten ze om morgenochtend met hun leraar te gaan praten.

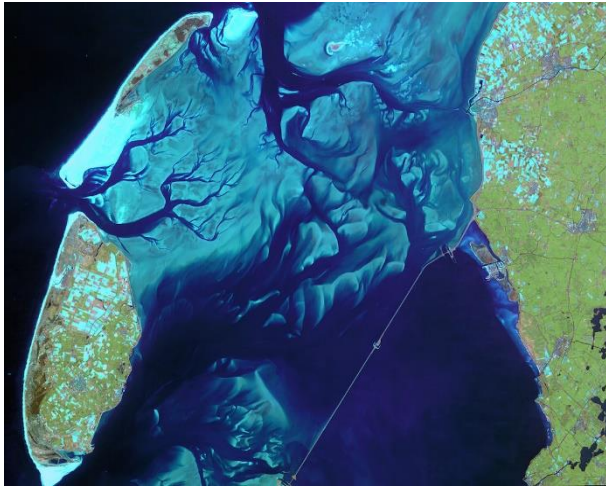
Joena en Afa zitten de volgende dag als eerste in de klas. Ze vragen hun lerares, juffrouw Bauro, of ze een minuutje heeft. Als ze haar vertellen wat er op het nieuws is gezegd, is ook zij geschokt.

'Maar waarom gebeurt het dan?' vraagt Joena. 'Is het omdat het ijs waar de ijsberen op leven aan het smelten is?'

Juffrouw Bauro staat op. 'Wacht even', zegt ze en loopt weg.

Vijf minuten later komt ze terug met een emmer water en een zak ijsblokjes. Ze gooien de ijsblokjes in de emmer en zetten die op een zonnige vensterbank. Als ze een uur later in de emmer kijken, zien ze dat de drijvende ijsblokjes allemaal verdwenen zijn, maar dat er niets met het waterpeil is gebeurd. Nu staan ze nog meer perplex. Als het ijs dat in zee drijft het water niet doet stijgen, wat dan wel?

De volgende dag doen juffrouw Bauro, Joena en Afa een nieuw experiment met de emmer water en een nieuwe zak ijsblokjes. Juffrouw Bauro heeft een eiland van zand gemaakt in het midden van de emmer en deze keer leggen ze de ijsblokjes op het eiland. 'We komen over een paar uur terug om te kijken wat er is gebeurd,' zegt de juf. Als ze terugkomen, zien ze dat alle ijsblokjes verdwenen zijn en dat het eiland bedekt is met water.



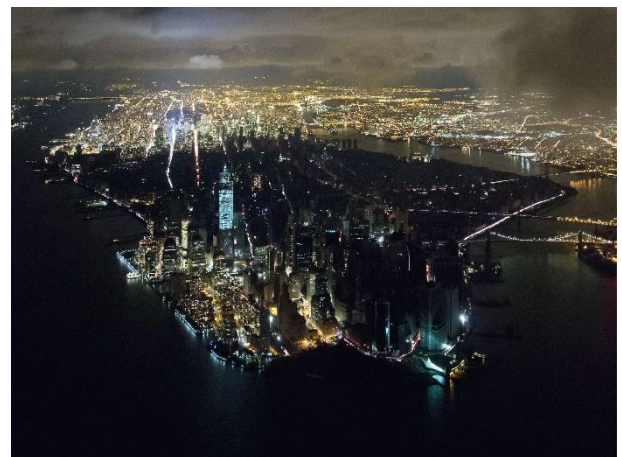
*Het beschermen van landen tegen de stijgende zeespiegel. Deze foto, gemaakt door een satelliet, laat de Afsluitdijk zien die de Nederlandse kust beschermt tegen de Noordzee (Bron: CNES/Spot Image)*

Juffrouw Bauro legt uit dat er overal ter wereld water is. Er is grondwater diep in de aarde, rivieren van ijs die gletsjers worden genoemd in hoge bergen, ijs dat drijft in koude zeeën rond de polen, en ijskappen die het grootste deel van het land op Antarctica en Groenland bedekken. Wanneer de gletsjers en ijskappen smelten, komt het water in de oceanen terecht. Wanneer mensen grondwater oppompen om te drinken of te gebruiken in fabrieken om dingen te maken, zal dat water uiteindelijk in de oceaan terecht komen. Dus het smelten van ijs op het land en het opgebruiken van water uit de grond zijn beide oorzaken van de zeespiegelstijging.

Maar er is nog een reden. De zee zelf wordt warmer, en warm water neemt meer ruimte in dan koud water. Met zoveel water in de oceanen is bijna een derde van de stijging van de zeespiegel te wijten aan de uitzetting van de oceanen in plaats van aan het smelten van het ijs.

Kiribati is niet de enige plek waar de stijgende zeeën voor problemen zorgen. In Groot-Brittannië verlaten mensen een stadje aan de kust van Wales omdat er geen manier is om het te beschermen als de zee hoger wordt. Veel van 's werelds grootste steden liggen dicht bij een kust. De mensen die daar wonen moeten zich ook verdedigen tegen de stijgende zee of verhuizen naar hoger gelegen grond.

Met satellieten kunnen we sommige veranderingen meten die tot zeespiegelstijging leiden, zoals de omvang van gletsjers, de dikte van ijskappen, en de temperatuur van de oceaan. We kunnen zelfs het zeeniveau zelf meten. Wetenschappers houden deze dingen al heel lang bij. Door ze allemaal samen te bekijken, krijgen we een beter beeld van het huidige zeeniveau en kunnen we bepalen hoe het in de toekomst waarschijnlijk zal stijgen, zodat we weten welke plaatsen het zwaarst zullen worden getroffen. Als we weten wat er kan gebeuren, kunnen mensen overal ter wereld plannen maken om hun steden en landen te beschermen.



*Zelfs wanneer het land nog boven de zeespiegel uitkomt, kan je problemen hebben. Toen orkaan Sandy in oktober 2012 New York bereikte, was er sprake van een 'stormvloed'. Tunnels, metro's en elektriciteitscentrales kwamen onder water te staan, en bijna twee miljoen mensen kwamen zonder stroom te zitten. (Bron: Iwan Baan/Getty Images)*

## Links

### ESA bronnen

Climate from Space web applicatie (online bron)

<https://cfs.climate.esa.int>

Klimaat voor scholen

<https://climate.esa.int/nl/educate/climate-for-schools/>

Onderwijzen met ruimte

[http://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Teach\\_with\\_space3](http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3)

Climate Detectives: *The ice is melting*

[https://www.esa.int/Education/Teachers\\_Corner/The\\_ice\\_is\\_melting\\_How\\_can\\_we\\_investigate\\_the\\_effects\\_of\\_melting\\_ice\\_Teach\\_with\\_space\\_PR13](https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/The_ice_is_melting_How_can_we_investigate_the_effects_of_melting_ice_Teach_with_space_PR13)

### ESA ruimte projecten

ESA-Klimaatbureau

<https://climate.esa.int/nl/>

Ruimte voor ons klimaat

[http://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Space\\_for\\_our\\_climate](http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate)

ESA's Aardobservatiemissies

[www.esa.int/Our\\_Activities/Observing\\_the\\_Earth/ESA\\_for\\_Earth](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth)

Earth Explorers

[http://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/The\\_Living\\_Planet\\_Programme/Earth\\_Explorers](http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers)

Copernicus Sentinels

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Overview4](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4)

Copernicus Sentinel-6

[https://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-6\\_overview](https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-6_overview)

### Extra informatie

Tarawa, Kiribati

[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Videos/2020/09/Earth\\_from\\_Space\\_Tarawa\\_Kiribati](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/09/Earth_from_Space_Tarawa_Kiribati)

Video's over de aarde vanuit de ruimte

[http://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Sets/Earth\\_from\\_Space\\_programme](http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme)

ESA Kids

[https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate\\_change/Climate\\_change](https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change)