

Basis
8-11



lespakket

DE WATERKRINGLOOP

docentenhandleiding
en werkbladen voor leerlingen



Overzicht	pagina 3
Samenvatting van de activiteiten	pagina 5
Climate from Space	pagina 8
Klimaat en de waterkringloop: achtergrondinformatie	pagina 9
Activiteit 1: DE WATERKRINGLOOP VANDAAG EN MORGEN	pagina 11
Activiteit 2: ONDERZOEK NAAR VERDAMPING	pagina 13
Activiteit 3: HET ONDERZOEKEN VAN CONDENSATIE	pagina 16
Activiteit 4: PLANTEN, BODEM EN DE WATERKRINGLOOP	pagina 19
Activiteit 5: WATER IN DE BODEM	pagina 21
Activiteit 6: METEN VAN WATER IN DE BODEM VANUIT DE RUIMTE	pagina 24
Leerlingen werkblad 1	pagina 29
Leerlingen werkblad 2	pagina 30
Leerlingen werkblad 3	pagina 32
Leerlingen werkblad 4	pagina 33
Leerlingen werkblad 5	pagina 34
Leerlingen werkblad 6	pagina 36
Informatieblad 1	pagina 40
Links	pagina 42

Lespakket in het kader van het klimaatveranderingsinitiatief –
DE WATERKRINGLOOP

<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

THE WATERKRINGLOOP: Overzicht

Korte feiten

Vakken: Aardrijkskunde, Wetenschap, Aardwetenschappen

Leeftijdsgroep: 8–11 jaar

Type: lezen en praktische activiteiten

Complexiteit: eenvoudig tot gemiddeld

Benodigde lestijd: 6 uur

Kosten: laag (5–20 euro)

Locatie: binnen/buiten

Inclusief het gebruik van: aarde, water, verschillende bakken, maatcilinders, voedingskleurstof, standaard software, Internet

Trefwoorden: vast, vloeibaar, gas, fase, waterdamp, verdamping, condensatie, satelliet

Korte beschrijving

In deze reeks activiteiten zullen de leerlingen leren over de waterkringloop en in het bijzonder hoe water in de bodem bijdraagt aan de kringloop en reageert op veranderingen daarin.

De eerste activiteit maakt gebruik van het verhaal van een sneeuwvlok om de waterkringloop te illustreren.

Een reeks praktische activiteiten stelt de leerlingen in staat de processen van verdamping en condensatie van vrij water en water in de bodem nader te bekijken.

In de laatste activiteit gebruiken de leerlingen echte satellietgegevens om de veranderingen in bodemvocht over de hele wereld in de afgelopen jaren te onderzoeken.

Beoogde leerresultaten

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

Beschrijven hoe de fase van water verandert in de context van de waterkringloop.

Kennis over de waterkringloop toepassen om voor te stellen hoe die zou kunnen veranderen als gevolg van de opwarming van de aarde.

Factoren opnoemen die de verdampingssnelheid beïnvloeden.

Een experimentele procedure evalueren.

Gedetailleerde waarnemingen noteren.

Erkennen dat bodems water vasthouden.

Uitleggen dat planten een rol spelen bij het afvoeren van dit water naar de atmosfeer.

Een experiment uitvoeren om te bepalen hoeveel water een bodem kan vasthouden.

De resultaten van het experiment relateren aan de rol van de bodem in de waterkringloop.

De Climate from Space web applicatie gebruiken om veranderingen in het vochtgehalte van de bodem en aanverwante variabelen te onderzoeken.

Geschikte gegevens selecteren om een hypothese te onderzoeken.

Informatie uit verschillende bronnen integreren om een beknopte samenvatting van onafhankelijk onderzoek te presenteren.

Samenvatting van de activiteiten

	Titel	Beschrijving	Resultaat	Vereiste kennis	Tijd
1	De waterkringloop vandaag en morgen	Ontwikkeling van een diagram van de waterkringloop op basis van een leesopdracht. Discussie over het belang van zoet water	Beschrijf hoe water van fase verandert in de context van de waterkringloop. Pas kennis over de waterkringloop toe om te suggereren hoe deze zou kunnen veranderen als gevolg van de opwarming van de aarde.	Geen	1 uur
2	Onderzoek naar verdamping	Meting van de verdampingssnelheid in verschillende omstandigheden	Noem factoren die de verdampingssnelheid beïnvloeden. Evalueer een experimentele procedure.	Lengtes van een liniaal tot op de mm nauwkeurig af kunnen lezen	15 minuten voorbereiding 10 minuten één of twee keer per dag gedurende meerdere dagen 30 minuten plenair
3	Verkenning van condensatie	Goed kijken naar condenserend water	Noteer gedetailleerde observaties.	Geen	15 minuten voorbereiding 4 x 5 minuten gedurende 1-2 uur 20 minuten plenair
4	Planten, bodem en de waterkringloop	Aantonen dat water voor de waterkringloop uit de bodem kan komen en dat planten dit proces ondersteunen	Erken dat de bodem water vasthoudt. Leg uit dat planten een rol spelen in het verplaatsen van dit water naar de atmosfeer.	Geen Activiteit 3 kan nuttig zijn	15 minuten voorbereiding 5 minuten 20-60 minuten later 20 minuten voor de eindresultaten en de plenaire vergadering 20-60 minuten later
5	Water in de bodem	Metten hoeveel water de bodem kan vasthouden	Voer een experiment om te bepalen hoeveel water een bodem kan vasthouden. Leg het verband tussen de resultaten van het experiment en de rol van de bodem in de waterkringloop.	In staat zijn een maatcilinder te gebruiken	30 minuten voor fase 1 en 2 30 minuten enkele uren later voor fase 3 en de plenaire vergadering
6	Water in de bodem meten vanuit de ruimte	Onderzoeksactiviteit met behulp van de Climate from Space web applicatie	Gebruik de Climate from Space web applicatie om veranderingen in het bodemvochtgehalte en aanverwante variabelen te onderzoeken.	Geen Activiteit 5 geeft de leerlingen een	30-60 minuten plus onderzoekstijd (thuis leren) en feedback tijd

			Selecteer geschikte gegevens om een hypothese te onderzoeken. Integreer informatie uit verschillende bronnen om een beknopte samenvatting van onafhankelijk onderzoek te presenteren.	idee van wat de getallen betekenen	
--	--	--	--	------------------------------------	--

Praktische aantekeningen voor leraren

De in de samenvattende tabel vermelde **tijdschema's** gelden voor de belangrijkste oefeningen, ervan uitgaande dat alle leerlingen toegang hebben tot IT en/of dat de repetitieve berekeningen en grafieken over de klas worden verspreid. De tijd voor het delen van de resultaten is inbegrepen, maar niet de tijd voor de presentatie van de resultaten, want die zal variëren naar gelang van de grootte van de klas en de groepen. Alternatieve benaderingen kunnen meer tijd in beslag nemen.

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.

Ter ondersteuning van de **beoordeling** zijn werkbladantwoorden en voorbeeldresultaten voor praktische activiteiten bijgevoegd. Mogelijkheden om lokale criteria te gebruiken voor de beoordeling van kernvaardigheden zoals communicatie of gegevensverwerking zijn aangegeven in het relevante deel van de beschrijving van de activiteit.

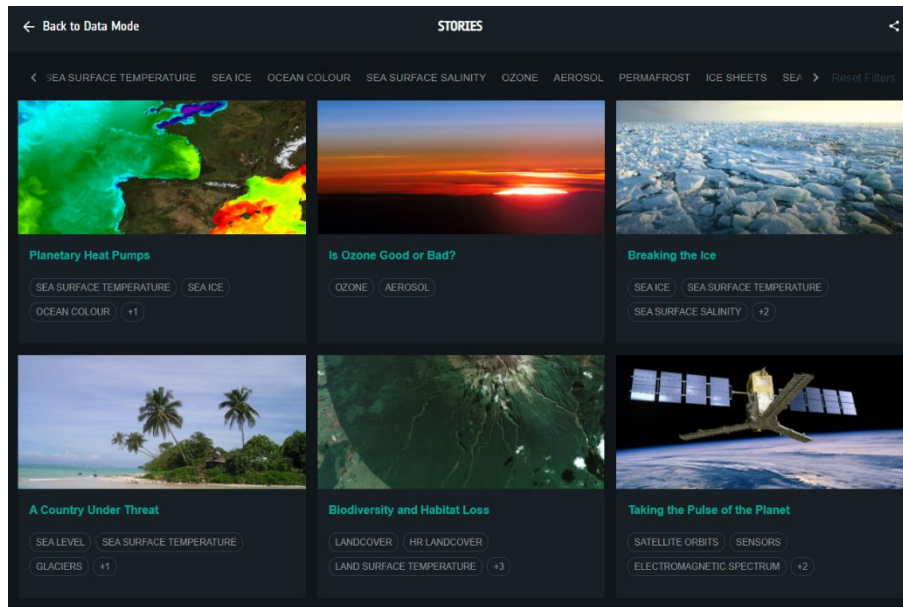
Gezondheid en veiligheid

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 Climate from Space web applicatie. 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

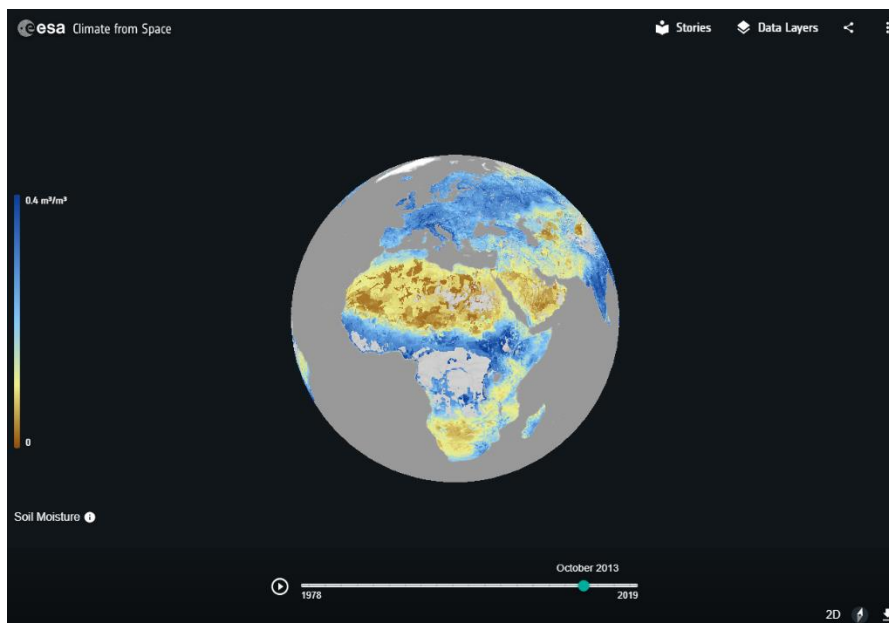
Climate from Space

ESA-satellieten spelen een belangrijke rol bij het monitoren van de klimaatverandering. Climate from Space (cfs.climate.esa.int) 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)

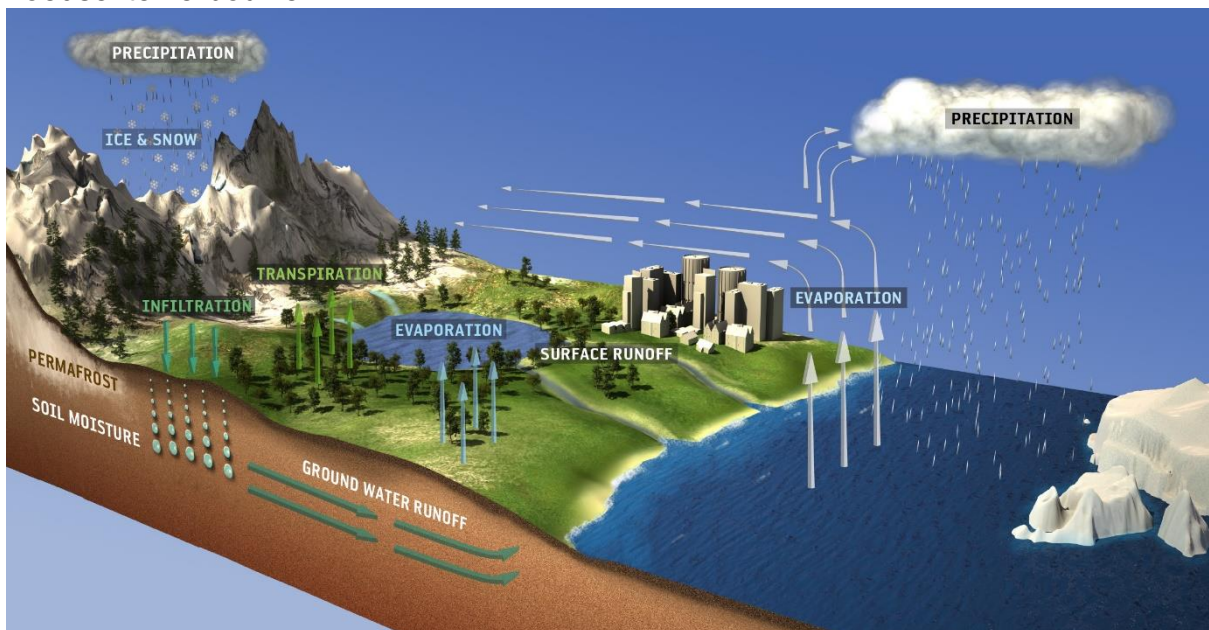
Het ESA klimaatveranderingsinitiatief produceert betrouwbare wereldwijde registraties van een aantal belangrijke aspecten van het klimaat die bekend staan als essentiële klimaatvariabelen (EKV's). Met de Climate from Space web applicatie kunt u meer te weten komen over de gevolgen van klimaatverandering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



Figuur 2: Verkenning van bodemvocht in de webtoepassing Climate from Space (Bron: ESA CCI)

Klimaat en de waterkringloop: achtergrondinformatie

Wanneer de zon de aarde verwarmt, stijgt warme vochtige lucht op vanaf het oppervlak van het land, de oceanen en andere watermassa's; de waterdamp in de lucht condenseert en vormt wolken; wanneer de waterdruppels in de wolk zwaar genoeg zijn, vallen ze als regen of sneeuw terug op aarde. Regenwater en smeltende sneeuw en ijs kunnen terugstromen naar de oceaan of in de grond sijpelen. Water dat in de aarde sijpelt, kan zich ophopen in ondergrondse waterhoudende lagen of worden opgenomen door de wortels van planten die het uiteindelijk weer de lucht in sturen. Deze waterkringloop is van cruciaal belang voor de instandhouding van het leven op aarde en wij zijn afhankelijk van het zoetwater dat er doorheen stroomt voor hygiëne en industrie, maar ook om te drinken en ons voedsel te verbouwen.



Figuur 3: De waterkringloop (Bron: ESA)

Zelfs uit een eenvoudige beschrijving van de waterkringloop zoals hierboven blijkt dat deze nauw verbonden is met het klimaat. Het effect van stijgende temperaturen op de waterkringloop lijkt op het eerste gezicht duidelijk: als de wereld opwarmt, zal ijs smelten, zal de verdamping toenemen en zal er meer water door de kringloop circuleren. Maar warme lucht kan meer vocht vasthouden, dus zal het ook echt meer gaan regenen? Of zal meer land uitdrogen? Meer waterdamp in de lucht betekent meer wolken. Zullen die meer zonne-energie de ruimte in reflecteren of als een deken fungeren omdat water ook een broeikasgas is? De waterkringloop wordt beïnvloed door het klimaat en beïnvloedt zelf het klimaat op complexe manieren die van plaats tot plaats over de hele wereld verschillen.

Klimaatwetenschappers die deze vragen proberen te beantwoorden, gebruiken satellietmetingen van allerlei zaken die met de waterkringloop te maken hebben, zoals ijs, sneeuw, de temperatuur van de oceaan, hoe we het land gebruiken, en bewolking. De activiteiten in dit pakket leiden de leerlingen naar een nadere beschouwing van water in de bodem.

Iets over woordenschat

"Water" is een van die woorden die we in ons dagelijks leven en bij het bedrijven van wetenschap op enigszins verschillende manieren gebruiken. Voor een wetenschapper is water water, ongeacht de fase waarin het zich bevindt, en dus zijn waterdamp (gas) en ijs (vast) evenveel water als vloeibaar water. Het is zo'n veel voorkomende stof dat hetzelfde probleem zich voordoet met sommige woorden die ermee in verband worden gebracht, dus is het de moeite waard ervoor te zorgen dat we ze correct gebruiken wanneer we wetenschap onderwijzen.

Wij hebben de neiging te spreken over water dat bij 100°C kookt en fase vormt, en wij beschouwen dit als de verandering van vloeibare fase in gasvormige fase. Maar de stoom die we zien zijn eigenlijk kleine druppeltjes vloeibaar water die zijn gecondenseerd in de koelere lucht: het gas zelf - waterdamp - is onzichtbaar. En vloeibaar water hoeft niet te koken om in een gas te veranderen. Het kan verdampen bij elke temperatuur*. Het is deze laatste verandering die van belang is in de waterkringloop.

Het woord voor de tegenovergestelde verandering wordt in de wetenschap ook op een preciezer manier gebruikt. Condensatie verwijst naar het proces van verandering van een gas in een vloeistof en niet naar de waterdruppels die zich vormen op een koud oppervlak of in de lucht.

*Dit gebeurt omdat er altijd enkele moleculen zijn die genoeg energie hebben om los te breken van het oppervlak. Hoe heter de vloeistof, hoe meer moleculen in staat zijn te ontsnappen. Als water kookt, vormen zich overal in de vloeistof gasbellen, die opstijgen en uiteenspatten. Verdamping hangt af van de snelheid van individuele moleculen en gebeurt alleen aan de oppervlakte; koken gebeurt als de gemiddelde snelheid van alle moleculen hoog genoeg is en vindt plaats in de hele vloeistof.

Activiteit 1: DE WATERKRINGLOOP VANDAAG EN MORGEN

Het verhaal van Stephan de sneeuwvlok illustreert de waterkringloop en de daarmee gepaard gaande veranderingen van fase. In deze activiteit denken de leerlingen na over het belang van water voor het leven, maken ze diagrammen van de waterkringloop op basis van hun lezing van het verhaal, en gebruiken ze die om ideeën te onderzoeken over de mogelijke invloed van de klimaatverandering op de kringloop. Zelfverzekerde lezers kunnen het verhaal zelfstandig lezen als voorbereiding op de les.

Benodigheden

- Informatieblad 1 (2 pagina's, tweede pagina optioneel)
- Leerlingen werkblad 1
- Gewoon papier en kleurpotloden, of geschikte software om afbeeldingen te maken

Oefening

1. Begin met een gesprek over waarom water - vooral zoet water - belangrijk is. Vraag de leerlingen hoe planten, dieren en mensen water gebruiken. Ze kunnen hun ideeën noteren door vraag 1 op het werkblad voor of na deze discussie te beantwoorden. U kunt ook nagaan waar we zoet water vandaan halen.
2. Als de leerlingen het verhaal van Stephan de sneeuwvlok op informatieblad 1 voor de les nog niet hebben gelezen, lees het dan met of aan de klas voor. Misschien kunt u het verhaal illustreren met behulp van een onlinekaart of een toepassing zoals Google Earth om de plaatsen te vinden die worden genoemd. U kunt een grote versie van de afbeelding van de gletsjer downloaden van https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/01/Gangotri_India
3. Gebruik de discussie om na te gaan of u de vetgedrukte kernwoorden en andere onbekende woorden of ideeën begrijpt, ook die op de tweede bladzijde (vast, vloeibaar, gas, fase) als u ervoor kiest die niet af te drukken.
4. Vraag de leerlingen om individueel antwoord te geven op vraag 2 van het werkblad.
5. De leerlingen kunnen dan zelfstandig, in tweetallen of in kleine groepjes werken aan diagrammen met aantekeningen van de waterkringloop. Deze opdracht kan ook als huiswerk worden meegegeven. U kunt het resultaat gebruiken voor de beoordeling, of de leerlingen vragen elkaar of andere groepen feedback te geven over hun diagrammen.
6. Vraag de leerlingen de laatste twee vragen op het werkblad in kleine groepjes te bespreken en moedig hen aan naar hun diagrammen te verwijzen om uit te werken wat er in een deel van de kringloop gebeurt, en welk effect die verandering zal hebben op elk volgend stadium van de kringloop. Vervolgens moeten ze nadenken over de gevolgen van deze veranderingen voor het land, de oceaan en levende wezens.

Werkblad antwoorden

Alle vragen op het werkblad zijn open, maar de antwoorden kunnen enkele van de volgende ideeën bevatten.

1. Om te drinken, om voedsel te produceren, om goederen te produceren, om schoon te blijven, enz.
2. De woordwolken of spindigrammen moeten alle trefwoorden bevatten die in het verhaal vetgedrukt zijn.
3. Zie Figuur 3 op bladzijde 9. De woordenschat is hier meer gevorderd dan van de leerlingen kan worden verwacht, maar veel standaardleerboeken en -bronnen bevatten diagrammen met een passende etikettering.
4. Stijgende temperaturen leiden tot meer verdamping. Warmere lucht kan meer vocht vasthouden, dus dit kan leiden tot zwaardere regen en hevigere stormen. Als de temperaturen stijgen, zal er waarschijnlijk meer ijs smelten.
5. Meer zoet water beschikbaar voor gebruik, meer overstromingen, veranderingen in gebieden die nuttig zijn voor de landbouw (sommige plaatsen zullen nu voldoende water hebben, andere worden waterverzadigd), snellere stroming van rivieren, enz.

Activiteit 2: ONDERZOEK NAAR VERDAMPING

Dit is de eerste van drie gekoppelde praktische activiteiten die gebruikt kunnen worden, zoals hier getoond, om de kernprocessen in de waterkringloop te onderzoeken. Een alternatieve aanpak zou zijn om eerst deze activiteiten te doen, om zo de kernconcepten te introduceren in plaats van te consolideren. In deze activiteit controleren de leerlingen de verdamping van water over een bepaalde periode en evalueren zij de kracht van hun conclusies, waarbij zij alternatieve verklaringen in overweging nemen.

Benodigheden

- Drie kopjes of kleine bakjes of kommetjes voor elke groep - bij voorkeur rechthoekig (bredere bakjes geven meer merkbare resultaten)
- Drie klevende etiketten of een stift
- Water
- Linialen - bij voorkeur die met nul aan de rand
- Handdoeken voor natte handen en om eventueel gemorste vloeistof op te ruimen
- Een kopie van werkblad 2 (2 pagina's) voor elke leerling met reservekopieën voor het geval dat er gemorst wordt - u kunt de twee kanten apart kopiëren in plaats van dubbelzijdig
- Grafiekpapier (optioneel)

Vorbereiding

U zult een plaats moeten kiezen waar de bakjes veilig kunnen blijven staan gedurende de paar dagen dat dit experiment zal duren en waar misschien voldoende ruimte is voor verschillende leerlingen om samen te werken. Als de ruimte beperkt is, kunt u dit misschien als een experiment voor de hele klas doen, waarbij groepjes leerlingen om de beurt de metingen verrichten. Ze kunnen de metingen noteren op een kopie van de tabel op flipchartpapier.

De resultaten zijn sterk afhankelijk van de grootte en de vorm van de gebruikte bakjes en van de omgevingsomstandigheden, dus het is de moeite waard dit van tevoren uit te proberen om een geschikt tijdsinterval voor uw klas te bepalen.

Gezondheid en veiligheid

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

Oefening

1. Vraag de leerlingen wat zij denken dat er met de waterkringloop zal gebeuren als de wereld zonniger wordt en leg uit dat we dit idee gaan onderzoeken.
2. Laat de leerlingen in groepjes het materiaal klaarzetten zoals beschreven op leerlingenwerkblad 2.1. Afhankelijk van de leeftijd en de vaardigheden van de groep kunt u bespreken of het al dan niet belangrijk is om in elke bak dezelfde hoeveelheid water te gebruiken of/en overwegen om elke persoon in de groep de hoogte in elke bak te laten meten en een gemiddelde te nemen.

3. Vraag de leerlingen met tussenpozen van de week - bijvoorbeeld aan het begin en/of het einde van elke dag - de hoogte van het water in elk van hun bakken te meten.
Het kan nodig zijn de leerlingen eraan te herinneren dat een resultaat dat geen verandering laat zien, even geldig - en vaak even nuttig - is als een resultaat dat een verschil laat zien.
Ze zouden een grafiek van de resultaten kunnen maken, maar merk op dat dit moeilijker zal zijn als ze elke dag meer dan één meting doen, aangezien de intervallen tussen de metingen dan niet uniform zullen zijn.
4. Als de leerlingen al hun resultaten hebben verzameld, vraag hen dan de discussievragen op leerlingenblad 2.2 door te nemen.
U kunt hen vragen dit zelf te doen - misschien als huiswerk - als u hun individuele begrip wilt beoordelen, of elke groep kan hun ideeën bespreken voordat ze overeengekomen antwoorden noteren om ze met de klas te delen of mee te nemen naar een discussie met een andere groep.
Zie de antwoorden op het werkblad hieronder voor extra informatie die u kunt gebruiken om de leerlingen te helpen.

Voorbeeld resultaten

Zoals hierboven opgemerkt, zullen deze aanzienlijk variëren, maar de hoogteverschillen zullen waarschijnlijk eerder in mm dan in cm zijn.

Werkblad antwoorden

1. **Overeenkomsten:** in alle bakjes kan een (kleine) daling van het niveau hebben plaatsgevonden.
Verschillen: er zal waarschijnlijk een grotere daling zijn geweest in het bakje dat in de zon is gelaten.
2. De antwoorden van de leerlingen op deze vraag hangt af van hun voorkennis en u kunt hen misschien herinneren aan relevante ideeën of hun begrip uitbreiden wanneer u de antwoorden met de klas bespreekt.
Het water ging de lucht in/het verdampte.
Deeltjes die sneller bewegen dan de anderen hadden genoeg energie om aan het oppervlak van de vloeistof te ontsnappen.
3. a. Er zal meer verdamping zijn. Dit betekent dat er meer water in de kringloop komt met alle gevolgen van dien, zoals opgesomd in het antwoord op vraag 4 van Activiteit 1.
b. Er zal minder verdamping zijn, dus minder water in de kringloop.
4. a. Belangrijke zaken die kunnen verschillen zijn temperatuur en tocht/wind.
(Het lichtniveau heeft alleen een effect omdat het zonnige gebied waarschijnlijk warmer is en/of het donkere gedeelte geen luchtverplaatsing heeft).
b. Denk aan goede omstandigheden om wasgoed te drogen. Hogere temperaturen verhogen de verdampingssnelheid, evenals tocht of wind.

c. Het antwoord op deze open vraag is afhankelijk van eerdere antwoorden, maar de leerlingen zouden een soortgelijke opstelling kunnen noemen voor het achterlaten van de bakjes op koude, warme en warme plaatsen of naast een ventilator of open raam, in de klas.

Activiteit 3: HET ONDERZOEKEN VAN CONDENSATIE

De nadruk in deze activiteit ligt op het maken van gedetailleerde en zorgvuldige observaties van iets dat de leerlingen waarschijnlijk al kennen, maar nog niet in detail hebben bekeken.

Benodigheden

- Een doorzichtige fles of pot met een goed sluitend deksel voor elke groep
- Plaketiket of stift
- Voedingskleurstof of inkt
- Een kan of beker voor elke groep
- Een trechter voor elke groep (niet noodzakelijk, maar vermindert het spatten)
- Handdoeken voor natte handen en om eventueel gemorste vloeistof op te ruimen
- Werkblad 3 - één exemplaar per leerling met reserve in geval van morsen
- Camera (bijvoorbeeld een smartphone) voor elke groep
- Presentatie-, beeld- en/of tekstverwerkingssoftware waarmee de leerlingen vertrouwd zijn (indien zij camera's gebruiken)

Vorbereiding

U zult een warme plaats moeten vinden waar de leerlingen de flessen enkele uren kunnen laten staan en, indien mogelijk, hun waarnemingen kunnen doen zonder de flessen te verplaatsen.

Net als bij de vorige activiteit hangen de resultaten af van de apparatuur en de omgeving, dus probeer de activiteit van tevoren uit om een geschikt tijdsinterval en een geschikte tijdsduur te bepalen. Streef naar 3-5 waarnemingen met regelmatige tussenpozen.

Misschien wilt u kannen gekleurd water klaarzetten in plaats van de kinderen zelf het water te laten kleuren.

Gezondheid en veiligheid

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

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

Wees voorzichtig als glazen flessen of potten worden gebruikt.

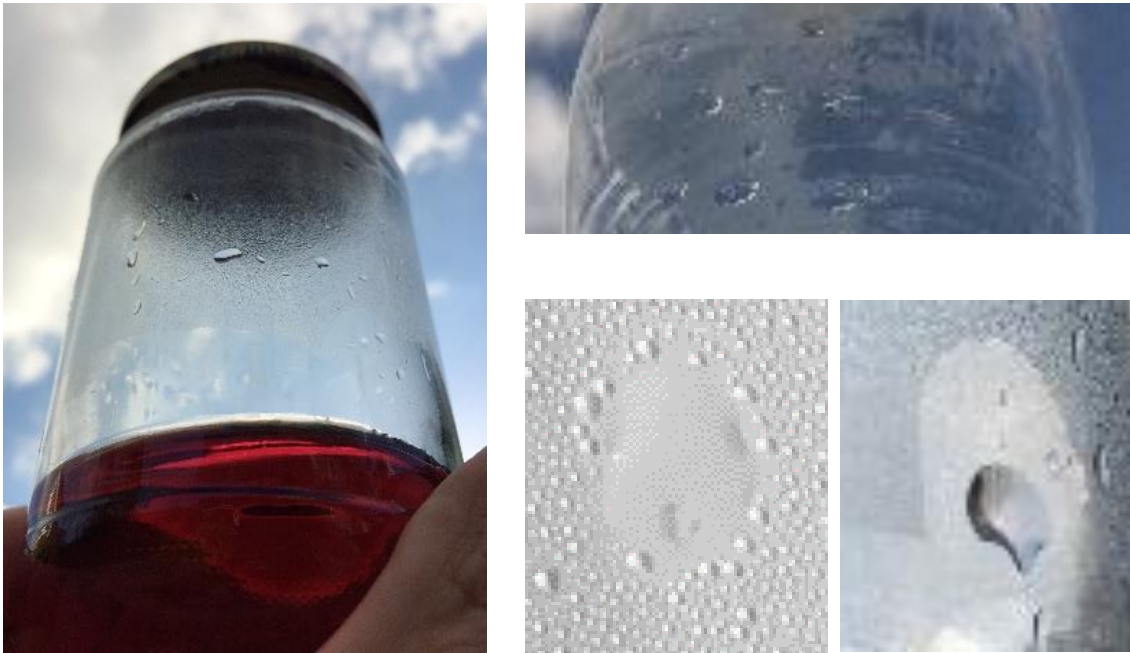
Oefening

1. Bespreek alledaagse voorbeelden van waterdamp uit de lucht die condenseert op koude oppervlakken, zoals spiegels en drankblikjes. Hoe ziet het eruit? Leg uit dat een belangrijk deel van de wetenschap bestaat uit het heel nauwkeurig bekijken van dingen om te zien wat er precies gebeurt en dit is wat we gaan doen met condensatie.
2. Het kan moeilijk zijn om een oppervlak koud te houden, en er kan niet genoeg waterdamp in de lucht zitten, dus gaan we wat water in een fles doen waar het

kan verdampen maar niet wegwaait. Bespreek welke plaatsen goed zouden zijn om te gebruiken. Leg uit dat we het water kleuren zodat het beter te zien is.

3. Vraag de leerlingen hun flessen op te stellen zoals beschreven op leerlingen werkblad 3.
4. Bespreek hoe ze hun resultaten kunnen noteren - er staan verschillende ideeën op het werkblad. Als ze beschrijvingen schrijven of tekeningen maken, kunnen ze een tabel maken op de achterkant van het werkblad of in hun schriften.
5. Vraag de leerlingen regelmatig terug te keren naar hun fles en te observeren wat er gebeurd is. Er staan kernvragen in het kader op het werkblad om hen te helpen beschrijven wat ze zien of labels toe te voegen aan hun diagrammen of foto's. Door een camera te gebruiken, kunnen de leerlingen inzoomen en meer details zien. Het is ook minder waarschijnlijk dat ze de fles hoeven te verstoren.
6. De resultaten kunnen in verband worden gebracht met de waterkringloop door de groepjes te vragen een tijdlijn te maken die laat zien hoe waterdamp in een wolk verandert in regen.
Op het werkblad wordt de leerlingen ook gevraagd een kwalitatief commentaar op de resultaten te geven.
De antwoorden kunnen met de klas worden gedeeld en de basis vormen van een tentoonstelling, eventueel met creatieve antwoorden als de leerlingen hebben getekend of foto's hebben genomen.
7. Als de leerlingen hebben opgemerkt dat de druppels die zich vormen doorzichtig zijn, en niet gekleurd zoals het water op de bodem van de fles, kunt u hen uitdagen deze observatie te gebruiken om uit te leggen waarom het water in seizoensmeren zouter wordt naarmate het meer verdampt en/of te zeggen welk effect de opwarming van de aarde zou kunnen hebben op de zoutheid van de zee. (Het water verdampt en condenseert, maar de stoffen die erin zijn opgelost, doen dat niet).

Voorbeeld resultaten



Figuur 4: Monsterresultaten van een glazen pot en een plastic fles die ongeveer een half uur in de zon hebben gestaan. De ingezoomde beelden rechtsonder tonen druppels van verschillende grootte en vorm. (Bron: ESA CCI)

Activiteit 4: PLANTEN, BODEM EN DE WATERKRINGLOOP

Deze activiteit laat zien welke rol planten spelen bij het verplaatsen van water van de bodem naar de atmosfeer.

Benodigdheden

- Twee identieke potten of papieren bekertjes voor elke groep, één met een plant en één met alleen aarde
- Plaketiketten of een stift
- Twee doorzichtige plastic zakken voor elke groep (zie opmerking hieronder)
- Elastiekjes (afhankelijk van de gebruikte zakken)
- Stoffen en blik om gemorste vloeistof op te ruimen
- Werkblad 4 - één exemplaar per leerling

Vorbereiding

Dit werkt het best met planten die een goed gevestigd wortelstelsel en een flink aantal bladeren hebben, zodat de eerste set potten van tevoren moet worden opgezet. Als de leerlingen de groei van planten uit zaad observeren, kunt u deze gebruiken zodra ze een geschikt ontwikkelingsstadium hebben bereikt.

De tweede beker of pot moet ongeveer dezelfde hoeveelheid aarde bevatten met ongeveer dezelfde vochtigheidsgraad als die in de andere pot. Door de leerlingen te vragen deze zelf op te zetten, kunnen de meettechnieken worden geoefend. Het wordt echter nogal rommelig en leidt vaak tot overbewatering, waardoor de verschillen tussen de twee potten kleiner worden.

De plastic zakken moeten redelijk dik zijn, zodat ze vrij van de grond kunnen staan wanneer ze met lucht gevuld zijn. Ziploc-zakjes zijn het gemakkelijkst te gebruiken - de rits kan omhoog worden gedaan zodat het zakje om de pot past. Goedkopere boterham- of diepvrieszakken kunnen met elastiekjes aan de potten worden vastgemaakt. Hiervoor zijn waarschijnlijk twee paar handen nodig, maar het geeft wel een betere afdichting.

Gezondheid en veiligheid

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

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

Leerlingen moeten hun handen wassen na het hanteren van aarde.

Oefening

1. Leid de activiteit in door terug te verwijzen naar de vorige activiteiten waarin de waterkringloop boven water effectief werd gemodelleerd. In deze activiteit gaan we kijken naar de waterkringloop boven land - zowel kaal land als land bedekt met planten.
2. Vraag de leerlingen de instructies op leerling-werkblad 4 te volgen. Wederom, de tijd die nodig is hangt af van de situatie, maar als de potten op een

warme zonnige plaats staan (binnen of buiten) en de grond redelijk vochtig is, zou het voldoende moeten zijn om met tussenpozen van 20 tot 30 minuten waarnemingen te doen van condensatie en een verschil tussen de twee potten.

3. Als de leerlingen hun resultaten hebben verzameld, bespreek dan de antwoorden op de vragen aan het eind van het werkblad. U kunt bevestigen dat de leerlingen weten dat het water uit de bodem komt door hen te vragen voor te stellen wat er zou kunnen gebeuren als we stenen in een derde beker zouden gebruiken. Als de tijd het toelaat, kunnen ze dit uitproberen of thuis onderzoeken met behulp van de hieronder beschreven alternatieve methode.
4. Daag de leerlingen uit om wat ze geleerd hebben toe te passen door in groepjes te bespreken welke effecten ontbossing en/of toenemende verstedelijking op de waterkringloop zouden kunnen hebben.

Alternatieve methode

Een alternatieve methode is het gebruik van een glas, of een cloche gemaakt van de bovenste helft van een twee liter plastic fles, die buiten op de grond wordt geplaatst, direct boven bijvoorbeeld gras, planten met grotere bladeren, kale grond en beton.



Figuur 5: De alternatieve methode, gebruikt op een zonnige dag na een nacht regen: opstelling (linker foto) en resultaten (rechter foto) na drie uur (Bron: ESA CCI)

Werkblad antwoorden

1. a. De leerlingen moeten wat waterdruppels zien op beide zakken.
b. De waterdamp in de lucht die in de zak zit, condenseert op het plastic. Een deel/het grootste deel van dit water bevond zich oorspronkelijk in de bodem.
2. a. Er zou meer water moeten zijn of/ en druppels zouden zich moeten beginnen te vormen op de zak boven de plant.
b. In beide potten verdampte het water uit de grond in de lucht. De plant neemt water op via de wortels en stuurt het via de bladeren de lucht in. Dit betekent dat er meer water uit de grond in de lucht komt boven de pot waar de plant in staat.

Activiteit 5: WATER IN DE BODEM

In deze activiteit voeren de leerlingen praktische werkzaamheden en berekeningen uit om de hoeveelheid water te bepalen die de bodem kan vasthouden.

Benodigheden

- Een pot met gaten in de bodem, gevuld met aarde voor elke groep - u kunt een grote naald gebruiken om gaten te maken in de bodem van een papieren beker of een bloempot gebruiken met wat gaas om de gaten kleiner te maken
- Een klein dienblad of schaalpje om de pot op te zetten - een met hoeken of een rand is gemakkelijker te gebruiken dan een bloempotschotel
- Maatcilinder of beker die 25 cm³ en 50 cm³ kan meten voor elke groep
- Een kan of groot bekerglas met water voor elke groep
- Een timer of stopwatch per groep
- Een kopie van werkblad 5 (2 pagina's) voor elke leerling met reserve-exemplaren in geval van morsen - u kunt de twee kanten apart kopiëren in plaats van dubbelzijdig
- Lege potten identiek aan die gevuld met aarde (optioneel)
- Handdoeken voor natte handen en om gemorste vloeistof op te ruimen

Voorbereiding

Wij stellen voor dat u de potten met aarde van tevoren klaarmaakt, maar de leerlingen kunnen dit ook zelf doen als de tijd het toelaat. Zorg ervoor dat de grond redelijk goed vast zit, maar niet samengeperst is - door water toe te voegen mag de grond niet merkbaar krimpen in de pot. Elke grondsoort is goed, maar het kan interessant zijn om verschillende soorten te onderzoeken als die beschikbaar zijn.

Noteer het volume grond dat u in elk bakje gebruikt als u de leerlingen niet gaat vragen het te meten (zie hieronder).

Gezondheid en veiligheid

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

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

Leerlingen moeten hun handen wassen na het hanteren van aarde.

Oefening

1. Begin met de leerlingen vragen te stellen over water in de bodem. Wat hebben ze ontdekt bij vorige activiteiten? Waarom is water in de bodem belangrijk? Leg uit dat ze gaan meten hoeveel water de bodem kan vasthouden.
2. Vraag de leerlingen de eerste fase van de activiteit uit te voeren zoals beschreven op leerling-werkblad 5.1. Het kan nuttig zijn hen eerst de instructies door te laten nemen. Afhankelijk van de apparatuur die ze gebruiken, moeten ze er misschien aan herinnerd worden dat 1 cm³ = 1 ml.

3. In het gat tussen stap 1 en stap 2 zou u een of meer van de volgende dingen kunnen doen, afhankelijk van de leeftijd en de vaardigheden van de leerlingen en de beschikbare middelen:
 - Vraag de leerlingen het volume van een lege pot te meten.
 - Help ze hun turven om te zetten in een volume water.
 - Evalueer in hun groep, via klassikale discussie, het werk dat ze tot nu toe hebben gedaan. Waren er stappen die moeilijk waren? Als er dingen niet helemaal goed zijn gegaan, is dat dan erg?
 - Teken diagrammen om te laten zien wat zij denken te zien als zij met een vergrootglas kijken naar (a) droge grond, (b) de grond nadat zij er een beetje water aan hebben toegevoegd en (c) de grond nadat er water uit is gekomen.
4. Vraag de leerlingen om stap 2 uit te voeren en dan over te gaan op andere activiteiten voordat ze hun eindmetingen doen (stap 3) en de berekeningen uitvoeren op leerlingwerkblad 5.2.
5. Vergelijk de resultaten in de klas en bespreek de overeenkomsten en verschillen. Leg het verband met de bijdrage van bodems aan de waterkringloop en hoe goed ze reageren op veranderingen daarin (dit zal in activiteit 6 worden uitgewerkt). Je kunt ook bespreken hoe we bodems veranderen (met mulch, compost, zand, enzovoort) zodat ze meer of minder water vasthouden voor verschillende planten of gebruiksdoeleinden.

Voorbeeldresultaten en antwoorden op de werkbladen

Bodem

Wat voor grond?	van het schoolterrein
Hoeveel aarde zit er in de pot?	750 cm ³

Water in

Aantal maatbekertjes water van 25 cm ³	
Hoeveelheid water toegevoegd in fase 1	8 × 25 cm ³ = 200 cm ³
Totale hoeveelheid water toegevoegd aan de bodem	200 cm ³ + 50 cm ³ = 250 cm ³

Water uit

Hoeveelheid water in de bak na een kwartier	About 3 cm ³
Hoeveelheid water in de bak na enkele uren	72 cm ³
Totale hoeveelheid water dat uit de bodem kwam	3 cm ³ + 72 cm ³ = 75 cm ³

In de bodem achtergebleven water: $250 \text{ cm}^3 - 75 \text{ cm}^3 = 175 \text{ cm}^3$

Kubieke centimeter water per kubieke centimeter grond: $175 \text{ cm}^3 \div 750 \text{ cm}^3 = 0.23$
 (Hoewel de gegevens over het bodemvocht in de volgende activiteit in m³/ m³ worden gegeven, gaat het in feite om dezelfde eenheid, aangezien het in beide gevallen om verhoudingen tussen volumes gaat).

De antwoorden op de laatste vraag zullen variëren.

Als alle groepen vergelijkbare grond hebben gebruikt, zouden de antwoorden vergelijkbaar moeten zijn, maar er kunnen verschillen zijn. De meeste bodems zijn een mengsel van verschillende componenten die verschillende hoeveelheden water

absorberen, zodat, bijvoorbeeld, een monster dat in de school is opgegraven meer plantaardig materiaal kan bevatten dan een ander.

Als verschillende groepen verschillende soorten grond hebben gebruikt, zullen de antwoorden verschillen. Zand- of zandgrond (grote deeltjes) houdt minder water vast dan kleigrond (fijnere deeltjes). U kunt leerlingen met meer vaardigheden uitdagen om diagrammen te tekenen om dit uit te leggen.

Activiteit 6: METEN VAN WATER IN DE BODEM VANUIT DE RUIJTE

In deze activiteit gebruiken de leerlingen de Climate from Space web applicatie om satellietmetingen van het vochtgehalte van de bodem over de hele wereld in de loop van de tijd te onderzoeken en na te denken over de oorzaken en gevolgen van variaties in de hoeveelheid water in de bodem. Ze gebruiken dit als springplank om zelf onderzoek te doen, individueel of in groepjes.

Benodigdheden

- Internettoegang
- Climate from Space web applicatie
- Werkblad 6 voor leerlingen (3 pagina's)
- Presentatiesoftware zoals PowerPoint (optioneel)
- Materiaal voor het maken van een poster (optioneel)

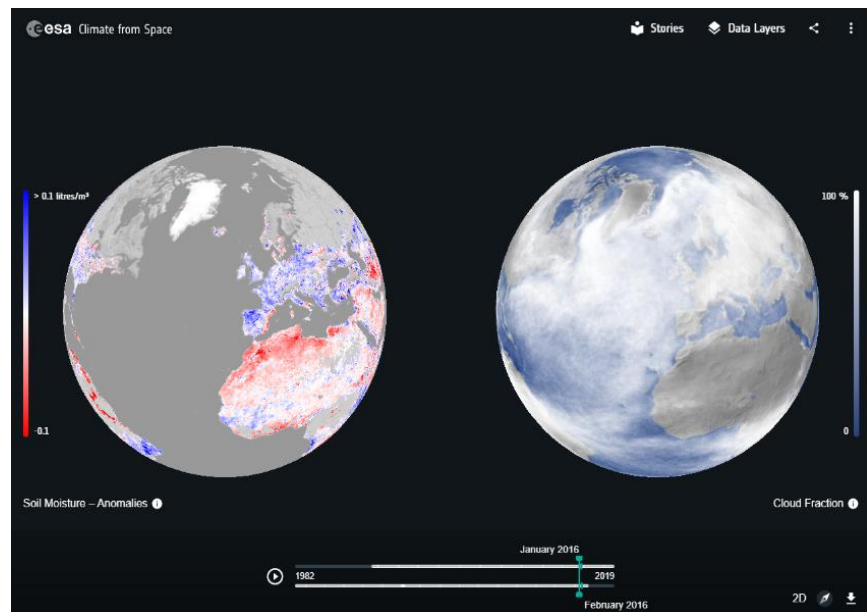
Oefening

1. Bespreek met welke problemen we te maken kunnen krijgen als we het water in de bodem over de hele wereld willen meten. Leg uit dat we veel grond op veel verschillende plaatsen moeten opgraven. We zouden ook steeds opnieuw metingen moeten verrichten als we willen zien hoe het water in de loop van de tijd verandert.
Leg uit dat speciale camera's op satellieten die rond de aarde gaan beelden kunnen maken die ons in staat stellen te bepalen hoeveel water er in de bodem zit zonder dat we grond hoeven op te graven. U kunt hieraan toevoegen dat de wetenschappers nog steeds enkele metingen op aarde verrichten, zodat zij kunnen controleren of de instrumenten op de satelliet goed werken en kunnen bepalen wat de aflezings beteken.
2. Vraag de leerlingen de Climate from Space web applicatie te openen en naar de bodemvochtgegevenslaag te gaan. Geef de leerlingen wat tijd om te verkennen. De web applicatie spreekt voor zich, maar misschien wilt u de gegevenslaag die ze nodig hebben laten zien en/of de bediening demonstreren.
3. Bespreek wat de kleuren in de visualisatie betekenen: blauw geeft natte grond aan, bruin geeft droge grond aan, geel en lichtblauw zitten ertussenin. (Dit is belangrijker dan te weten wat de cijfers betekenen.) De eenheden zijn een volume/volumeverhouding, dus u kunt leerlingen die de vorige activiteit hebben uitgevoerd, terugverwijzen naar hun resultaten.
Leg uit dat er hiaten in de gegevens zijn - waar de grijze onderliggende kaart doorschijnt - voor tijden en plaatsen waar de satelliet geen meting kon krijgen. In veel gevallen komt dit doordat er die maand veel bewolking was, zodat de satelliet de grond niet kon "zien".
4. De leerlingen kunnen dan de informatie uit Climate from Space gebruiken om de vragen op leerlingenwerkblad 5.1 te beantwoorden.

- De leerlingen moeten misschien een onlinekaart of -atlas raadplegen om de plaatsen met hoge en lage vochtigheidsniveaus te kunnen aanwijzen/noemen.
 - Sommige leerlingen hebben misschien hulp nodig om India te vinden om vraag 3 te beantwoorden.
 - Voor het beantwoorden van vraag 4 zullen zij gebruik moeten maken van hun kennis van de waterkringloop.
 - Vraag 5 is lastiger en voor sommige leerlingen kan het beter zijn deze over te slaan. Ze vereist enige kennis van de ligging van berggebieden, regenwouden en/of ijs. U kunt de leerlingen helpen door hen te wijzen op een geschikte plaats (zie Werkblad antwoorden, hieronder), of/en mogelijke antwoorden met de klas te bespreken.
5. Vraag de klas hoeveel water er in de grond moet zitten om planten goed te laten groeien. Leid de discussie in de richting van het antwoord "dat hangt van de plant af" door te denken aan, bijvoorbeeld, cactussen en riet. Koppel dit aan het idee dat het soms niet erg nuttig is om te weten hoeveel water er in de grond zit: weten hoeveel droger (of natter) de grond is dan normaal kan nuttiger zijn.
 6. Leid de leerlingen naar de gegevenslaag over anomalieën in bodemvocht en ga na of ze begrijpen hoe de kleurschaal aangeeft of de bodem droger of natter is dan gewoonlijk. (Wederom, ze hoeven niet te weten wat de cijfers betekenen, maar misschien wilt u dit bespreken met oudere of meer begaafde leerlingen).
 7. Vraag de leerlingen de vragen op leerlingwerkblad 5.2 te beantwoorden.
 8. Laat de leerlingen zien hoe zij de gegevens over de anomalie van het bodemvocht kunnen vergelijken met informatie uit een andere gegevenslaag, zoals getoond in Figuur 6, en bespreek welke gegevensverzamelingen in verband kunnen worden gebracht met het bodemvocht (wolken, sneeuw en vuur zijn beschikbaar op het moment van schrijven; de landoppervlaktetemperatuur zal later ook beschikbaar komen).
 9. Vraag de leerlingen Climate from Space en/of het internet te gebruiken om verder onderzoek te doen. Aan het eind van werkblad 5.2 staan enkele suggesties. U kunt individuele of groepjes leerlingen vragen laten stellen of de meer begaafde of enthousiaste leerlingen zelf een vraag laten kiezen. Ze kunnen het onderzoek uitvoeren in de klas of als huiswerkopdracht. Misschien wilt u sommige leerlingen meer structuur bieden door hen bijvoorbeeld te vragen een bepaalde gebeurtenis te onderzoeken of een lijst met trefwoorden te geven.

10. Daag de leerlingen uit hun bevindingen op een beknopte manier aan de rest van de klas te presenteren, bijvoorbeeld met een kleine poster of een presentatie van één minuut met niet meer dan drie dia's. Deze resultaten kunnen worden gebruikt om hun begrip van het onderwerp in zijn geheel te beoordelen.

Figuur 6. Vergelijking van bodemvochtanomalie en wolk in de Climate from Space web applicatie (Bron: ESA CCI)



Werkblad antwoorden

Bij open vragen worden kernpunten of voorbeelden gegeven.

Hoe verandert de hoeveelheid water in de bodem over de hele wereld?

1. Plaatsen met een bodemvochtigheid van ongeveer $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$ zijn onder meer Brazilië in juli 1980, Noord-Ierland in september 1994 en China in april 2006.
2. Plaatsen met een bodemvochtigheid van rond $0 \text{ m}^3/\text{m}^3$ zijn onder meer delen van Californië in december 1980, delen van de Sahara in juni 2001 en Centraal-Australië in december 2019.
3. a. September–December.
b. April–Juni.
4. a. Zware regen, in de buurt van een rivier, smeltende sneeuw/ijs, enz.
b. Warm weer, harde wind, mensen die water uit de ondergrond gebruiken, enz.
5. Regenwouden in het Amazonegebied of Centraal-Afrika, omdat de sensor niet door de bomen heen kan kijken; poolgebieden, omdat de grond er altijd bevroren is; de Himalaya of de Alpen, omdat de bergtoppen kaal gesteente zijn (of bedekt met ijs/sneeuw).

Hoe verandert de hoeveelheid water in de bodem van jaar tot jaar?

1. a. Het antwoord zal afhangen van het antwoord van de student op de eerdere vraag ...

- b. ... en dit antwoord zal op zijn beurt afhangen van het antwoord op deel a. Als de plaats natter is dan gewoonlijk, kan het zijn dat hij overstroomd is; als hij even nat is als gewoonlijk, kan het een regenseizoen/jaargetijde zijn; als hij droger is dan gewoonlijk maar toch erg nat (onwaarschijnlijk als de leerlingen een plaats hebben gekozen met een bodemvochtigheid van $0,4 \text{ m}^3/\text{m}^3$), dan is het waarschijnlijk een gebied dat het grootste deel van de tijd moerassig of drassig is.
2. a. Wederom zal het antwoord afhangen van het antwoord op de eerdere vraag ...
- b. ... en dit antwoord zal volgen. Als de plaats natter is dan gewoonlijk (onwaarschijnlijk als de leerlingen een plaats hebben gekozen met een bodemvochtigheid van $0 \text{ m}^3/\text{m}^3$), is het waarschijnlijk woestijn; als het even nat is als gewoonlijk, is het misschien een droog seizoen/jaargetijde; als het droger is dan gewoonlijk, is het misschien droogte.
3. a. Droogteomstandigheden. Planten zullen niet groeien zonder irrigatie, grond kan wegwaaien, bosbranden zijn waarschijnlijker naarmate de planten uitdrogen, enz.
- b. Wateroverlast of overstromingen. Overstromingen verstoren het vervoer, vernielen eigendommen, enz. Er kunnen aardverschuivingen optreden. Leerlingen zijn er zich misschien niet van bewust dat een drassige bodem - zelfs als er geen overstroming is - ook een probleem is voor planten omdat het de wortels verhindert te werken en kan leiden tot verrotting.

Meer weten

De leerlingen kunnen de gegeven vragen in verschillende richtingen gebruiken of hun eigen vragen ontwikkelen om te onderzoeken. De aantekeningen hieronder bevatten enkele kernpunten en geven leerlingen die vastzitten met een van de voorgestelde vragen een plaats waar ze kunnen beginnen.

- Kijk of je bewijs kunt vinden om je ideeën uit vraag 4 op werkblad 5.1 of een van de vragen op deze pagina te ondersteunen. Leerlingen kunnen de vergelijkingsoptie in de gegevenslagenlijst gebruiken om naast de informatie over bodemvocht of bodemvochtanomalieën een andere relevante gegevensset te openen. Afhankelijk van het idee en/of de locatie die ze onderzoeken, kunnen ze kijken naar wolken, landoppervlaktetemperatuur (zodra die beschikbaar is), sneeuw, bodembedekking of permafrost. Zij kunnen ook gebruik maken van onlinekaarten en/of een site die maandelijkse gemiddelde weergegevens per locatie geeft (bijvoorbeeld <https://www.timeanddate.com>). Zoek naar nieuwsberichten over droogtes of overstromingen en kijk wat de webapplicatie je laat zien over die tijd en plaats. Wikipedia heeft lijsten van grote overstromingen en droogtes die hiervoor een goed uitgangspunt kunnen zijn - ga van de lijst naar het relevante artikel en dan naar de bronnen voor het artikel om een geschikt nieuwsbericht te krijgen.
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_floods#1990%E2%80%932000
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_droughts
- Kom meer te weten over een satelliet die het water in de bodem meet. Enkele relevante satellieten en instrumenten staan hieronder afgebeeld.

<i>Satelliet</i>	<i>Instrument</i>
MetOp-A	ASCAT
MetOp-B	ASCAT
SMOS	MIRAS
GCOM	AMSR2
Aqua	AMSR-e

Werkblad 1: DE WATERKRINGLOOP VANDAAG EN MORGEN

Waarom water belangrijk is

1. Waar gebruiken we water voor?
Schrijf zoveel mogelijk dingen in het vak als je kunt bedenken.

De waterkringloop

Lees of luister naar het verhaal van Stephan de sneeuwvlok.

2. Teken een spindiagram of maak een woordwolk over de waterkringloop. Zorg ervoor dat je wetenschappelijke woorden uit het verhaal gebruikt.

3. Gebruik deze aantekeningen en ideeën om een groot diagram van de waterkringloop te tekenen op een nieuw vel papier. Je diagram moet laten zien:
 - plaatsen waar water gevonden wordt
 - in welke fase het water zich op elke plaats bevindt
 - wie dit water gebruikt, en waarvoor
 - waar en hoe het van fase verandert.

Verandering van de waterkringloop

Gebruik je waterkringloopdiagram om deze vragen met je groep te bespreken.

4. Hoe kan de waterkringloop veranderen als de wereld warmer wordt?
5. Hoe zouden deze veranderingen ons beïnvloeden?

Werkblad 2: ONDERZOEK NAAR VERDAMPING

Wat je nodig hebt

- Drie bekers
- Drie kleverige etiketten of een marker
- Water
- Lineaal
- Een klok

Gezondheid en veiligheid

- Ruim snel op als je morst.
- Als je een beker of dienblad vult, laat dan wat ruimte over aan de bovenkant, zodat je het kunt dragen zonder water te morsen.

Wat te doen?

1. Label je drie bekers met de naam van je groep.
2. Giet wat water in elk van de twee. Probeer in beide evenveel te gieten.
3. Gebruik een liniaal om de hoogte van het water in elke beker te meten. Schrijf je metingen op de tabel samen met de datum en de tijd.
4. Laat een van je kopjes in de zon staan, een ander in de schaduw en het derde op een donkere plaats.
5. Meet nu en dan (je leraar zal je vertellen hoe vaak) de hoogte van het water in elke beker en noteer die in de tabel.

Resultaten

Dag	Tijd	Tijd sinds begin	Waterhoogte in cm		
			Beker op een zonnige plaats	Beker op een schaduwrijke plaats	Beker op een donkere plaats
		0			

Je zou ook een grafiek kunnen maken om je resultaten weer te geven.

Discussie

1. Wat gebeurde er met de hoogte van het water in de drie bekertjes? Zorg ervoor dat je zegt welke dingen **hetzelfde** waren en welke dingen **verschillend** waren.

2. Wat gebeurde er met het water dat verdween?
Als je kunt, gebruik dan ideeën over deeltjes in je antwoord.

3. Wat suggereert je resultaat dat er gebeurt in de waterkringloop op:

a. een zonnige dag _____

b. een bewolkte dag _____

4. De kopjes stonden op plaatsen met verschillende lichtniveaus (althans overdag).

a. Wat kan er nog meer verschillend zijn geweest op de drie plaatsen?

b. Hoe kan dit van invloed zijn geweest op wat er met het water gebeurde?
Probeer een voorbeeld te geven om je idee(ën) uit te leggen.

c. Hoe zou je jouw idee(ën) kunnen testen?

Worksheet 3: HET ONDERZOEKEN VAN CONDENSATIE

Wat je nodig hebt

- Een fles met een deksel
- Een klevend etiket of stift
- Een trechter
- Gekleurd water
- Een klok of timer

Je wilt misschien ook

- Een camera

Gezondheid en veiligheid

- Giet het gekleurde water voorzichtig uit, zodat je geen vlekken maakt op je huid of iets anders.
- Ruim snel op als je morst.
- Niets proeven. Hou je handen uit de buurt van je mond.

Wat te doen?

1. Etiketeer je fles met de naam van je groep. Schrijf de naam op of plak het etiket op de bodem.
2. Gebruik de trechter om voorzichtig een beetje gekleurd water in je fles te gieten. Het moet ongeveer 1 cm diep zijn. Pas op dat er geen druppels verder op de zijkant van de fles spatten.
3. Doe het deksel op de fles.
4. Draag de fles voorzichtig naar een plaats waar het water vrij snel zal verdampen. Denk eraan dat we geen druppels op de zijkant van de fles willen laten spatten.
5. Kijk af en toe (je leraar zal je vertellen hoe vaak) goed naar de hogere delen van de fles.

Resultaten

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

Je kunt een tabel maken en opschrijven of tekenen wat je ziet, of je kunt foto's maken om in een document of presentatie te zetten.

Kernvragen

1. Is er al iets gebeurd?
2. Is er mist of nevel?
Is het aan de zijkanten van de fles, in het midden of beide?
3. Zitten er druppeltjes op de zijkant van de fles?
 - Hoe groot zijn ze?
 - Welke vorm hebben ze?
 - Welke kleur?
 - Hoeveel zijn het er?
 - Bewegen ze?
 - Hoe?

Discussie

Wat was het meest interessante of verrassende dat je opviel door goed te kijken?

Werkblad 4: PLANTEN, BODEM EN DE WATERKRINGLOOP

Wat je nodig hebt

- Een plant in een pot
- Een pot met aarde waar geen plant in staat
- Twee klevende labels of een stift
- Twee doorzichtige plastic zakken
- Water
- Een klok of timer

Gezondheid en veiligheid

- Ruim gemorste vloeistof snel op.
- Proef niets. Houd je handen uit de buurt van je mond.
- Was je handen na het opstellen van je apparatuur en nogmaals

Wat te doen

1. Label je potten met de naam van je groep.
2. Schud de plastic zakken open zodat er wat lucht in zit.
3. Bevestig een plastic zak over elke pot zodat ze rechtop staan.
4. Zet de potten op een zonnige plaats.
5. Kijk af en toe (je leraar zal je vertellen hoe vaak) goed naar de plastic zakken. Gebruik de tabel hieronder om te noteren wat je ziet.

Resultaten

Tijd	Wat we zagen op de plastic zakken	
	Plant en grond	Alleen grond

Discussie

1. a. Wat zag je op de plastic zak boven beide potten? _____
 b. Waarom is dit gebeurd? _____

2. a. Hoe was wat er gebeurde verschillend voor de twee potten? _____

 b. Waarom was er een verschil? _____

Werkblad 5: WATER IN DE BODEM

Wat je nodig hebt

- Wat aarde in een pot met gaten in de bodem
- Een dienblad
- Een maatcilinder of beker
- Water
- Een timer or stopwatch

Gezondheid en veiligheid

- Ruim gemorste vloeistof snel op.
- Proef niets. Houd je handen uit de buurt van je mond.
- Was je handen aan het einde van elke fase.

Wat te doen

Stap 1

1. Zet de pot met aarde op get dienblad.
2. Meet 25 cm³ water af.
3. Giet het water op de aarde (pas op dat het niet spettert) en start de timer.
4. Meet nogmaals 25 cm³ water af.
5. Kijk na een minuut of er water door de gaatjes in de pot en op het dienblad is gekomen.
6. Als er geen water in de bak komt, ga dan terug naar stap 3. Houd het aantal keren dat je dit doet bij.
7. Als er water in de bak zit, is het tijd om voorlopig te stoppen met water toevoegen. Bereken hoeveel water je in deze stap hebt toegevoegd.

Stap 2

Doe dit ongeveer 15 minuten na het einde van stap 1.

1. Meet hoeveel water er in de bak is gekomen. Vergeet niet je meting te noteren.
2. Zet de pot met aarde terug in de bak.
3. Meet 50 cm³ water af.
4. Giet het water op de aarde. Doe het langzaam, zodat je niet spettert.
5. Bereken de totale hoeveelheid water die je hebt toegevoegd.

Stap 3

Doe dit een paar uur na het einde van stap 2.

1. Meet hoeveel water er in de bak is gekomen.
2. Noteer je meting.
Bereken de totale hoeveelheid water die uit de bodem is gekomen.

Resultaten

Vergeet niet je uitwerking te tonen als je een berekening maakt.

Bodem

Welke grondsoort we gebruiken	
Hoeveel aarde zit er in de pot	

Water in

Aantal keer dat we 25 cm ³ water aan de bodem hebben toegevoegd (turf zoals dit: ███)	
Hoeveelheid water die we aan de grond hebben toegevoegd in stap 1	
Totale hoeveelheid water die we aan de bodem hebben toegevoegd (stap 1 en stap 2)	

Water uit

Hoeveelheid water zit in de bak na een kwartier (stap 2)	
Hoeveelheid water zit in de bak na enkele uren (stap 3)	
Totale hoeveelheid water die uit de bodem is gekomen (stap 2 en stap 3)	

Hoeveel water zit er in de grond?

Bereken hoeveel water er in de grond is achtergebleven.

Bereken nu hoeveel kubieke centimeter water er in elke kubieke centimeter grond zit.

Vergelijk je waarde met die van een andere groep. Zijn ze vergelijkbaar? _____

Waarom? _____

Werkblad 6: METEN VAN WATER IN DE BODEM VANUIT DE RUIJTE

Open de Climate from Space web applicatie (cfs.climate.esa.int).

Klik op het symbool Gegevenslagen (rechtsboven) en kies Bodemvocht uit de lijst.

Controleer of je de kleuren begrijpt en hoe de bedieningselementen op het scherm je helpen om beter te kijken naar bepaalde plaatsen of tijden.

Hoe verandert de hoeveelheid water in de bodem over de hele wereld?

De hoeveelheid water in de bodem verschilt op verschillende plaatsen en verandert in de loop van de tijd.

1. Beweeg over de wereldbol en gebruik de schuifbalk op de tijdlijn om verschillende tijden en plaatsen te zien. Zoek een plaats en tijd waar er veel water in de bodem zat (een hoge bodemvochtwaarde).

Datum _____

Plaats _____

Geschatte bodemvochtigheid _____ m^3/m^3

2. Zoek nu een plaats en tijd waar niet veel water in de bodem zat.

Datum _____

Plaats _____

Geschatte bodemvochtigheid _____ m^3/m^3

3. Zoom in op India.
Druk op de knop 'speel af' en zie hoe de gegevens veranderen. Houd de tijdlijn en de kleuren in de gaten.

a. Noem een maand waarin de grond in India vaak erg nat is _____

b. Noem een maand waarin de grond in India vaak erg droog is _____

4. Waardoor is de grond op een bepaalde plaats:

a. erg nat? _____

b. erg droog? _____

5. De webapplicatie toont de grijze kaart in plaats van een gekleurd vierkant op plaatsen waar de satelliet niet kon meten hoeveel water er die maand in de bodem zat.

Zoek een plaats waar de satelliet **nooit** het bodemvocht kan meten.

Waarom denk je dat hij op deze plaats geen meting kan krijgen?

Hoe verandert de hoeveelheid water in de bodem van jaar tot jaar?

Klik op het symbool Gegevenslagen in de Climate from Space web applicatie.

Kies deze keer Bodemvochtigheid - Anomalieën uit de lijst.

Deze kaart laat zien hoeveel water er in de bodem zit in vergelijking met de gebruikelijke waarde voor de tijd van het jaar. Blauwtinten betekenen dat de bodem natter is dan normaal, roodtinten dat de bodem droger is dan normaal. Hoe donkerder de kleur, hoe groter het verschil.

1. Verplaats de wereldbol en de tijdbalk naar de plaats die je gevonden hebt waar veel water in de bodem zat (vraag 1 op werkblad 5.1).
 - a. Was de bodem natter, droger of hetzelfde als normaal? _____
 - b. Welke extra informatie of ideeën levert dit je op (als die er zijn)? _____

2. Ga nu naar de plaats en tijd die je gevonden hebt waar heel weinig water in de bodem zat.
 - a. Was de grond natter, droger of hetzelfde als anders? _____
 - b. Welke extra informatie of ideeën levert dit je op (als die er zijn)? _____

3. Wat kan er op een plaats gebeuren als de grond:
 - a. veel droger is dan normaal? _____

 - b. veel natter is dan normaal? _____

Meer weten

Doe wat onderzoek naar water in de bodem met behulp van het internet en de webapplicatie. Je kunt bijvoorbeeld:

- Kijken of je bewijzen kunt vinden om je ideeën uit vraag 4 op werkblad 5.1 of een van de vragen op deze pagina te ondersteunen.
- Kijken naar nieuwsberichten over droogte of overstromingen en zie wat de webapplicatie je laat zien over die tijd en plaats.

- Zoeken naar meer informatie over een satelliet die het water in de bodem meet.

Wees bereid om je bevindingen aan anderen in de klas te presenteren.

Informatieblad 1: DE WATERKRINGLOOP VANDAAG EN MORGEN

Stephan de sneeuwvlok

Op de top van een gletsjer in de Himalaya zat Stephan, een klein sneeuwvlokje. Omdat hij hoog in de lucht zat, kon hij ver in de verte kijken en boeren op hun akkers zien werken, kuddes runderen en paarden zien rondlopen, en rivieren zien stromen naar de zee. Dit maakte hem nieuwsgierig. Hij wilde zien wat daar was. Gelukkig hoefde hij niet lang te wachten tot zijn wens in vervulling ging.



Een gletsjer in de Himalaya, gezien vanuit de ruimte (Bron: Bevat aangepaste Copernicus Sentinel-gegevens (2018), verwerkt door ESA)

De zwaartekracht trok hem en de rest van de gletsjer langzaam mee tot hij halverwege de berg was. Het was hier warmer, en hij voelde dat er iets vreemds met hem gebeurde. Hij was aan het krimpen en zijn stekelige randen werden gladder. Stephan was **gesmolten** en in een waterdruppel veranderd. Hij merkte dat hij niet de enige was. Samen met zijn vrienden rolde hij verder de berg af. Ze maakten een klein stroompje en voegden zich bij andere kleine stroompjes. Meer en meer stroompjes kwamen samen tot ze een machtige rivier werden - de Indus.

Sommige van Stephan's vrienden weken in de grond naast de rivier. Plantenwortels trokken een deel van het water naar binnen. Zij gebruikten het om te groeien voordat zij het als waterdamp weer naar de hemel stuurden (net zoals je doet wanneer je uitademt). De rest zakte dieper weg in de grond en rotsen, en verzamelde zich onder de grond.

Stephan dobberde wekenlang in de Indus. Hij reisde door China, India en Pakistan tot hij de Arabische Zee bereikte op honderden kilometers afstand van de Himalaya. Hier was het nog heter. Zo heet dat hij afscheid nam van zijn vrienden en als waterdamp de lucht in zweefde. Hij was aan het **verdampen!**

Maar toen hij hoger en hoger kwam, werd de lucht kouder en kouder. Hij sloot zich aan bij zijn nieuwe vrienden uit de Arabische Zee en oude vrienden die door de planten op de grond waren gekomen. Ze **condenseerden** tot een klein druppeltje dat door de lucht zweefde. Ze reisden door de lucht met een heleboel andere druppels als een pluizige wolk.

De wind voerde de wolk terug naar de Himalaya. Terwijl ze over de bergen reisden, werden de waterdruppels steeds zwaarder tot ze zo groot en zwaar waren dat ze terug op het land vielen. Stephan **bevroor** weer tot een sneeuwvlok, klaar om zijn reis opnieuw te beginnen.

Kijken naar de waterkringloop

De reis van Stephan beschrijft de waterkringloop. Water is essentieel voor het leven op aarde. Zonder water kunnen planten niet groeien, hebben mensen geen schoon zoet water om te drinken en kunnen boeren en fabrieken geen voedsel en goederen produceren.

Water in al zijn **fasen** - als **gas** in de lucht; als **vloeibaar** water in wolken, rivieren of de bodem; en als **vaste** sneeuw of ijs - beïnvloedt ons klimaat, dus weten wat er met water gebeurt is een essentieel onderdeel van de zorg voor de aarde.

Er zijn speciale camera's die alle vormen van water (gas, vloeibaar en vast) kunnen zien. Wetenschappers plaatsen deze camera's op satellieten zodat ze water overal op aarde kunnen volgen. Aan de hand van foto's van wolken kunnen ze zien of het gaat regenen of sneeuwen, hoe sneeuw zich ophoopt tot gletsjers, en hoeveel water er in de bodem dringt.

Links

ESA bronnen

Climate from Space web applicatie

<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

Paxi – De waterkringloop (animatie)

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/10/Paxi_-_The_water_cycle

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

ESA's Aardobservatiemissies

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

Copernicus Sentinels

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4

SMOS monitoring droughts

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/06/SMOS_monitoring_droughts#.X57vUIj7nvA.link

Extra informatie

Helpen bij het waterbeheer

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Safeguarding_our_most_precious_resource_water

Earth from Space videos

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