

Aardobservaties en klimaatverandering

Misconcepties rond
klimaatverandering aanpakken en
kritisch denken stimuleren.

Lerarengids
+ opdrachten
voor leerlingen

Belgium



Universiteit
Antwerpen



Doelgroep

Basis

K

1

2

3

4

5

6

Secundair

1

2

3

4

5

6

Uitgave

Augustus 2020

Cursus kenmerken

Samenvatting Dit lespakket omvat activerende opdrachten en oefeningen voor leerlingen over aardobservaties en klimaatverandering. Hierbij leren ze hoe ze betrouwbare internetbronnen kunnen herkennen en gebruiken.

Het doel hiervan is om leerlingen kritisch te laten denken en zo argumenten te verwerpen of te onderbouwen. Nog te vaak zijn er misconcepties over klimaatverandering bij de leerlingen aanwezig. Door o.a. een klasdiscussie en presentaties voor de klas, worden deze aangepakt.

De lessen mogen door leerkrachten aangepast worden naar hun noden. Zo kan de tijdsindeling variëren afhankelijk van hoeveel tijd gependend wordt aan elk onderdeel. De tijd besteed aan opdrachten hangt vaak ook af van het aantal leerlingen in de klas.

Leeftijd doelgroep 15-18 jaar

Werkvorm demonstratie / groepswerk / practicum / excursie / les + oefeningen / zelfstudiepakket / hoekenwerk / huistaken / oefeningen

Vereiste lestijd Ongeveer 25-100 minuten per les
(Staat hieronder bij 'Inhoud' voor elke les vermeld)

Eindtermen Aardrijkskunde (3e graad wetenschappen):

- Vakgebonden: A5, A6, A7, A13, A16, A23, A27, A28, A29
- Specifiek: S3, S4, S13, S14, S26, S28

Fysica en chemie (3^e graad wetenschappen):

- Wetenschappelijke vaardigheden: W1, W3, W6, W7
- Specifiek: SET13, SET26, SET28

Geschiedenis (3^e graad wetenschappen):

- Vakgebonden: ET19, ET20

Engels (3^e graad wetenschappen):

- Vakgebonden: ET12, ET16

Colofon

Uitgave Augustus 2020

Laatste update Augustus 2020

Gebruik en beschikbaarheid Dit materiaal mag gratis gebruikt worden voor niet-commerciële, educatieve doeleinden. Wie fragmenten eruit overneemt dient de bron te vermelden. Het lesmateriaal kan gedownload worden op www.esero.be > Nederlandstalig > lesmateriaal

Auteurs en partners

ESERO Belgium

- Vormgeving van dit lespakket voor gebruik in het Vlaamse onderwijs
- Medewerkers: Prof. Dr. Katrien Kolenberg, Andreas Van den Bergh

Universiteit Antwerpen

- Auteur: Evelien Urkens; als onderdeel van de Educatieve Master in de wetenschappen en technologie, afstudeerrichting Fysica
- Feedback op het eindproduct en/of deelname aan de vragenlijst: Jurgen Everaerts, Ben Somers, Gabrielle De Lannoy, Jonas Van de Walle, Patrick Willems, Erik De Schrijver, Karolien Lefever en Rozemien Detroch.

Feedback Cursussen van ESERO Belgium worden online aangeboden in dynamische vorm. Dit betekent dat elke zinvolle feedback van gebruikers onmiddellijk leidt tot de publicatie van een aangepaste uitgave op www.esero.be. Help toekomstige gebruikers door uw opmerkingen of aanvullingen per email op te sturen (www.esero.be > contact).

Inhoud van dit lespakket

Les 1: Discussie over klimaatverandering

Tijdens deze les wordt er een klasdiscussie gehouden om eventuele misconcepties bij de leerlingen te ontdekken. De leerkracht treedt als moderator op en a.d.h.v. enkele stellingen of vragen gaan de leerlingen in discussie met elkaar over klimaatverandering.

Vereiste lestijd: ongeveer 20 à 30 minuten.

Les 2: Betrouwbare bronnen

Deze les overloopt enkele goede manieren om de kwaliteit van de site en van de inhoud ervan te beoordelen a.d.h.v. een aantal vragen. De leerlingen gebruiken deze vragenlijst om bronnen te vinden die informatie verschaffen over enkele bekende misconcepties bij leerlingen. Nadien presenteren ze hun bevindingen aan de klas.

Vereiste lestijd: ongeveer 50 à 60 minuten.

Les 3: Aardobservaties

De leerkracht geeft les over het nut van satellieten, remote sensing en waarom satellieten in de lucht blijven "hangen". Daarna maken de leerlingen zelf een timelapse over een fenomeen dat vanuit de ruimte zichtbaar is. M.b.v. een programma en enkele gerichte vragen, schrijven ze een werkstuk over hun zelfgekozen fenomeen. Nadien bekijken ze de banen van enkele NASA-satellieten in real time en zoeken ze informatie op over satellieten van NASA en ESA.

Vereiste lestijd: ongeveer 100 minuten.

Les 4: De uitspraken van 'climate deniers'

De les begint met een korte quiz die de leerlingen individueel invullen. Als tweede opdracht lossen ze vragen op waarbij het belang van het aflezen van grafieken naar voren komt. Ten slotte gaan ze zelf stellingen van 'climate deniers' onderzoeken en verwerpen op een wetenschappelijke manier.

Vereiste lestijd: ongeveer 90 minuten.

Achtergrondinformatie voor de docent

Klimaatverandering is de verandering van het klimaat over een langere periode (ongeveer 30 jaar), waarbij het klimaat zelf beschouwd wordt als het “gemiddelde weer”. De oorzaken van dit fenomeen zijn grotendeels te wijten aan menselijke activiteiten zoals het gebruik van fossiele brandstoffen en overvloedige ontbossing, etc. De gevolgen van klimaatverandering zijn o.a. de temperatuurstijging die men de laatste 50 jaar heeft waargenomen. Overstromingen, droogtes, hittegolven en verspreiding van ziektes zoals malaria zijn enkele van de te verwachten gevolgen [1].

Net door de grootschalige ontbossing en het gebruik van fossiele brandstoffen is het aantal broeikasgassen in de atmosfeer sterk toegenomen. De voornaamste broeikasgassen zijn koolstofdioxide (CO_2), methaan (CH_4), waterdamp (H_2O), ozon (O_3) en lachgas (N_2O). Hierdoor wordt het broeikaseffect versterkt. De zon straalt voornamelijk energie uit in het zichtbare of bijna-zichtbare deel van het spectrum. Ongeveer een derde van de zonne-energie die de top van de atmosfeer van de aarde bereikt, wordt direct gereflecteerd naar de ruimte. De resterende twee derde van de zonne-energie die de top van de atmosfeer bereikt, zal geabsorbeerd worden door het oppervlak en, in mindere mate, door de atmosfeer. Om de geabsorbeerde inkomende energie in evenwicht te brengen, moet de aarde gemiddeld dezelfde hoeveelheid energie terugstralen naar de ruimte. Omdat de aarde veel kouder is dan de zon, zal deze op veel langere golflengtes uitstralen (voornamelijk het infrarode deel van het spectrum). Veel van deze warmtestraling die wordt uitgezonden door het land en de oceaan, wordt geabsorbeerd door de atmosfeer, inclusief de wolken, en teruggestuurd naar de aarde. Dit wordt het broeikaseffect genoemd. Het versterkt worden van dit broeikaseffect zorgt voor de versterkte opwarming van de aarde. Het broeikaseffect is dus geen oorzaak van klimaatverandering [2].

Natuurlijke gebeurtenissen zoals vulkaanuitbarstingen kunnen het klimaat beïnvloeden maar zijn geen oorzaak van klimaatverandering. Vulkanen injecteren enorme hoeveelheden stof en gassen in de bovenste atmosfeer. Dit is voor het grootste gedeelte zwaveldioxide en dit wordt door middel van fotochemische reacties met behulp van de energie van de zon omgezet in zwavelzuur en sulfaat deeltjes. Typisch blijven deze deeltjes in de stratosfeer (het gebied van de atmosfeer boven ongeveer 10 km hoogte) voor verschillende jaren voordat ze in de lagere atmosfeer terechtkomen waar ze verdund worden door de regen. In deze periode verspreiden ze zich rond de hele wereldbol en houden een deel van de straling van de zon tegen, waardoor de lagere atmosfeer zal afkoelen [3].

Misconcepties over klimaatverandering komen erg vaak voor, zeker bij leerlingen. Het is belangrijk om deze foutieve ideeën rond een onderwerp aan te pakken zodat de leerling verschillende concepten uit elkaar kan houden en het grote geheel kan kaderen.

Zo gaan leerlingen er vaak van uit dat veel niet-gerelateerde milieuschade klimaatverandering in de hand werkt. Voorbeelden zijn ozon of smog in steden, giftig afval, het gat in de ozonlaag, afval in de oceanen dumpen, zure regen en gebruik van kernenergie. Kernenergie is echter een goede manier om minder CO_2 uit te stoten, al ligt de kostprijs hoog en duurt het vrij lang vooraleer de kerncentrales gebruiksklaar zijn [4, 5].

Een andere bevinding is dat leerlingen vaak denken dat het beschermen van zeldzame diersoorten de klimaatverandering tegenwerkt terwijl dit niet het geval is. Het beschermen van de biotopen (bv. regenwouden) kan er wel voor zorgen dat de vegetatie behouden blijft en dus de CO_2 concentraties omlaag kan laten gaan. Dit is uiteraard wel goed tegen de klimaatverandering [4].

Doorgaans denken veel leerlingen dat ze niets aan klimaatverandering kunnen doen. Het is een "ver-van-hun-bed-show" maar het is net de inspanning van elk individu dat ervoor zorgt dat het effect van klimaatverandering verkleind kan worden [6].

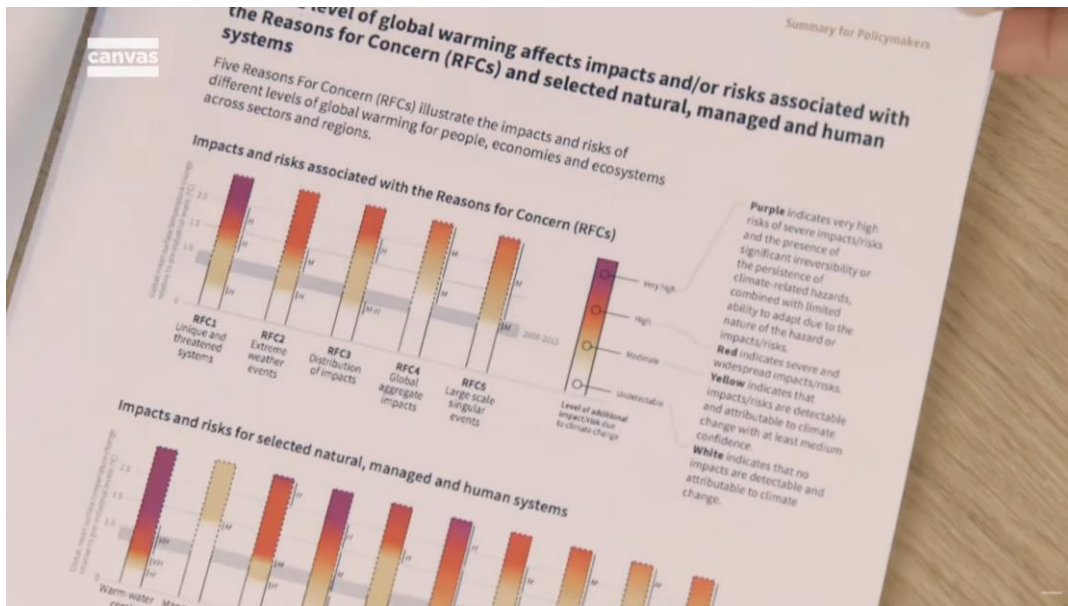
Daarnaast denken leerlingen vaak aan de dood en het afnemen van het planten- en dierenleven in het wild maar nooit aan de mogelijkheid dat deze soorten geografisch anders verdeeld kunnen geraken door de klimaatverandering. Ze focussen op de fysische attributen van een opwarmende oceaan en niet op de biologische implicaties. De impact van klimaatopwarming op mensen en de samenleving wordt ook erg onderschat. Veel leerlingen denken dat er geen of weinig impact zal zijn omdat we ingenieus omgaan met veranderingen. In werkelijkheid zullen er veel meer mensen sterven door warmte, infectieziekten, overstromingen, stormen, bosbranden en droogte. Het is van belang om niet te vergeten dat drinkbaar water schaarser zal worden [7].

Enkele oplossingen voor klimaatverandering zijn hernieuwbare energie, planten van bomen, betere manieren vinden om afval weg te werken (recycleren), minder autorijden en zelfs het indammen van de populatiegroei [3].

Het is belangrijk dat de leerlingen tijdens het uitvoeren van de opdrachten en het maken van verslagen hun eigen woorden gebruiken. Er moet duidelijk gemaakt worden dat 'kopiëren en plakken' geen punten oplevert aangezien hier geen leerwinst mee gepaard gaat.

Les 1: Discussie over klimaatverandering

Om ervoor te zorgen dat leerlingen inzien dat het belangrijk is om de klimaatverandering tegen te gaan, moet er eerst duidelijk gemaakt worden hoe ernstig de situatie is. Via een inleidend filmpje gebeurt dit door aandacht te schenken aan het wetenschappelijk onderzoek. Dit doet de leerkracht m.b.v. een projector of smartboard.



De link naar dit filmpje is: <https://youtu.be/dRhXFmh1Apg>

De leerlingen hebben in vorige jaren al geleerd over klimaatverandering maar hoeveel is hiervan parate kennis en welke misconcepties hebben de leerlingen over dit onderwerp? Onderzoek wijst uit dat discussies een goede manier zijn om te inventariseren waar de problemen zich bevinden [8].

Als leerkracht treed je op als moderator terwijl je de leerlingen tijdens de klasdiscussie laat discussiëren over enkele stellingen/vragen. De moderator zorgt ervoor dat iedereen aan de beurt komt en dat er niet afgeweken wordt van het onderwerp. Het doel van deze les is om in te schatten welke fouten de leerlingen maken zodat deze tijdens de volgende les(sen) aangepakt kunnen worden. De fouten worden genoteerd door de leerkracht en bijgehouden. Het is geen probleem als niet alle fouten niet genoteerd kunnen worden, de meest voorkomende misconcepties worden in les 2 opgesomd.

Voor een klasdiscussie is de klasschikking erg belangrijk. Daarom zou het ideaal zijn een grote cirkel te vormen zodat iedereen elkaar kan zien en niemand aan het hoofd van de tafel zit, iedereen is gelijkwaardig. Als het mooi weer is, zou dit buiten kunnen plaatsvinden. Om ervoor te zorgen dat de discussie rustig verloopt is het noodzakelijk om enkele afspraken te maken met de leerlingen:

- Laat elkaar uitpraten.
- Luister naar elkaars argumenten en sta open voor elkaars mening (hoe vreemd of grappig deze ook mag klinken).
- Bestrijd argumenten op de inhoud, speel het niet op de persoon.
- Haal er geen dingen bij die er niet bij horen.
- Zeg "Ik denk dat ..." als je niet zeker bent over je uitspraak.
- Discussieer niet om de discussie te winnen, het doel is om de meningen en ideeën van iedereen te horen.

De leerkracht wijst de leerlingen erop als deze afspraken niet gevolgd worden maar houdt zich voor de rest afzijdig. Als het gesprek stilvalt kan er een vraag gesteld worden of wordt er overgegaan naar de volgende stelling. Het stellen van vragen als "Is iedereen het hiermee eens?" en zeggen dat het niet erg is als er foute uitspraken gebeuren, kan helpen om iedereen na te laten denken.

Belangrijk: vraag wel altijd naar de achterliggende redenering! Uitspraken moeten verdedigd worden om bij te kunnen leren.

Voor een afdrukbare lijst met onderstaande stellingen/vragen zie bijlage A: "Stellingen en vragen" met ruimte voor aanpassingen. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen deze lijst krijgen, de leerkracht houdt deze vast om gemakkelijk op te noteren of gebruikt een computer/laptop. De stellingen/vragen die gebruikt (kunnen) worden tijdens de discussie zijn:

- Wat zijn de oorzaken van klimaatverandering?
 - Als de leerlingen stilvallen geeft de leerkracht een oorzaak waarvan de leerlingen moeten zeggen of deze juist of fout is. Belangrijk is dat de leerlingen hun redenering uitleggen en andere leerlingen hierop reageren.
 - Ozon of smog in steden
 - Giftig afval (industrieafval)
 - Koolstofdioxide
 - Ontbossing
 - Afval in oceanen dumpen
 - Kernenergie

- Broeikaseffect
 - Vulkaanuitbarstingen
-
- Het broeikaseffect heeft een negatief effect op de aarde.
 - Koolstofdioxide, waterdamp en ozon zijn allemaal broeikasgassen.
 - Klimaatverandering is enkel negatief voor koude gebieden omdat daar de sneeuw en gletsjers smelten.
 - Het beschermen van zeldzame diersoorten werkt de klimaatverandering tegen.
 - Kernenergie is negatief voor het klimaat.
 - Het is belangrijk dat iedereen zich inspant om de klimaatverandering tegen te gaan.



Bron: <https://lbhsnews.com/3738/more/ellies-random-thoughts/improving-the-world-begins-with-one-and-self-education-a-simple-yet-vital-freedom/>

- Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering?
 - Als de leerlingen stilvallen geeft de leerkracht een gevolg waarvan de leerlingen moeten zeggen of dit juist of fout is. Belangrijk is dat de leerlingen hun redenering uitleggen en andere leerlingen hierop reageren.
 - Het afnemen van het aantal verschillende soorten planten- en dieren in het wild
 - Gat in de ozonlaag boven Antarctica
 - Opwarming oceaan
 - Sterfte van mensen (droogte, infectieziekten, overstromingen, ...)
 - Verschuiving van de magnetische noord- en zuidpolen
 - Stijgen van zeeniveau
 - Geografische andere verdeling van het planten- en dierenleven
 - Geen sneeuw op Kerstmis en vorig jaar was dat er wel
 - Hevigere stormen en orkanen
 - Lagere globale vochtigheidsgraad
 - Socio-economische en ecologische gevolgen door droogte en overstromingen
- Wat zijn mogelijke oplossingen voor klimaatverandering?
 - Als de leerlingen stilvallen kunnen er voorbeelden aangegeven worden door de leerkracht. Belangrijk is dat de leerlingen hun redenering uitleggen en andere leerlingen hierop reageren.
 - Investeren in hernieuwbare energie
 - Minder giftig afval produceren
 - De populatiegroei afremmen
 - Bomen planten
 - Minder autorijden
 - Recycleren

Het zou duidelijk moeten worden bij de leerlingen dat het niet altijd gemakkelijk is om uitspraken te verdedigen als er geen geschikte bronnen aanwezig zijn om naar te verwijzen. Je kan wel dingen zeggen, maar zijn ze ook waar? Een laatste vraag die in de klasdiscussie aan bod kan komen is de volgende:

- Zou het helpen als je tijdens de discussie je gsm had mogen nemen om zaken op te zoeken?
 - Het antwoord is waarschijnlijk ja. Daarna kan gevraagd worden waar ze zouden zoeken. Google ligt voor de hand, maar leidt deze altijd tot betrouwbare websites?

De volgende les (of deze les zelf nog, afhankelijk van de tijdsbesteding) pikt de leerkracht hier verder op in door op zoek te gaan naar manieren om goede bronnen te herkennen en kritisch te zijn tegenover wat er op het internet, de grootste bron aan informatie, te vinden is.

Les 2: Betrouwbare bronnen

Om tijdens een discussie meningen te staven is er achtergrondinformatie nodig. Als er niets over het onderwerp geweten is, kan je er geen gestaafde mening over geven. Het belang van het zoeken naar geschikte, betrouwbare bronnen komt dan naar boven. Hoe weten leerlingen of een bericht op sociale media of websites inhoudelijk correct is? Tijdens deze les leren de leerlingen hoe ze een betrouwbare website kunnen herkennen.

De leerkracht vraagt aan de leerlingen of ze al eens in contact gekomen zijn met 'fake news'. Hoe wisten ze dat dit 'fake news' was?

Er zijn enkele goede manieren om de kwaliteit van de site en van de inhoud ervan te beoordelen. Het is dan van belang om jezelf de volgende vragen te stellen [9, 10]:

1. Wie maakte de site?

- Wordt de auteur van de informatie vermeld? → Als er geen auteur vermeld wordt, is de informatie wel wat verdacht.
- Is de auteur bekwaam? Staat er een titel of een functie bij zijn naam?
- Kan je op site wat te weten komen over de auteur → beroep? Verwezenlijkingen?
- Wordt er een e-mailadres vermeld waarop je vragen kan stellen aan de auteur?

2. Met welke bedoeling is de site gemaakt?

- Heeft de site een commercieel doel? Staat er '.com' in het adres? (De maker wil iets verkopen of geld verdienen met de website)
- Heeft de site een wetenschappelijk doel? Vaak staat er dan '.ac' in het adres, dit is echter niet altijd zo. (De maker wil vooral informatie meedelen. Hij vermeldt uitgebreide resultaten en bewijzen uit onderzoek en geeft aan waar je de informatie kan checken)
- Heeft de site een educatief doel? Staat er '.edu' in het adres? (De informatie komt van een school of een andere onderwijsvorm. Hij wil de lezer iets leren.)
- Heeft de site een informerend doel? Staat er '.gov' of '.org' in het adres? '.gov'-sites worden door de overheid gebruikt om informatie door te geven. '.org'-sites behoren meestal toe aan betrouwbare organisaties.

3. Voor welk publiek is de site bedoeld?

- Voor een groot publiek? → De auteur gebruikt eenvoudige woorden, woordverklaring bij moeilijke woorden, veel verklarende tekeningen en schema's.
- Voor beperkt publiek? → De auteur gebruikt veel vaktermen, weinig afbeeldingen.

4. Hoe wordt de informatie gebracht?

- Is de inhoud het belangrijkste? Of hecht de maker meer belang aan vormgeving? Gebruikt de maker veel (bewegende) beelden? Staan er meer afbeeldingen op dan tekst?
- Staan er veel reclameboodschappen in? Is er een duidelijk onderscheid tussen de reclameboodschappen en de informatie? Springen er soms vensters met reclameboodschappen voor de site?
- Gebruikt de maker een correcte taal? → De auteur gebruikt de juiste woordenschat, bouwt zinnen op correcte wijze en schrijft geen spelfouten.
- Is de inhoud goed gestructureerd? → De schrijver gebruikt titels en tussentitels, verdeelt de tekst in alinea's en zorgt voor een logische opbouw van de tekst.

5. Is de informatie oorspronkelijk of geleend?

- Vermeldt de maker zijn bronnen?
- Zijn de bronnen betrouwbaar? → Stel jezelf opnieuw bovenstaande vragen.
- Bestaan de websites nog waarnaar verwezen wordt?
- Is de informatie actueel? → Vermeldt de maker wanneer de site het laatst werd bijgewerkt? Is de site onlangs bijgewerkt? Werken de links nog?

Dit document kan best ook aan de leerlingen gegeven worden (zie bijlage B: "*Betrouwbare bronnen*"). Het is nu de bedoeling dat ze dit gebruiken voor de volgende opdracht. Hierbij verdelen de leerlingen zich in groepen van 2, 3 of 4 leerlingen, afhankelijk van hoe groot de klasgroep is. Daarna draait de leerkracht aan het rad (website: <https://wheeldecide.com/index.php>) waarna de groepen elk een topic krijgen dat ze zullen moeten onderzoeken. Dit kan ook op de 'old school' manier gebeuren door de keuzes op papiertjes te schrijven en de groepen één voor één een papiertje te laten trekken zonder dat ze op voorhand kunnen zien wat erop staat.

Vervolgens krijgen de leerlingen de opdracht om op het internet te zoeken naar correcte uitleg over hun onderwerp. Tegen het einde van de les leggen ze hun onderwerp uit aan de rest van de groepjes. Dit kan gebeuren via een PowerPoint met enkele slides, via het krijtbord, etc. Uit de presentatie moet blijken dat ze het onderwerp begrijpen en hierover vragen van de leerkracht of van het publiek kunnen oplossen.

De onderwerpen bestaan uit veelvoorkomende misconcepties van leerlingen en eventueel de foutieve uitspraken die leerlingen gedaan hebben tijdens de klasdiscussie van vorige les. De lijst hieronder kan dus nog aangevuld worden, afhankelijk van het aantal groepen leerlingen. Ook is het zo dat het ene onderwerp minder opzoekwerk vereist dan het andere. Een oplossing is om de leerlingen die klaar zijn de opdracht te geven om zelf naar de definitie van klimaatverandering te zoeken.

Onderwerpen die de leerlingen zullen opzoeken en uitleggen:

- Het verschil tussen klimaat en milieu
- Het verschil tussen klimaat en weer
- Het verschil tussen het broeikaseffect en het gat in de ozonlaag
- Hoe kan kernenergie tegen klimaatverandering tegengaan?
- Wat is de koolstofkringloop?
- Zorgen vulkaanuitbarstingen voor de klimaatverandering?
- Wat zijn de oorzaken van klimaatverandering?
- Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering?
- Wat zijn oplossingen voor klimaatverandering?
- ... (eigen gevonden misconcepties bij deze klasgroep)

Uitleg wheel decide (optioneel): Door bovenstaande onderwerpen in te geven op de website, en aan te vinken bij '+ Advanced Options' dat elk antwoord dat al geweest is moet verdwijnen ('Remove choice after it is landed on'), kan elk groepje een onderwerp willekeurig toegewezen krijgen via deze link: tinyurl.com/yy2ttoo3. Dit kan geprojecteerd worden zodat de leerlingen het rad zien draaien.

Opdracht voor de leerlingen:

- Ga in een groepje zitten van 2/3/4 leerlingen.
- De leerkracht gebruikt wheel decide/ papiertjes om elk groepje een onderwerp te geven.
- Zoek informatie op over je onderwerp en kijk na of je bronnen betrouwbaar zijn a.d.h.v. "Hoe herken ik een betrouwbare bron?".
- Maak een Word-document met daarin de informatie die je verzamelt + bronvermelding. Je krijgt hier 30 minuten de tijd voor.
- Zorg ervoor dat elk lid van de groep het onderwerp begrijpt en het kan uitleggen aan de medeleerlingen.
- Kies zelf hoe je je onderwerp gaat presenteren maar zorg ervoor dat je weet WAAROM je deze antwoorden geeft. Elk groepje is ongeveer 5 minuten aan het woord.

Verbetering

Om deze opdracht te verbeteren kan je als leerkracht de bronnen nakijken en nagaan of dit wel echt betrouwbare bronnen zijn aan de hand van dezelfde vragenlijst die de leerlingen moesten gebruiken. De manier waarop de leerlingen deze opdracht aanpakken kan variëren maar enkele antwoorden moeten zeker aan bod komen tijdens de presentaties. Deze worden per onderwerp hieronder kort weergegeven [3,11].

- **Het verschil tussen klimaat en milieu**

Het milieu is de biologische leefomgeving, dit gaat dus om alles om ons heen: grond, lucht en water. Het klimaat is het gemiddelde weer van de laatste 30 jaar.

- **Het verschil tussen klimaat en weer**

Het weer zijn de omstandigheden zoals ze op dit moment zijn. Het klimaat is het gemiddelde weer van de laatste 30 jaar.

- **Het verschil tussen het broeikaseffect en het gat in de ozonlaag**

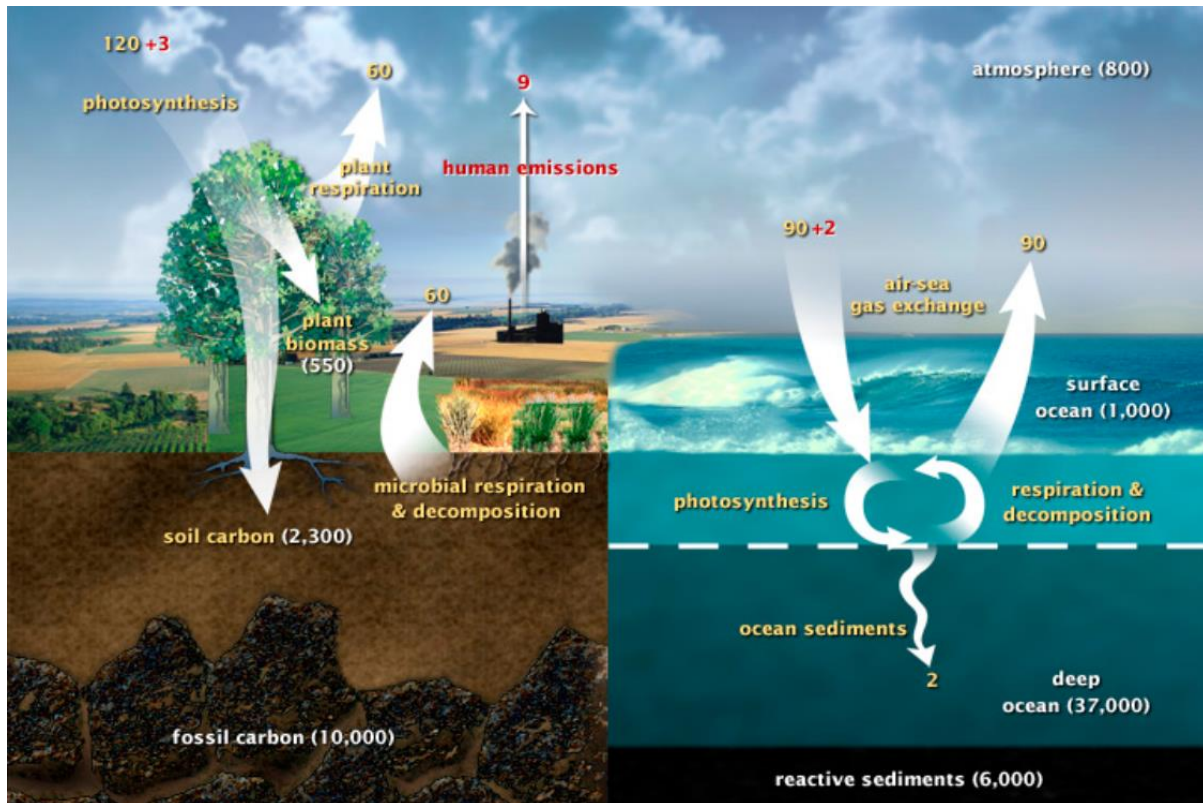
De warmtestraling van de zon komt doorheen de atmosfeer op het aardoppervlak waardoor dit opwarmt. Een groot deel van deze warmtestraling wordt terug de ruimte in weerkaatst maar de aanwezigheid van broeikasgassen zorgt ervoor dat niet alle warmte terug zal ontsnappen. Op die manier stijgt de oppervlaktetemperatuur van de aarde. Dit is het broeikaseffect.

Het gat in de ozonlaag is een gebied in de atmosfeer boven Antarctica waar, gedurende de lente in de zuidelijke hemisfeer, ongeveer de helft van de atmosferische ozon verdwijnt. Dit gat is tijdens de laatste jaren al veel minder erg geworden. Leuke bijvraag: is dit echt een gat? Antwoord: Nee, nergens is er een gebied waar er geen ozon meer is, dit wordt gewoon op die manier gezegd.

- **Hoe kan kernenergie klimaatverandering tegengaan?**

Kerncentrales stoten geen CO_2 of andere broeikasgassen uit en de bouw ervan kan vrij snel van start gaan aangezien de technologie gekend is.

- **Wat is de koolstofkringloop?**



Koolstof vloeit tussen elk reservoir in en uit, deze uitwisseling heet de koolstofcyclus en bestaat uit trage en snelle componenten. Elke verandering in de cyclus zorgt ervoor dat er meer in het ene reservoir terecht komt dan in het andere. Veranderingen waarbij koolstof in de atmosfeer terecht komt, zorgen voor hogere temperaturen op aarde door het broeikaseffect.

- **Zorgen vulkaanuitbarstingen voor de klimaatverandering?**

Nee, vulkanen injecteren enorme hoeveelheden stof en gassen in de bovenste atmosfeer waar de deeltjes voor verschillende jaren blijven voordat ze in de lagere atmosfeer vallen en snel weggespoeld worden door de regen. In deze periode verspreiden ze zich rond de hele werelbol en houden een deel van de straling van de zon tegen, waardoor de lagere atmosfeer zal afkoelen. Dit heeft echter enkel gedurende enkele jaren (bij een grootschalige uitbarsting) effect op het weer in tegenstelling tot de klimaatverandering door toename van broeikasgassen.

- **Wat zijn de oorzaken van klimaatverandering?**

Koolstofdioxide als broeikasgas is de grootste boosdoener. De stijging is voornamelijk te wijten aan ontbossing waardoor de vegetatie die verdwijnt geen CO_2 meer kan opnemen.

- **Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering?**

- Het afnemen van het aantal verschillende soorten planten- en dieren in het wild
- De opwarming van de oceaan
- Sterfte van mensen (droogte, infectieziekten, overstromingen, ...)
- Stijgen van zeeniveau
- Geografische andere verdeling van het planten- en dierenleven
- Hevigere stormen en orkanen
- Socio-economische en ecologische gevolgen door droogte en overstromingen

- **Wat zijn oplossingen voor klimaatverandering?**

- Investeren in hernieuwbare energie
- Minder giftig afval produceren
- De populatiegroei afremmen
- Bomen planten
- Minder autorijden
- Recycleren

Na elke presentatie moeten de fouten verbeterd worden en de belangrijkste zaken worden aangevuld door de leerkracht zodat alle leerlingen de juiste uitleg onthouden.

In bijlage C: "*Hoe ontdek je nepnieuws?*" bevindt er zich nog een leuke poster om op te hangen in de klas. Het geeft erg kort en overzichtelijk weer hoe je kan nagaan of het gaat om 'fake news' of niet.

Les 3: Aardobservaties

Bij dit deel hoort een PowerPointpresentatie die kan gebruikt worden als inleiding voor deze les (hier kan ook een cursus voor de leerlingen van gemaakt worden indien gewenst). De leerkracht begint met het tonen van een filmpje over satellieten en aardobservaties en legt daarna aan de hand van een PowerPoint het nut van satellieten uit en wat remote sensing is (zie tekst hieronder). Dit link van het filmpje is te vinden via youtu.be/ezAZ5WVAOyI en de PowerPoint is de aparte bijlage "PowerPoint les 3 Aardobservaties".

Het nut van satellieten

Het vogelvluchtperspectief dat de satellieten hebben stelt hen in staat om grote gebieden van de aarde in één keer te zien. Deze mogelijkheid betekent dat satellieten meer gegevens kunnen verzamelen, en sneller, dan instrumenten op de grond.

Satellieten kunnen ook beter in de ruimte kijken dan telescopen aan het aardoppervlak. Dat komt omdat satellieten boven de wolken, stof en moleculen in de atmosfeer vliegen die het zicht vanaf de grond kunnen blokkeren.

Vóór de satellieten gingen de tv-signalen niet erg ver. Tv-signalen reizen alleen in rechte lijnen. Dus ze zouden snel de ruimte in gaan in plaats van de aardbocht te volgen. Soms blokkeerden bergen of hoge gebouwen de signalen. Telefoontjes naar verre oorden waren ook een probleem. Het opzetten van telefoonkabels over lange afstanden of onder water is moeilijk en kost veel. Bij satellieten worden tv-signalen en telefoongesprekken naar boven gestuurd naar een satelliet. Dan kan de satelliet ze vrijwel direct terugsturen naar verschillende locaties op aarde.

De satellieten die de aarde observeren hebben nog vele andere voordelen. Zo geven deze informatie over wolken, oceanen, land en ijs. Ze meten ook gassen in de atmosfeer, zoals ozon en kooldioxide, en de hoeveelheid energie die de aarde absorbeert en uitstoot. Ook monitoren deze satellieten bosbranden, vulkanen en hun rookontwikkeling.

Al deze informatie helpt wetenschappers om het weer en het klimaat te voorspellen. Bovendien geven de satellieten ook informatie over hongersnood, landbouw, het opsporen van ziekten, natuurrampen, de ontwikkeling van het ozongat, woestijnvorming, ontbossing en nog veel meer.

Remote sensing

Bij remote sensing wordt er informatie vergaard vanop een afstand. NASA (National Aeronautics and Space Administration) is een onafhankelijk agentschap van de federale overheid in de Verenigde Staten dat de aarde en andere planeten observeert via remote sensing. Ook ESA (European Space Agency) heeft verschillende Earth Explorer missies gelanceerd om de aarde te observeren. Hierbij worden satellieten en ruimtevaartuigen gebruikt die een globaal perspectief bieden door data over het volledige systeem van de aarde vrijgeven. Op basis van deze

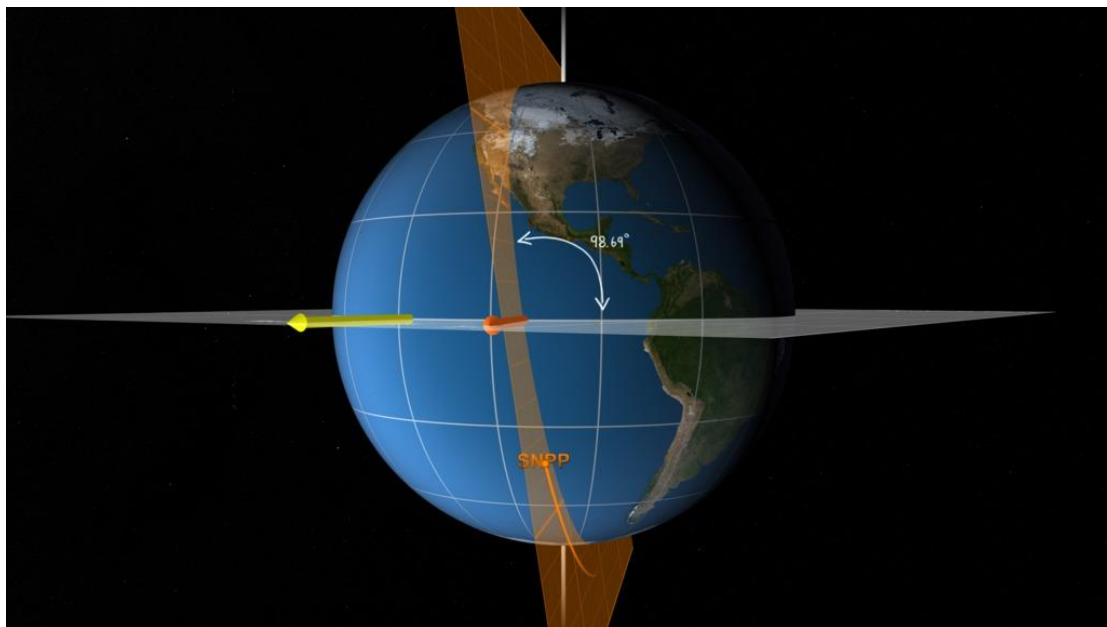
data kunnen dan beslissingen genomen worden over de tegenwoordige en toekomstige stand van onze planeet.

Klimaatverandering speelt hierbij een erg belangrijke rol maar ook voedselzekerheid, grondstoffenschaarste, duurzame energievoorziening, vergrijzing, etc. worden door satellieten in de gaten gehouden.

Satellietbanen

Er bestaan 3 grote types banen waarin deze satellieten zich bevinden: 'polair', 'niet-polair, lage-baan', en 'geostationair'.

De 'polair' satellieten die in een baan langs de polen bewegen, bevinden zich in een baanvlak dat meer dan 90 graden geïnclineerd is naar het equatoriaalvlak. Dit is weergegeven in Figuur 1. De helling zorgt ervoor dat de satelliet in staat is om de hele aardbol te observeren, inclusief de poolgebieden. Op die manier kunnen er waarnemingen gebeuren op locaties die via de grond heel moeilijk te bereiken zijn.



Figuur 1: In het oranje vlak bewegen de polaire satellieten zich. Dit vlak is getild over een hoek van 98,69 graden t.o.v. het equatoriaalvlak.

Het tweede type satelliet dat niet langs de polen beweegt, bevindt zich op een hoogte van doorgaans minder dan 2 000 km boven het aardoppervlak. (Ter referentie: het Internationaal Ruimtestation draait rond op een hoogte van ~400 km). Deze banen kunnen niet de hele wereld observeren maar bestrijken slechts een deel van de breedtegraden. De Global Precipitation Mission (GPM) is een voorbeeld van een niet-polaire, lage-baansatelliet die 65 graden noord tot 65 graden zuid bestrijkt.

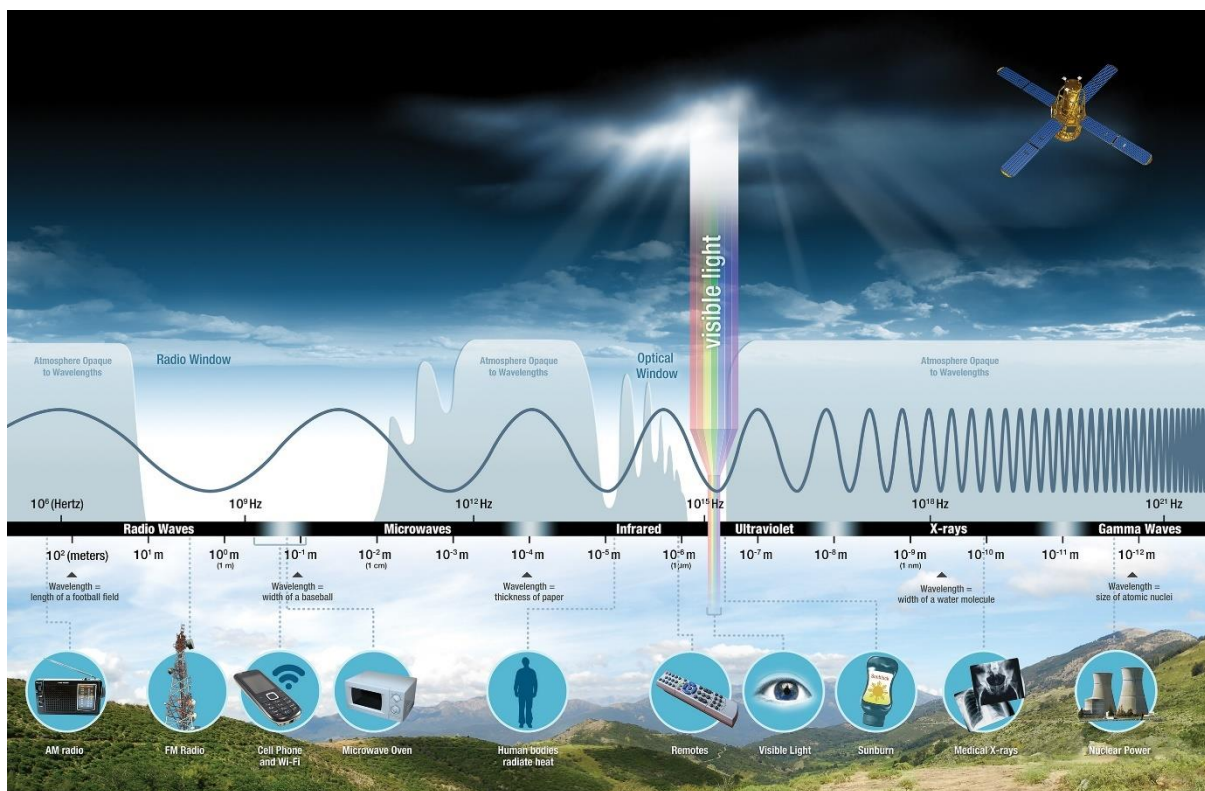
Het laatste type zijn de geostationaire satellieten welke de rotatie van de aarde volgen en dus tegen dezelfde snelheid bewegen. Dit betekent dat voor een waarnemer op aarde de satelliet lijkt vast te zitten op één locatie. Hierdoor geven deze satellieten bij elke waarneming hetzelfde beeld van de aarde om zo

ononderbroken data van dat ene gebied te bezorgen. Een voorbeeld van een geostationaire weersatelliet is Meteosat van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA.

Elektromagnetisch spectrum

Elektromagnetische energie die geproduceerd wordt door de vibraties van geladen deeltjes bewegen doorheen de atmosfeer en vacuüm van de ruimte in de vorm van golven. Deze elektromagnetische golven hebben verschillende golflengten en frequenties. Sommige hebben een lagere frequentie, zoals radio-, microgolf- en infraroodgolven, terwijl anderen een hogere frequentie hebben, zoals ultraviolet, röntgenstraling en gammastralen. Het zichtbare licht omvat slechts een erg klein deel van het volledige spectrum bestaande uit elektromagnetische golven, dit is te zien in Figuur 2. Daarom gebruiken satellieten andere vormen van instrumentatie om ook alle andere vormen van elektromagnetische golven te detecteren.

Satellietinstrumenten gebruiken het volledige bereik van het spectrum om processen die zich hier op aarde en op andere planetaire lichamen voordoen te onderzoeken en te begrijpen.

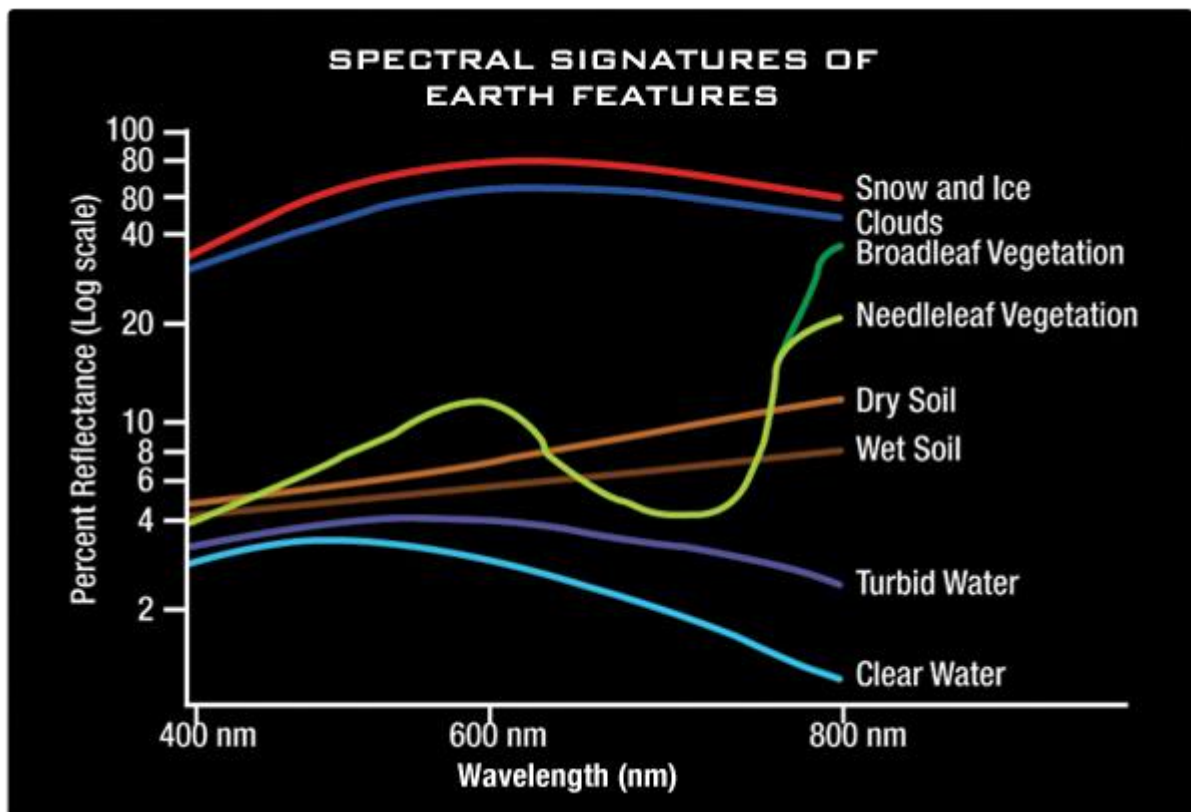


Figuur 2: Het volledig elektromagnetisch spectrum. Het zichtbare deel is slechts een erg klein gedeelte hiervan.

Sommige golven worden geabsorbeerd of gereflecteerd door elementen in de atmosfeer, zoals waterdamp en koolstofdioxide, terwijl sommige golflengten ongehinderd door de atmosfeer kunnen bewegen. Zichtbaar licht heeft golflengten die door de atmosfeer kunnen worden uitgezonden. Microgolfenergie heeft golflengten die door wolken kunnen gaan en veel van onze weer- en communicatiesatellieten profiteren hiervan.

De primaire bron van de energie die door satellieten wordt waargenomen, is de zon. De hoeveelheid gereflecteerde energie van de zon hangt af van de ruwheid van het oppervlak en zijn albedo, dat is hoe goed een oppervlak het licht weerkaatst in plaats van het te absorberen. Sneeuw, bijvoorbeeld, heeft een zeer hoog albedo, dat tot 90% van de energie die het van de zon ontvangt weerkaatst, terwijl de oceaan slechts ongeveer 6% weerkaatst en de rest absorbeert. Wanneer energie wordt geabsorbeerd, wordt deze vaak opnieuw uitgestraald, meestal op langere golflengtes. De energie die door de oceaan wordt geabsorbeerd, wordt bijvoorbeeld opnieuw uitgezonden als infraroodstraling.

Alle dingen op aarde reflecteren, absorberen of zenden energie uit, waarvan de hoeveelheid varieert per golflengte. Alles op Aarde heeft een unieke spectrale "vingerafdruk", net zoals je vingerafdruk uniek is voor jou. In Figuur 3 wordt de reflectantie in percentages weergegeven in functie van de golflengtes, en dit voor verschillende kenmerken van de aarde. Onderzoekers kunnen deze informatie gebruiken om verschillende eigenschappen van de aarde te identificeren, evenals verschillende soorten gesteente en mineralen. Het aantal spectraalbanden dat door een bepaald instrument wordt gedetecteerd, de spectrale resolutie ervan, bepaalt hoeveel onderscheid een onderzoeker kan maken tussen materialen.

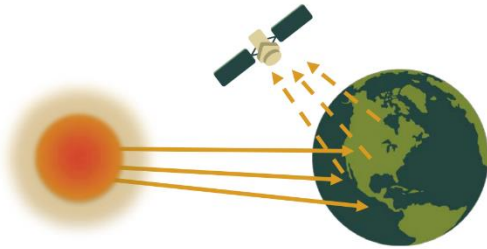


Figuur 3: Grafiek van de spectrale kenmerken van de aarde. Let op de logaritmische schaal!

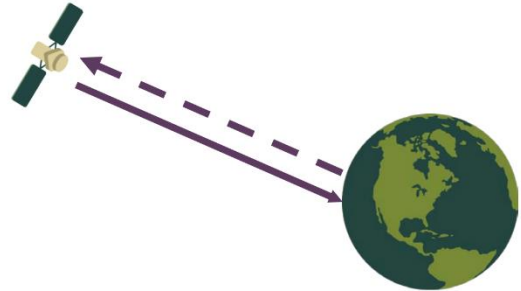
Sensoren

Sensoren, of instrumenten, aan boord van satellieten en vliegtuigen gebruiken de zon als verlichtingsbron of zorgen voor een eigen verlichtingsbron, waarbij de energie die wordt teruggekaatst wordt gemeten. Sensoren die gebruik maken van natuurlijke energie van de zon worden passieve sensoren genoemd, sensoren die hun eigen energiebron leveren worden actieve sensoren genoemd (zie Figuur 4).

Passive Sensors



Active Sensors



Figuur 4: Een diagram van een passieve en een actieve sensor.

Passieve sensoren omvatten verschillende soorten radiometers (instrumenten die de intensiteit van de elektromagnetische straling in bepaalde spectraalbanden kwantitatief meten) en spectrometers (apparaten die ontworpen zijn om de spectrale inhoud van gereflecteerde elektromagnetische straling op te sporen, te meten en te analyseren). De meeste passieve systemen die door toepassingen van remote sensing worden gebruikt, werken in de zichtbare, infrarood-, thermische infrarood- en microgolfdelen van het elektromagnetisch spectrum. Deze sensoren meten de temperatuur van het land- en zeeoppervlak, de eigenschappen van de vegetatie, de wolken en aërosolen, en andere fysische eigenschappen.

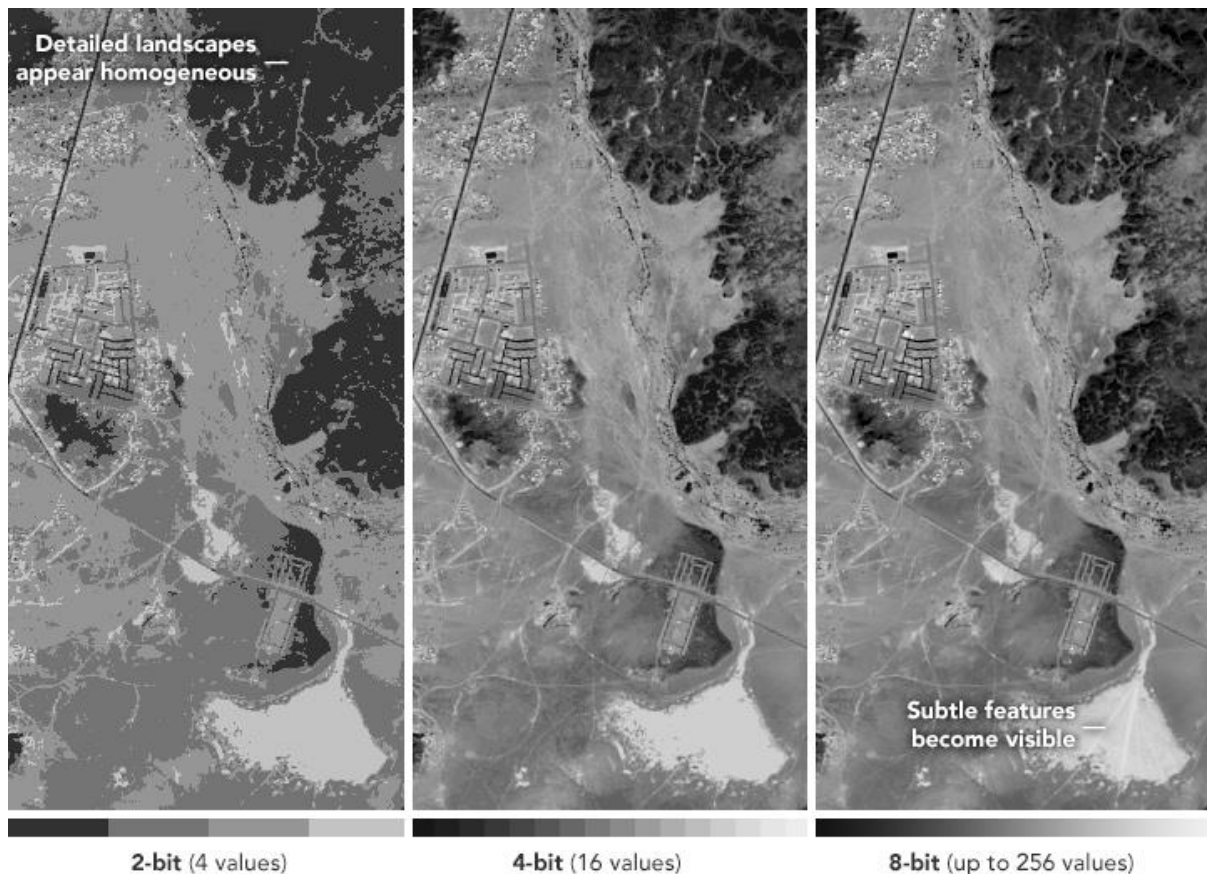
Merk op dat de meeste passieve sensoren niet kunnen doordringen in het dichte wolkendek en dus beperkingen hebben bij het observeren van gebieden zoals de tropen waar het dichte wolkendek vaak voorkomt.

Actieve sensoren omvatten verschillende soorten radiodetectie en variërende (radar)sensoren, hoogtemeters en verstrooiingsmeters. De meeste actieve sensoren werken in de microgolfband van het elektromagnetisch spectrum, waardoor ze onder de meeste omstandigheden in de atmosfeer kunnen doordringen. Deze typen sensoren zijn nuttig voor het meten van de verticale profielen van onder andere aërosolen, de structuur van bossen, neerslag en wind, topografie van het zeeoppervlak en ijs.

Resolutie

De resolutie speelt een rol in de manier waarop de gegevens van een sensor kunnen worden gebruikt. Afhankelijk van de baan van de satelliet en het sensorontwerp kan de resolutie variëren. Er zijn vier types van resolutie te overwegen voor elke dataset: radiometrische, ruimtelijke, spectrale en temporele.

De radiometrische resolutie is de hoeveelheid informatie in elke pixel, d.w.z. het aantal bits dat de opgenomen energie vertegenwoordigt. Elk bit registreert een exponent van vermogen 2. Een 8-bits resolutie is bijvoorbeeld 28, wat aangeeft dat de sensor 256 potentiële digitale waarden (0-255) heeft om informatie op te slaan. Dus hoe hoger de radiometrische resolutie, hoe meer waarden beschikbaar zijn om informatie op te slaan, wat een beter onderscheid oplevert tussen zelfs de kleinste energiever verschillen. Dit is te zien in Figuur 5.



Figuur 5: Het verschil tussen 2-bit, 4-bit en 8-bit resolutie. Hoe hoger deze resolutie, hoe meer details er te zien zijn.

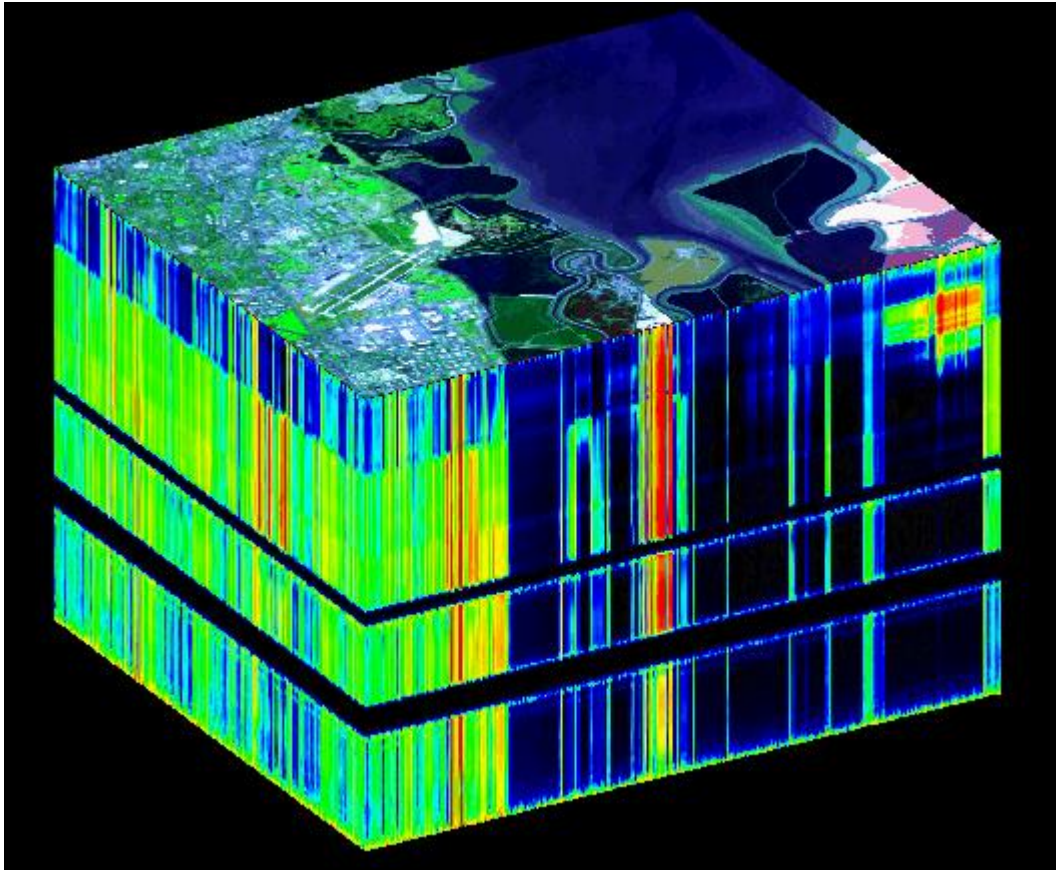
De ruimtelijke resolutie wordt bepaald door de grootte van elke pixel binnen een digitaal beeld en het gebied op het aardoppervlak dat door die pixel wordt vertegenwoordigd. Zo heeft de meerderheid van de banden die door de Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) worden waargenomen, een ruimtelijke resolutie van 1 km;

elke pixel vertegenwoordigt een gebied van 1 km x 1 km op de grond. Hoe fijner de resolutie (hoe lager het getal), hoe meer details er te zien zijn. In Figuur 6 is het verschil in pixels tussen een afbeelding van 30 m/pixel, een afbeelding van 100 m/pixel en een afbeelding van 300 m/pixel te zien.



Figuur 6: Landsat 8 data van 7 juli 2019 van Reykjavík, Iceland. Met dank aan het NASA Earth Observatory.

Spectrale resolutie is het vermogen van een sensor om fijnere golflengten te onderscheiden, dat wil zeggen, met meer en smallere spectraalbanden. Veel sensoren worden beschouwd als multispectraal, wat betekent dat ze tussen de 3-10 spectraalbanden hebben. Sensoren met honderden tot zelfs duizenden spectraalbanden worden beschouwd als hyperspectraal. Hoe smaller het bereik van de golflengten voor een bepaalde band, hoe fijner de spectrale resolutie. De Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer (AVIRIS) registreert bijvoorbeeld informatie in 224 spectrale kanalen. De kubus in Figuur 7 geeft het detail binnen de gegevens weer. Op dit detailniveau kan onderscheid worden gemaakt tussen rots- en mineraalsoorten, vegetatietypen en andere kenmerken.



Figuur 7: De bovenkant van de kubus is een vals kleurenbeeld gemaakt om de structuur in de water- en verdampingsvijvers aan de rechterkant te accentueren. De zijkanten van de kubus zijn plakjes die de randen van de bovenkant in alle 224 spectrale kanalen van AVIRIS laten zien.

Temporele resolutie is de tijd die een satelliet nodig heeft om een baan te voltooien en hetzelfde observatiegebied opnieuw te bezoeken. Deze resolutie is afhankelijk van de baan, de eigenschappen van de sensor en de breedte van de strook die door de satelliet opgemeten wordt. Omdat geostationaire satellieten overeenkomen met de snelheid waarmee de aarde draait, is de temporele resolutie veel fijner, ongeveer 30s - 1min. Polaire satellieten hebben een temporele resolutie die kan variëren van 1 dag tot 16 dagen.

Waarom bouwt men dan geen hoge ruimtelijke, spectrale en temporele resolutie sensor? Het is moeilijk om alle gewenste eigenschappen te combineren in één remote sensor want om waarnemingen met een hoge ruimtelijke resolutie (zoals Landsat) te verkrijgen is een smaller strookje nodig, wat op zijn beurt meer tijd vergt tussen de waarnemingen van een bepaald gebied, wat resulteert in een lagere temporele resolutie. Onderzoekers moeten afwegingen maken. Daarom is het erg belangrijk om te begrijpen welk type data nodig is voor een bepaald studiegebied [13].

Maar hoe blijven deze satellieten in de lucht "hangen"?

Satellieten zijn in staat om in een baan rond de planeet te draaien omdat ze gevangen zitten tegen snelheden die snel genoeg zijn om de neerwaartse trekkracht van de zwaartekracht te overwinnen. Satellieten worden de ruimte ingestuurd door een raket die vanaf de grond gelanceerd wordt met een snelheid van minstens 40300 km/u om buiten onze dampkring te komen. Als de raket eenmaal zijn vastgestelde locatie heeft bereikt, laat hij de satelliet in zijn baan vallen. De initiële snelheid van de satelliet die wordt aangehouden terwijl hij loskomt van het lanceervoertuig is voldoende om een satelliet honderden jaren in een baan om de aarde te houden.

Een satelliet houdt zijn baan door twee factoren in evenwicht te brengen: zijn snelheid (de snelheid die hij nodig heeft om in een rechte lijn te reizen) en de zwaartekracht die de aarde op hem heeft. Een satelliet die dichterbij de Aarde draait heeft meer snelheid nodig om de sterkere zwaartekracht te weerstaan. Als een satelliet eenmaal in een baan om de aarde is gebracht, is de enige kracht die de beweging van de satelliet reguleert de zwaartekracht. Een satelliet valt dus op elk moment naar de aarde toe maar door de hoge snelheid en de ronde vorm van de aarde, komt hij nooit op aarde aan.

Satellieten hebben wel hun eigen brandstofvoorziening, maar in tegenstelling tot hoe een auto gas gebruikt, is het niet nodig om snelheid te behouden voor een baan. Het is gereserveerd voor het veranderen van de baan of het vermijden van een botsing met puin [14].

Google Earth Timelapse

Tot voor de lancering van de aardobservatiesatellieten konden we onze planeet niet van bovenaf bekijken. Sinds het begin van de jaren 70 verzamelen we echter beelden van de hele wereld en naarmate de satelliet- en sensortechnologie vordert, kunnen we veel meer details vastleggen om te leren hoe onze wereld verandert.

Gezien de enorme hoeveelheid digitale beelden die we de afgelopen decennia hebben verzameld, wilde Google de beelden bruikbaar maken. In plaats van naar elke gebied apart te kijken, voegde Google alle bestaande beelden naadloos samen. Via Google Earth Timelapse is het nu mogelijk om te zien hoe de aarde van 1984 tot 2018 is veranderd. Het Timelapse-project maakte gebruik van de "Time Machine" van Carnegie Mellon University CREATE Lab, technologie in combinatie met de verwerkingskracht van Earth Engine om video's te maken over ruimte en tijd, met een resolutie van miljarden pixels. Met deze technologie kan iedereen de zichtbare veranderingen van ontbossing, zeespiegelstijging, meanderende rivieren, etc. onderzoeken.

Timelapse bestaat uit 35 wolkenvrije mozaïeken van de planeet waarbij hetzelfde algoritme wordt gebruikt dat we gebruiken om Google Earth en Maps beelden te verbeteren [15].

Opdracht 1

Maak zelf (of in groepjes van 2 (afhankelijk van de klasgrootte)) een **timelapse** over een interessant fenomeen dat zichtbaar is vanuit de ruimte met metingen uit het visueel spectrum, en leg de link met klimaatverandering. Houd de volgende opmerkingen in acht:

- Lever een **Word-document** in van **maximaal 2 bladzijden**.
- In dit document moet het volgende aan bod komen:
 - Waarom heb je dit fenomeen gekozen?
 - Wat is er te zien op de timelapse?
 - De link met klimaatverandering. Vermeld hierbij of je gekozen fenomeen een **gevolg** is of een **oorzaak** van klimaatverandering? Waarom?
 - Hoe ontstaat het fenomeen?
 - Welke **oplossingen** zijn er voor dit fenomeen?
- Vergeet de bronvermelding niet!

Nadien stel je je timelapse voor aan de klas en vertel je op 5 minuten wat er te zien is en wat de link is met klimaatverandering.

Belangrijk: Kies binnen je klas zoveel mogelijk verschillende fenomenen en plaatsen waar deze plaatsvinden! Denk na over hoe jullie dit aan gaan pakken en spreek dit af met de rest van de klas. Fenomenen op verschillende plaatsen maken de presentaties op het einde interessanter.

Instructies Timelapse

Gebruik voor het maken van de timelapse de volgende link: tinyurl.com/yxhqeshb (<http://timemachine.cmucreatelab.org/wiki/EarthEngineTourEditor>). Je krijgt dan een scherm te zien waarop de wereld is gereconstrueerd uit satellietbeelden in het visuele spectrum. Links bovenaan bevinden zich de "deel"-knop en zoekfunctie. Door te scrollen zoom je in of uit maar je kan ook de "plus"-en "min"-knop gebruiken, welke rechts bovenaan staan. Als je op het kleinere kadertje rechtsboven klikt, krijg je de kaart te zien i.p.v. de satellietweergave. Door nogmaals te klikken ga je terug.

Onderaan staat de schaal en de jaren waarvan er satellietbeelden zijn. Door op het startpijlje te klikken kan zien wat er is gebeurd in het gebied waar je op ingezoomd staat tussen 1984 en 2018.

Om zelf een timelapse te maken kan je de onderste helft van het scherm gebruiken. Zorg ervoor dat je de Tour editor gebruikt. Gebruik de tools om een reeks van beelden te compileren die het fenomeen over meerdere jaren weergeeft. Zodra je de reeks hebt voltooid, klik je op de link "share" onderaan het scherm, geef je jouw video een titel en kopieer je de link in je Word-document.

Als je hulp nodig hebt kan je de tutorial eens bekijken:

tinyurl.com/yymmkev2 (<http://wiki.gigapan.org/creating-time-machines/embedding-time-machine>).

Voor de leerkracht, een website met veel verschillende interessante fenomenen:

<https://tinyurl.com/yxfndkds> (<https://earthobservatory.nasa.gov/world-of-change/SierraNevada>)

In bijlage D: "*Timelapse fenomeen*" kan de opdracht voor de leerlingen worden teruggevonden.

Het zou de leerlingen moeten opvallen dat ze slechts een klein deel hebben bekeken van de aarde. Er is namelijk nog veel meer te zien als gebruik gemaakt wordt van alle andere elektromagnetische spectraalgebieden. Koolstofdioxide, methaan en allerlei andere gassen worden pas zichtbaar als er gemeten wordt met nabij infrarode/infrarode straling. Ook de vochtigheid van de grond moet gemeten worden op een andere manier, namelijk met actieve of passieve microgolfstraling.

Via de website:

tinyurl.com/y6gxtb3f (https://climate.nasa.gov/earth-now/#/vitalsign?vitalsign=visible_earth&altid=0&animating=f)

kunnen de leerlingen enkele satellieten van NASA, die gebruikt worden voor aardobservaties, in real time zien. Het is de bedoeling dat ze zoeken welke metingen de satellieten uitvoeren.

Opdracht 2 (kan ook als huiswerk opgegeven worden)

1. Ga naar de website: <https://tinyurl.com/y6gxtb3f>
(https://climate.nasa.gov/earth-now/#/vitalsign?vitalsign=visible_earth&altid=0&animating=f)
2. Bekijk de banen van de verschillende satellieten in real time! (klik op de datum en tijd rechtsonder, en klik daarna op "Real time")
3. Wat is het laatste "event" dat heeft plaatsgevonden op aarde?
4. Beantwoord de volgende vragen voor **2** satellieten:
 - a. Welke metingen doet elke satelliet?
 - b. Waarom zijn deze metingen belangrijk?
5. Wat is en doet het ISS?
6. Ga naar de website: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth
7. Beantwoord de volgende vragen voor **2** satellieten:
 - a. Welke metingen doet elke satelliet?
 - b. Waarom zijn deze metingen belangrijk?

Les 4: De uitspraken van 'climate deniers'

De feiten die erop wijzen dat de klimaatverandering echt is, zijn overweldigend. Wetenschappers zijn het er al lang over eens dat de klimaatverandering die we nu ervaren, door de mens veroorzaakt is. Toch zijn er, net zoals de aanhangers van het idee van een "platte aarde", altijd mensen die niet geloven in wat onderzoek uitwijst, de verkeerde bronnen gebruiken, verkeerde linken leggen en daardoor tot foutieve conclusies komen. Tijdens deze les is het aan de leerlingen om enkele stellingen van 'climate deniers' te ontkrachten en grafieken leren interpreteren. De les begint met een korte quiz die de leerlingen individueel moeten invullen.

Het werkblad voor de leerlingen met instructies en oefeningen is terug te vinden onder bijlage E: "*Werkblad les 4*".

Opdracht 1 (kan ook als huiswerk opgegeven worden)

Ga naar de website <https://climate.nasa.gov/quizzes/global-temp-quiz/> en vul de quiz in. **Geef na afloop een weetje** uit de quiz dat je nog niet kende. (Bv. het ijs op Antarctica is land-ijs omdat het zich op land bevindt. Het ijs op de Noordpool is zee-ijs en bevindt zich niet op land.)

Nadien wordt dit kort besproken in de klas. Wie heeft welk weetje? Hebben jullie goed gescoord?

Andere interessante quizzes rond klimaatverandering:

- <https://climate.nasa.gov/quizzes/carbon-quiz/>
- <https://climate.nasa.gov/quizzes/home-planet-quiz/>
- <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

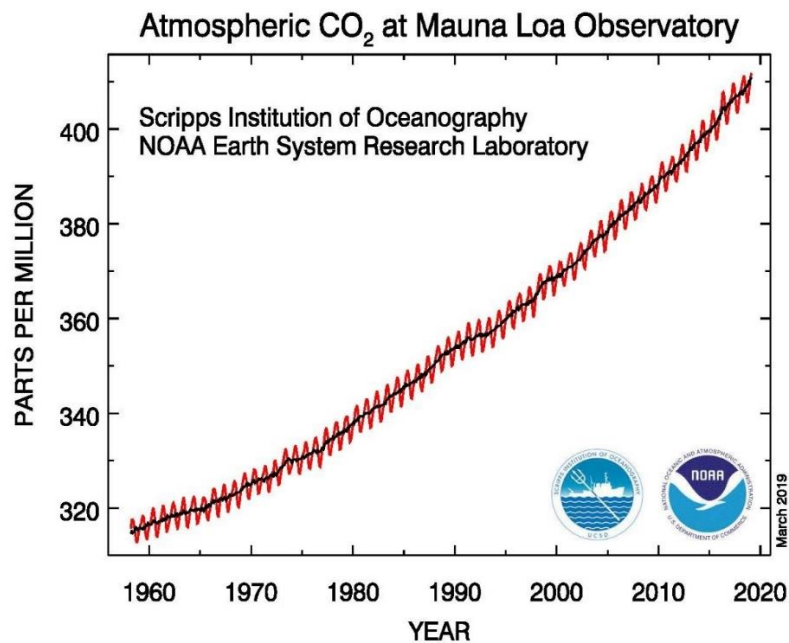
Opdracht 2

Beantwoord de volgende vragen over de interpretatie van grafieken en het inzicht over de invloed van koolstofdioxide.

Vraag 1

Onderstaande grafiek (Figuur 1), ook wel de Keeling curve genoemd, toont de totale stijging van het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer sinds 1958. Maar waarom heeft het een zigzagvorm, waarbij cyclische stijgingen en dalingen van het koolstofdioxidegehalte worden weergegeven?

De leerkracht kan als hint geven: "Tel het aantal oscillaties per 10 jaar."

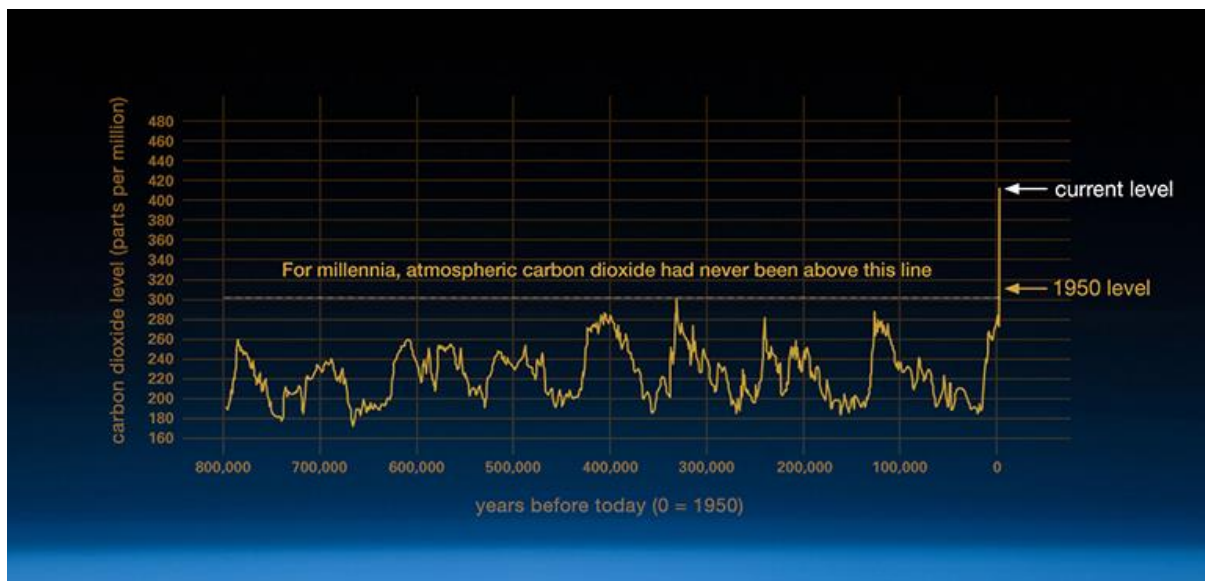


Figuur 1

Antwoord: De opname van kooldioxide door bossen en planten varieert met de seizoenen. De meeste vegetatie bevindt zich op het noordelijk halfrond, waar het meeste land zich bevindt. In het noordelijke voorjaar gebruiken de planten en bomen meer koolstofdioxide om te groeien. In de noordelijke herfst sterven planten en bladeren af en komt het gas weer vrij in de atmosfeer.

Vraag 2

Wat is het verband/verschil tussen de grafiek in Figuur 1 en de grafiek in Figuur 2?



Figuur 2

Antwoord: beide tonen het koolstofdioxidegehalte in parts per million maar de tijd waarover dit gehalte is weergegeven verschilt. Figuur 2 gaat over een enorm lange periode van meer dan 800 000 jaar terwijl Figuur 1 over een periode van 60 jaar gaat. Figuur 1 zit voor een erg klein gedeelte in Figuur 2, namelijk helemaal op het einde. Dit is te zien doordat het koolstofdioxidegehalte in de pieken overeenkomen.

Vraag 3

Wat toont Figuur 2 aan? (Wat veroorzaakt de cycli die zichtbaar zijn over vele honderdduizenden jaren en wat heeft de sterke stijging sinds 1950 veroorzaakt?)

Antwoord: Het klimaat op aarde is in de loop van de geschiedenis veranderd. Alleen al in de laatste 650.000 jaar zijn er zeven cycli van gletsjervooruitgang en -terugtrekking geweest, waarbij het abrupte einde van de laatste ijstijd zo'n 11.700 jaar geleden het begin van het moderne klimaat tijdperk - en van de menselijke beschaving - markeerde. De meeste van deze klimaatveranderingen worden toegeschreven aan zeer kleine variaties in de baan van de aarde die de hoeveelheid zonne-energie die onze planeet ontvangt veranderen.

Deze figuur levert het bewijs dat de CO_2 -uitstoot in de atmosfeer is toegenomen sinds de Industriële Revolutie.

Vraag 4

Wat denk je dat er zal gebeuren met de globale temperaturen als mensen vanaf morgen geen koolstofdioxide zouden uitstoten? Geef je redenering.

Antwoord: De globale temperaturen zouden ongeveer een decennium lang blijven stijgen, tientallen jaren lang gelijk blijven, en dan heel langzaam dalen.

Zelfs als we nu alle koolstofemissies zouden stoppen, zouden de honderden miljarden tonnen koolstofdioxide die sinds de Industriële Revolutie in de atmosfeer zijn gepompt en door de oceanen zijn geabsorbeerd, de planeet blijven opwarmen. Hoe lang nog? Wetenschappers weten het niet zeker, maar het bewijs toont aan dat de verhoogde temperaturen op aarde nog vele eeuwen zouden aanhouden nadat de verbranding van fossiele brandstoffen is gestopt.

Opdracht 3

De feiten die erop wijzen dat de klimaatverandering echt is, zijn overweldigend. Wetenschappers zijn het er al lang over eens dat de klimaatverandering die we nu ervaren, door de mens veroorzaakt is. Toch zijn er, net zoals de aanhangers van het idee van een "platte aarde", altijd mensen die niet geloven in wat onderzoek uitwijst, de verkeerde bronnen gebruiken, verkeerde linken leggen en daardoor tot foutieve conclusies komen. Het is nu aan jou om enkele veelgemaakte fouten recht te zetten. Laat zien dat je weet hoe je wetenschappelijk kan redeneren door gebruik te maken van grafieken (waar dit mogelijk is) en betrouwbare artikels.

Gebruik hiervoor betrouwbare websites zoals: www.climate.gov, <https://www.eea.europa.eu/>, <https://climate.nasa.gov/>, <https://eo.belspo.be/>, <https://earthobservatory.nasa.gov/>, <https://terrascope.be/>, etc.

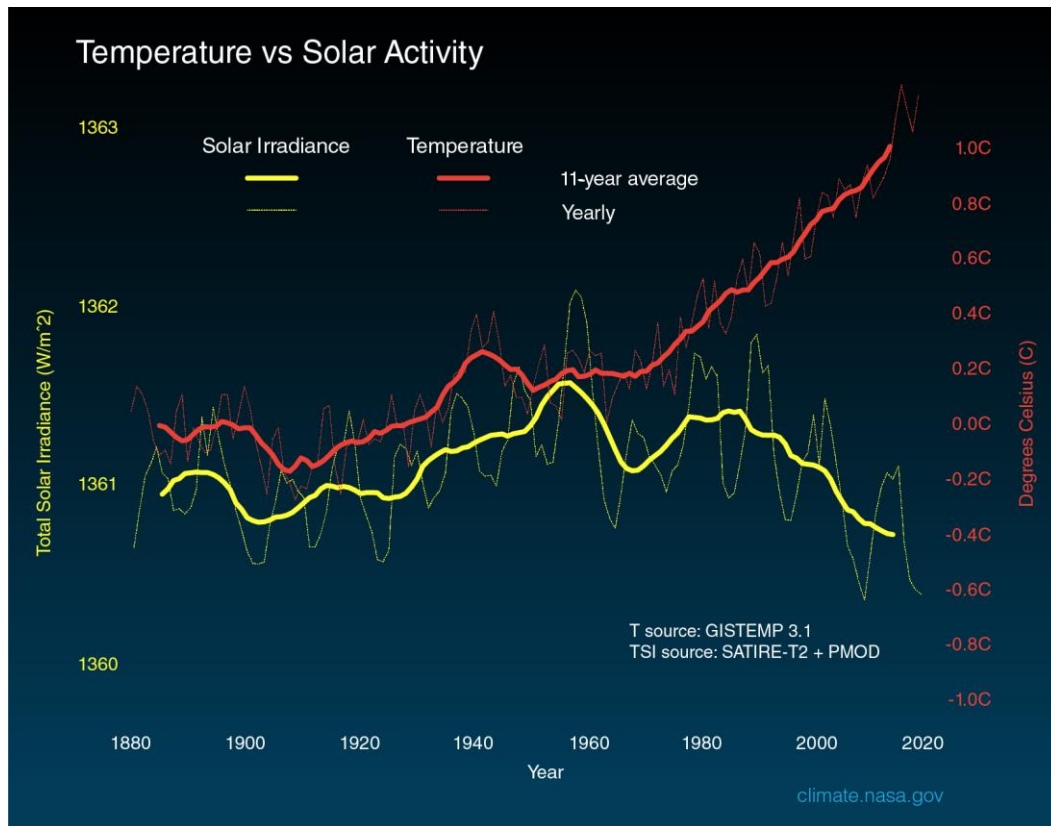
Geef **voor elke uitspraak** een grafiek die de bewering weerlegt en noteer wat er precies weergegeven staat op de grafiek. Staaf je antwoord op een wetenschappelijke manier en leg zo goed mogelijk uit waarom de uitspraak fout is alsof je dit tegen de 'climate denier' zou uitleggen. Gebruik dus voldoende betrouwbare bronnen en geef deze weer.

Tips:

- Zorg ervoor dat je zelf voldoende weet over het onderwerp, waar gaat de uitspraak over? Weet je wat elke term betekent? Welke artikels zijn hierover geschreven? Zoek en lees vooraleer je begint te schrijven zodat je gericht een antwoord kan geven.
- Waar zit de denkfout bij de 'climate denier'? Eens je meer informatie hebt verzameld, kan je beter vinden waar de fout in de redenering zich bevindt. Soms is deze snel gevonden, soms zit er meer achter.
- Vergeet je bronnen niet!

Stellingen van 'climate deniers':

1. "De zon zorgt voor de opwarming van de aarde! Kijk maar naar deze grafiek!"



Antwoord: De bovenstaande grafiek vergelijkt de veranderingen van de globale oppervlaktetemperatuur (rode lijn) met de energie van de Zon die de Aarde heeft ontvangen (gele lijn) in watt (energie-eenheden) per vierkante meter sinds 1880. De lichtere/dunnere lijnen tonen de jaarlijkse niveaus, terwijl de zwaardere/diepere lijnen de 11-jarige gemiddelde trends tonen. Elfjarige gemiddelden worden gebruikt om de jaarlijkse natuurlijke ruis in de gegevens te verminderen, waardoor de onderliggende trends duidelijker worden.

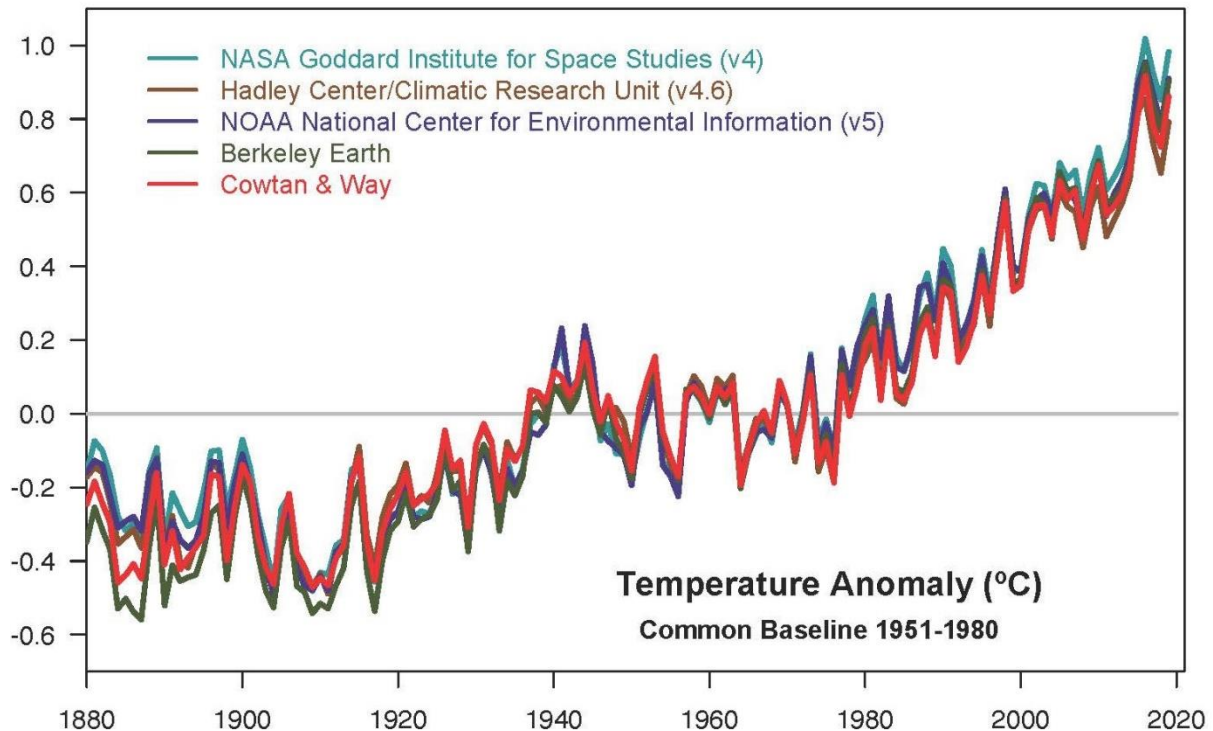
De hoeveelheid zonne-energie die de aarde ontvangt heeft de natuurlijke 11-jaarlijkse cyclus van kleine ups en downs van de zon gevolgd, zonder netto toename sinds de jaren vijftig. In dezelfde periode is de wereldwijde temperatuur duidelijk gestegen. Het is daarom uiterst onwaarschijnlijk dat de zon de waargenomen opwarming van de aarde in de afgelopen halve eeuw heeft veroorzaakt.

2. "De meeste wetenschappers zijn het niet eens over klimaatverandering!"

Antwoord: Dit is niet waar. Temperatuurgegevens uit Figuur 3 tonen een snelle opwarming in de afgelopen decennia, de laatste gegevens gaan tot 2019. Volgens de gegevens van de NASA was 2016 het warmste jaar sinds 1880, waarbij een langetermijntrend van stijgende temperaturen op de wereld werd voortgezet.

De tien warmste jaren van het 140-jarige record hebben allemaal plaatsgevonden sinds 2005, waarbij de zes warmste jaren de zes meest recente jaren zijn.

Credit: NASA/NOAA.



Figuur 3

Meerdere studies die zijn gepubliceerd in peer-reviewed wetenschappelijke tijdschriften laten zien dat 97 procent of meer van de actieve klimaatwetenschappers het daarmee eens zijn: Klimaatverwarmende trends in de afgelopen eeuw zijn zeer waarschijnlijk te wijten aan menselijke activiteiten. Bovendien hebben de meeste toonaangevende wetenschappelijke organisaties wereldwijd openbare verklaringen afgelegd waarin zij dit standpunt onderschrijven [16].

3. "Vulkanen stoten meer broeikasgassen uit dan mensen!"

Antwoord: Nee, in totaal komt bij vulkanen minder dan 2% van de equivalente hoeveelheid CO_2 vrij die vrijkomt bij menselijke activiteiten. Nogal klein. Echter, ongeveer eens in de 20 jaar is er een vulkaanuitbarsting (bijv. de berg Pinatubo, El Chichon) die een enorme hoeveelheid deeltjes en andere gassen naar buiten slingert. Deze zullen ons voldoende afschermen van de zon om tot een periode van wereldwijde afkoeling te leiden. De deeltjes en gassen verdwijnen meestal na ongeveer 2 jaar, maar het effect is bijna wereldwijd.

4. "Het is superkoud vandaag! Tot zover de klimaatopwarming."

Antwoord: Weer en klimaat zijn niet hetzelfde. Het weer zijn de omstandigheden zoals ze op dit moment zijn. Het klimaat is het gemiddelde weer van de laatste 30 jaar.

Klimaatverandering wordt niet bewezen of ontkracht door individuele opwarmings- of afkoelingsperiodes. Het zijn de trends op langere termijn, van een decennium of meer, waarbij minder nadruk wordt gelegd op variabiliteit in één jaar, die tellen.

De afgelopen maanden is er in delen van de VS en elders een bijzonder koude winter geweest.

Dit is het resultaat van de "Arctische oscillatie" die de koude lucht naar meer zuidelijke breedtegraden heeft gedreven.

Deze koude periodes, en andere weersveranderingen die het gevolg zijn van natuurlijk voorkomende patronen, zijn nog steeds in overeenstemming met de opwarming van de aarde.

5. Zoek nu zelf een uitspraak van een 'climate denier' en verwerp deze.

Voor een aantal voorbeelden kan je dit filmpje bekijken: [tinyurl.com/pokfp49](https://www.youtube.com/watch?v=OWXoRSIxyIU)
(<https://www.youtube.com/watch?v=OWXoRSIxyIU>)

Bronnen:

- [1] Milieurapport, (z.d.), *Klimaatverandering*, geraadpleegd via <https://www.milieurapport.be/milieuthemas/klimaatverandering#toc-definition> op 31/7/2020
- [2] European Environment Agency, (z.d.), *What is the greenhouse effect?*, geraadpleegd via <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/faq/what-is-the-greenhouse-effect> op 31/7/2020
- [3] Houghton, J., 2009, *Global Warming: The Complete Briefing* (4e ed), Cambridge, Cambridge University Press
- [4] Boyes E., et al., (1993). *How Do High School Students Perceive Global Climatic Change: What Are Its manifestations? What Are Its Origins? What Corrective Action Can Be Taken?*. Journal of Science Education and Technology, **2(4)**, 541-557
- [5] Siqueira, D. S., de Almeida Meystre, J., Hilário, M. Q., Rocha, D. H. D., Menon, G. J., & da Silva, R. J. (2019). *Current perspectives on nuclear energy as a global climate change mitigation option*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, **24(5)**, 749-777.
- [6] Shepardson, D. P., Niyogi, D., Choi, S., & Charusombat, U., *Seventh grade students' conceptions of global warming and climate change*, Environmental Education Research **15(5)**, 549-570 (2009)
- [7] Van der Linden, S., Leiserowitz, A., Rosenthal, S., & Maibach, E. (2017). *Inoculating the public against misinformation about climate change*. Global Challenges, **1(2)**, 1-7.
- [8] Mason, L., & Santi, M., *Discussing the Greenhouse Effect: Children's collaborative Discourse Reasoning and Conceptual Change*, Environmental Education Research **4(1)**, 67-85 (1998)
- [9] Delespaul, G., & Warzee, J. (2004). *Handig Zelfstandig*, uitgeverij Averbode, p. 25 – 26
- [10] Laureys, B. (2007). *Stapstenen – onderzoek stap voor stap*, uitgeverij De Boeck, p. 28 – 29
- [11] Riebeek, H. (2011, 16 juli). *The Carbon Cycle*. Earth Observatory, geraadpleegd via <https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle> op 22/8/2020
- [12] May, S. (2017, 7 augustus). *What Is a Satellite?*, NASA, geraadpleegd via <https://www.nasa.gov/audience/forstudents/5-8/features/nasa-knows/what-is-a-satellite-58.html> op 23/08/2020
- [13] *What is Remote Sensing?* (2020, 20 april). Earth Data, geraadpleegd via <https://earthdata.nasa.gov/learn/remote-sensinglage>

[14] NOAA. (2017, 27 september). *Why Don't Satellites Fall Out of the Sky?*, National Oceanic and Atmospheric Administration, geraadpleegd via <https://www.nesdis.noaa.gov/content/why-don%E2%80%99t-satellites-fall-out-sky#:~:text=A%20satellite%20maintains%20its%20orbit,resist%20the%20strong%20gravitational%20pull> op 23/08/2020

[15] Google Earth Outreach, (z.d.). *Timelapse*, geraadpleegd via <https://sites.google.com/earthoutreach.org/sos-2019/timelapse-earth-studio> op 24/08/2020

[16] J. Cook, et al, (2016) "*Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming*," Environmental Research Letters, **11(4)**

Bijlage A

Vragen en stellingen voor tijdens de klasdiscussie

Wat zijn de oorzaken van klimaatverandering?

Als de leerlingen stilvallen kunnen er voorbeelden aangegeven worden. Deze moeten niet juist zijn, het belangrijkste is dat de leerlingen hun redenering uitleggen en andere leerlingen hierop reageren.

- Ozon of smog in steden
- Giftig afval (industriëafval)
- Koolstofdioxide
- Ontbossing
- Afval in oceanen dumpen
- Kernenergie
- Broeikaseffect

Notities:

Het broeikaseffect is negatief voor de aarde.

Notities:

Koolstofdioxide, waterdamp en ozon zijn broeikasgassen.

Notities:

Klimaatverandering is enkel negatief voor koude gebieden omdat daar de sneeuw en gletsjers smelten.

Notities:

Het beschermen van zeldzame diersoorten werkt de klimaatverandering tegen.

Notities:

Het broeikaseffect is hetzelfde als de ozonlaag.

Notities:

Kernenergie is negatief voor het klimaat.

Notities:

Het is belangrijk dat iedereen zich inspant om de klimaatverandering tegen te gaan.

Notities:

Wat zijn de gevolgen van klimaatverandering?

Als de leerlingen stilvallen kunnen er voorbeelden aangegeven worden. Deze moeten niet juist zijn, het belangrijkste is dat de leerlingen hun redenering uitleggen en andere leerlingen hierop reageren.

- Het afnemen van het aantal verschillende soorten planten- en dieren in het wild
- Gat in de ozonlaag boven Antarctica
- Opwarming oceaan
- Sterfte van mensen (droogte, infectieziekten, overstromingen, ...)
- Verschuiving van de magnetische noord- en zuidpolen
- Stijgen van zeeniveau
- Geografische andere verdeling van het planten- en dierenleven
- Geen sneeuw op Kerstmis en vorig jaar was dat er wel
- Hevigere stormen en orkanen
- Lagere globale vochtigheidsgraad
- Socio-economische en ecologische gevolgen door droogte en overstromingen

Notities:

Wat zijn mogelijke oplossingen voor klimaatverandering?

Als de leerlingen stilvallen kunnen er voorbeelden aangegeven worden. Deze moeten niet juist zijn, het belangrijkste is dat de leerlingen hun redenering uitleggen en andere leerlingen hierop reageren.

- Investeren in hernieuwbare energie
- Minder giftig afval produceren
- De populatiegroei afremmen
- Bomen planten
- Minder autorijden
- Recycleren

Notities:

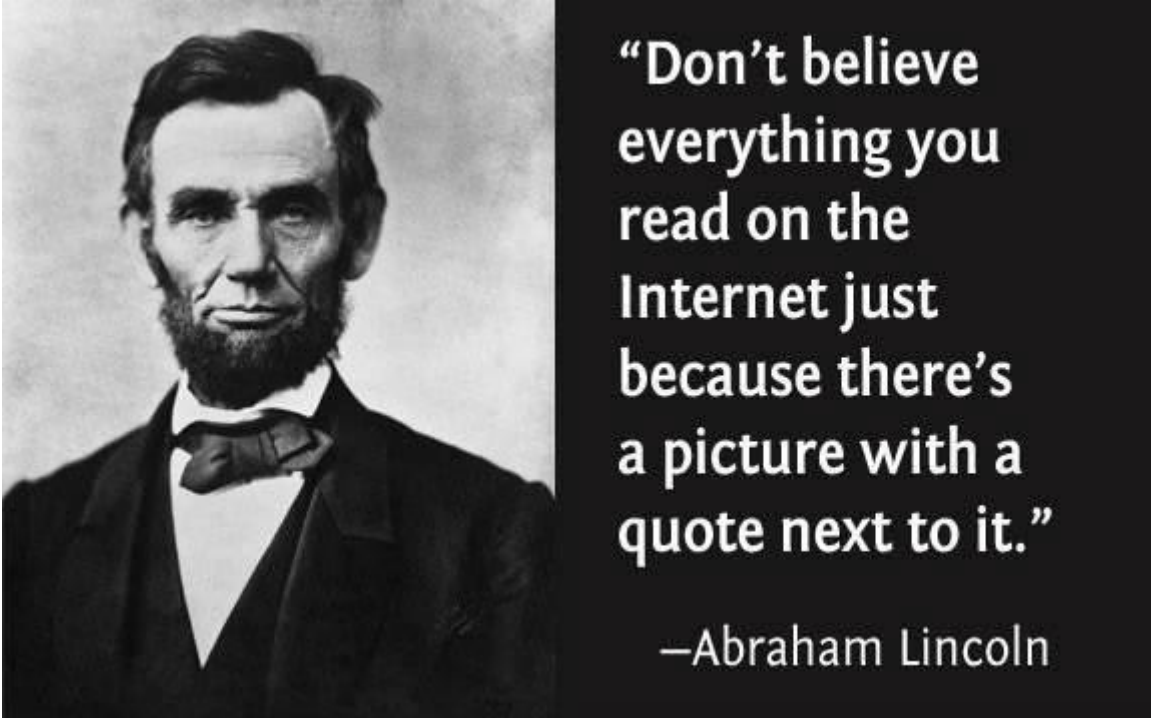
Zou het helpen als je tijdens de discussie je gsm had mogen nemen om zaken op te zoeken?

Het antwoord is waarschijnlijk ja, daarna kan gevraagd worden waar ze zouden zoeken. Google ligt voor de hand, maar is dit altijd even betrouwbaar?

Notities:

Bijlage B

Hoe herken ik een betrouwbare bron?



Bron: <https://medium.com/hackernoon/70-of-people-worry-about-fake-news-and-how-google-combats-it-e9d7a03ecca8>

1. Wie maakte de site?

- Wordt de auteur van de informatie vermeld? → Als er geen auteur vermeld wordt, is de informatie wel wat verdacht.
- Is de auteur bekwaam? Staat er een titel of een functie bij zijn naam?
- Kan je op site wat te weten komen over de auteur → beroep? Verwezenlijkingen?
- Wordt er een e-mailadres vermeld waarop je vragen kan stellen aan de auteur?

2. Met welke bedoeling is de site gemaakt?

- Heeft de site een commercieel doel? Staat er '.com' in het adres? (De maker wil iets verkopen of geld verdienen met de website)
- Heeft de site een wetenschappelijk doel? Vaak staat er dan '.ac' in het adres, dit is echter niet altijd zo. (De maker wil vooral informatie meedelen. Hij vermeldt uitgebreide resultaten en bewijzen uit onderzoek en geeft aan waar je de informatie kan checken)

- Heeft de site een educatief doel? Staat er '.edu' in het adres? (De informatie komt van een school of een andere onderwijsvorm. Hij wil de lezer iets leren.)
- Heeft de site een informerend doel? Staat er '.gov' of '.org' in het adres? '.gov'-sites worden door de overheid gebruikt om informatie door te geven. '.org'-sites behoren meestal toe aan betrouwbare organisaties.

3. Voor welk publiek is de site bedoeld?

- Voor een groot publiek? → De auteur gebruikt eenvoudige woorden, woordverklaring bij moeilijke woorden, veel verklarende tekeningen en schema's.
- Voor beperkt publiek? → De auteur gebruikt veel vaktermen, weinig afbeeldingen.

4. Hoe wordt de informatie gebracht?

- Is de inhoud het belangrijkste? Of hecht de maker meer belang aan vormgeving? Gebruikt de maker veel (bewegende) beelden? Staan er meer afbeeldingen op dan tekst?
- Staan er veel reclameboodschappen in? Is er een duidelijk onderscheid tussen de reclameboodschappen en de informatie? Springen er soms vensters met reclameboodschappen voor de site?
- Gebruikt de maker een correcte taal? → De auteur gebruikt de juiste woordenschat, bouwt zinnen op correcte wijze en schrijft geen spelfouten.
- Is de inhoud goed gestructureerd? → De schrijver gebruikt titels en tussentitels, verdeelt de tekst in alinea's en zorgt voor een logische opbouw van de tekst.

5. Is de informatie oorspronkelijk of geleend?

- Vermeldt de maker zijn bronnen?
- Zijn de bronnen betrouwbaar? → Stel jezelf opnieuw bovenstaande vragen.
- Bestaan de websites nog waarnaar verwezen wordt?
- Is de informatie actueel? → Vermeldt de maker wanneer de site het laatst werd bijgewerkt? Is de site onlangs bijgewerkt? Werken de links nog?

Opdracht

- Ga in een groepje zitten van 2/3/4 leerlingen.
- De leerkracht gebruikt wheel decide/ papiertjes om elk groepje een onderwerp te geven.
- Zoek informatie op over je onderwerp en kijk na of je bronnen betrouwbaar zijn a.d.h.v. "Hoe herken ik een betrouwbare bron?".
- Maak een Word-document met daarin de informatie die je verzamelt + bronvermelding. Je krijgt hier 25 minuten de tijd voor.
- Zorg ervoor dat elk lid van de groep het onderwerp begrijpt en het kan uitleggen aan de medeleerlingen.
- Kies zelf hoe je je onderwerp gaat presenteren maar zorg ervoor dat je weet WAAROM je deze antwoorden geeft. Elk groepje is ongeveer 5 minuten aan het woord.

Bijlage C

Hoe herken je 'Nep Nieuws' ?

HOE ONTDEK JE NEPNIEUWS



CHECK DE BRON

Klik het artikel weg om de site, missie en contactgegevens te onderzoeken.



LEES VERDER

Een schandalige kop kan geschreven zijn voor veel clicks. Wat is het hele verhaal?



CHECK DE AUTEUR

Zoek de auteur op.
Is hij geloofwaardig? Is hij echt?



GEBRUIKTE BRONNEN?

Klik op die links. Bepaal of die informatie het verhaal ondersteunt.



CHECK DE DATUM

Oud nieuws hoeft niet relevant te zijn voor actuele gebeurtenissen.



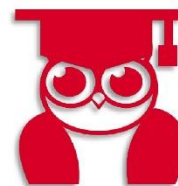
IS HET EEN GRAP?

Als het te bizar klinkt, kan het satire zijn. Onderzoek de website en auteur.



CHECK VOORoordeel

Denk na of je eigen overtuiging invloed heeft op je oordeel.



VRAAG DE EXPERTS

Vraag een bibliothecaris of bezoek een fact-checking website.

Vertaald door: Patrick Heemstra

Bijlage D

Timelapse fenomeen opgave

Opdracht 1

Maak zelf (of in groepjes van 2) een **timelapse** over een interessant fenomeen dat zichtbaar is vanuit de ruimte met metingen uit het visueel spectrum, en leg de link met klimaatverandering. Houd de volgende opmerkingen in acht:

- Lever een **Word-document** in van **maximaal 2 bladzijden**.
- In dit document moet het volgende aan bod komen:
 - Waarom heb je dit fenomeen gekozen?
 - Wat is er te zien op de timelapse?
 - De link met klimaatverandering. Vermeld hierbij of je gekozen fenomeen een **gevolg** is of een **oorzaak** van klimaatverandering? Waarom?
 - Hoe ontstaat het fenomeen?
 - Welke **oplossingen** zijn er voor dit fenomeen?
- Vergeet de bronvermelding niet!

Nadien stel je je timelapse voor aan de klas en vertel je op 5 minuten wat er te zien is en wat de link is met klimaatverandering.

Belangrijk: Kies binnen je klas zoveel mogelijk verschillende fenomenen en plaatsen waar deze plaatsvinden! Denk na over hoe jullie dit aan gaan pakken en spreek dit af met de rest van de klas. Fenomenen op verschillende plaatsen maken de presentaties op het einde interessanter.

Instructies Timelapse

Gebruik voor het maken van de timelapse de volgende link:

<http://timemachine.cmucreatelab.org/wiki/EarthEngineTourEditor>. Je krijgt dan een scherm te zien waarop de wereld is gereconstrueerd uit satellietbeelden in het visuele spectrum. Links bovenaan bevinden zich de "deel"-knop en zoekfunctie. Door te scrollen zoom je in of uit maar je kan ook de "plus"-en "min"-knop gebruiken, welke rechts bovenaan staan. Als je op het kleinere kadertje rechtsboven klikt, krijg je de kaart te zien i.p.v. de satellietweergave. Door nogmaals te klikken ga je terug.

Onderaan staat de schaal en de jaren waarvan er satellietbeelden zijn. Door op het startpijlje te klikken kan zien wat er is gebeurd in het gebied waar je op ingezoomd staat tussen 1984 en 2018.

Om zelf een timelapse te maken kan je de onderste helft van het scherm gebruiken. Zorg ervoor dat je de Tour editor gebruikt. Gebruik de tools om een reeks van

beelden te compileren die het fenomeen over meerdere jaren weergeeft. Zodra je de reeks hebt voltooid, klik je op de link "share" onderaan het scherm, geef je jouw video een titel en kopieer je de link in je Word-document. Als je hulp nodig hebt kan je de tutorial eens bekijken: <http://wiki.gigapan.org/creating-time-machines/embedding-time-machine>.

Opdracht 2

1. Ga naar de website: <https://tinyurl.com/y6gxtb3f>
(https://climate.nasa.gov/earth-now/#/vitalsign?vitalsign=visible_earth&altid=0&animating=f)
2. Bekijk de banen van de verschillende satellieten in real time! (klik op de datum en tijd rechtsonder, en klik daarna op "Real time")
3. Wat is het laatste "event" dat heeft plaatsgevonden op aarde?
4. Beantwoord de volgende vragen voor **2** satellieten:
 - a. Welke metingen doet elke satelliet?
 - b. Waarom zijn deze metingen belangrijk?
5. Wat is en doet het ISS?
6. Ga naar de website: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth
7. Beantwoord de volgende vragen voor **2** satellieten:
 - a. Welke metingen doet elke satelliet?
 - b. Waarom zijn deze metingen belangrijk?

Bijlage E

Opdracht 1

Ga naar de website <https://climate.nasa.gov/quizzes/global-temp-quiz/> en vul de quiz in. **Geef na afloop een weetje** uit de quiz dat je nog niet kende. (Bv. het ijs op Antarctica is land-ijs omdat het zich op land bevindt. Het ijs op de Noordpool is zee-ijs en bevindt zich niet op land.)

Nadien wordt dit kort besproken in de klas. Wie heeft welk weetje? Hebben jullie goed gescoord?

Andere interessante quizzes rond klimaatverandering:

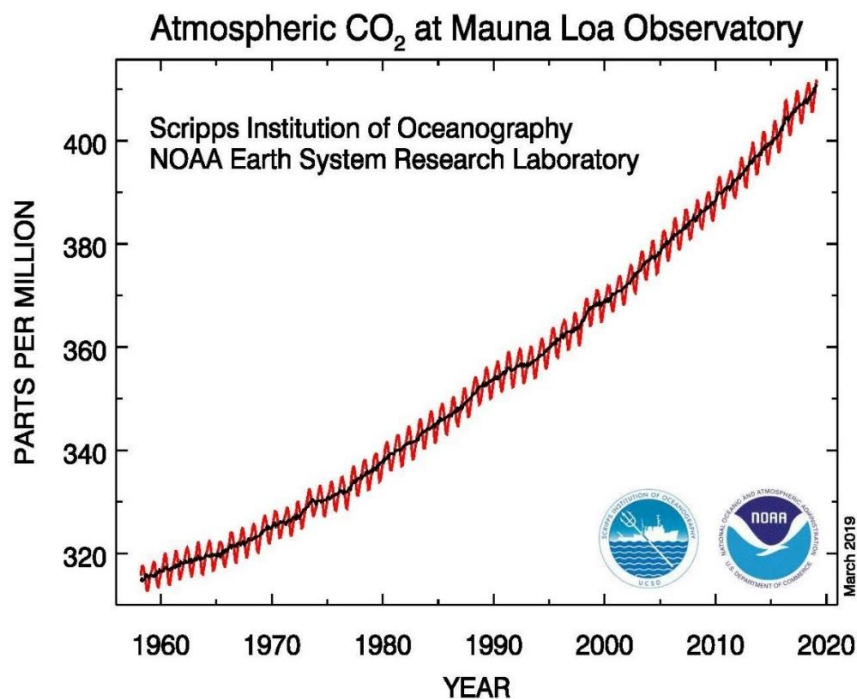
- <https://climate.nasa.gov/quizzes/carbon-quiz/>
- <https://climate.nasa.gov/quizzes/home-planet-quiz/>
- <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

Opdracht 2

Beantwoord de volgende vragen over de interpretatie van grafieken en het inzicht over de invloed van koolstofdioxide.

Vraag 1

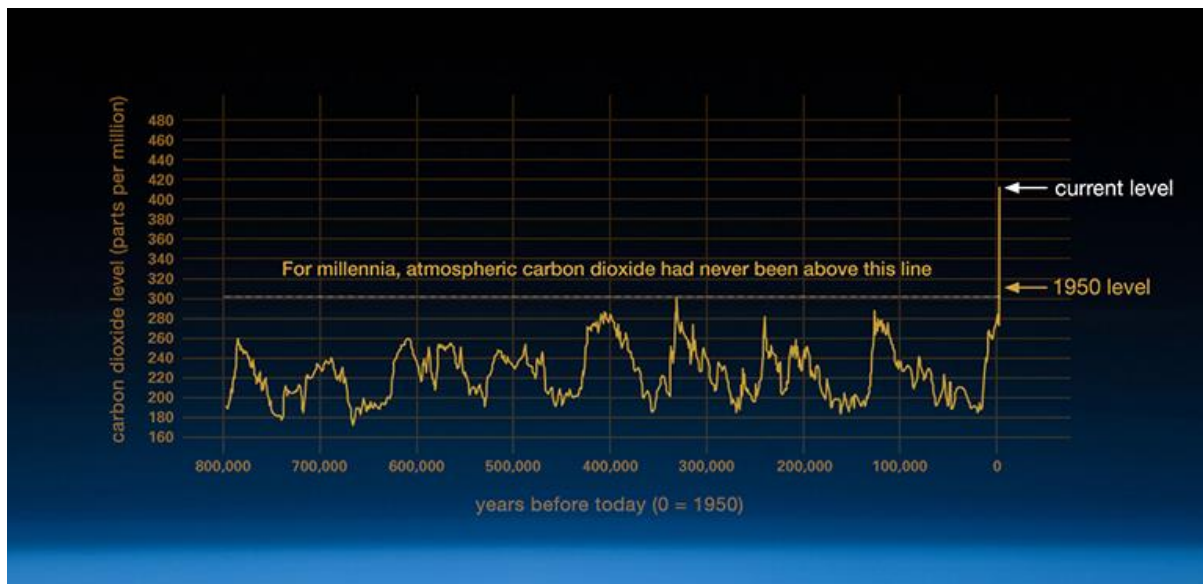
Onderstaande grafiek (Figuur 1), ook wel de Keeling curve genoemd, toont de totale stijging van het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer sinds 1958. Maar waarom heeft het een zigzagvorm, waarbij cyclische stijgingen en dalingen van het koolstofdioxidegehalte worden weergegeven?



Figuur 1

Vraag 2

Wat is het verband/verschil tussen de grafiek in Figuur 1 en de grafiek in Figuur 2?



Figuur 2

Vraag 3

Wat toont Figuur 2 aan? (Wat veroorzaakt de cycli die zichtbaar zijn over vele honderdduizenden jaren en wat heeft de sterke stijging sinds 1950 veroorzaakt?)

Vraag 4

Wat denk je dat er zal gebeuren met de globale temperaturen als mensen vanaf morgen geen koolstofdioxide zouden uitstoten? Geef je redenering.

Opdracht 3

De feiten die erop wijzen dat de klimaatverandering echt is, zijn overweldigend. Wetenschappers zijn het er al lang over eens dat de klimaatverandering die we nu ervaren, door de mens veroorzaakt is. Toch zijn er, net zoals de aanhangers van het idee van een "platte aarde", altijd mensen die niet geloven in wat onderzoek uitwijst, de verkeerde bronnen gebruiken, verkeerde linken leggen en daardoor tot foutieve conclusies komen. Het is nu aan jou om enkele veelgemaakte fouten recht te zetten. Laat zien dat je weet hoe je wetenschappelijk kan redeneren door gebruik te maken van grafieken (waar dit mogelijk is) en betrouwbare artikels.

Gebruik hiervoor betrouwbare websites zoals: www.climate.gov, <https://www.eea.europa.eu/>, <https://climate.nasa.gov/>, <https://eo.belspo.be/>, <https://earthobservatory.nasa.gov/>, <https://terrascope.be/>, etc.

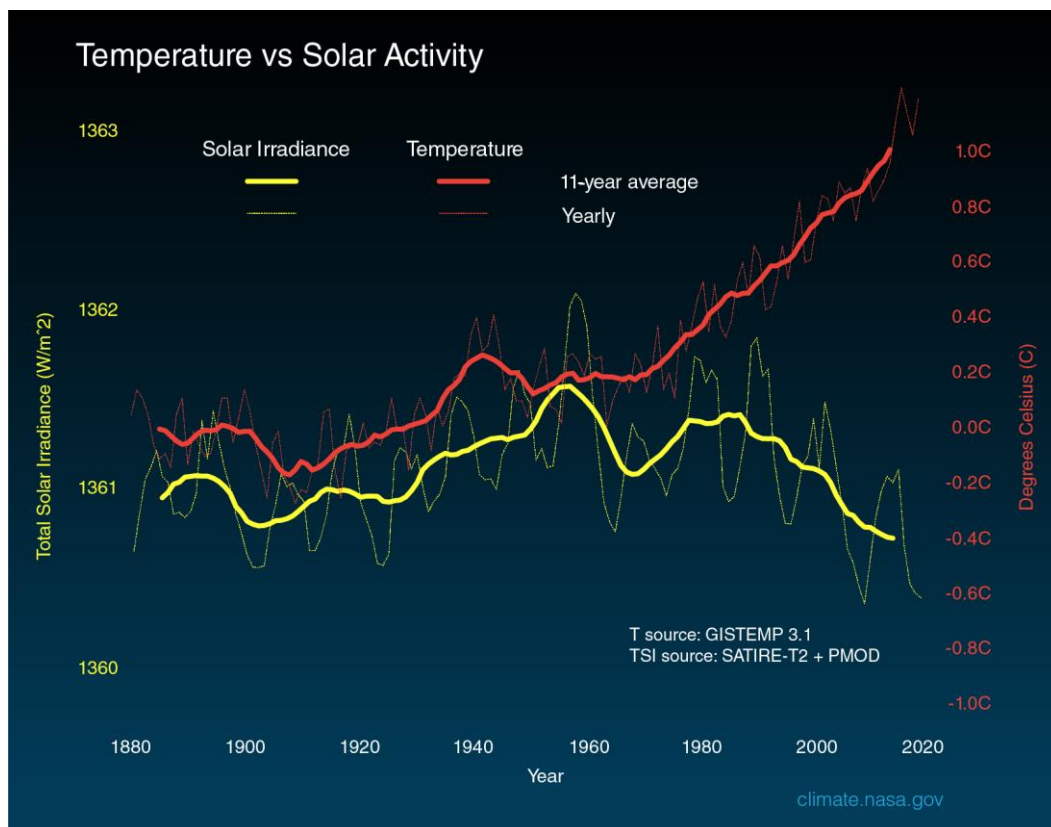
Geef **voor elke uitspraak** een grafiek die de bewering weerlegt en noteer wat er precies weergegeven staat op de grafiek. Staaf je antwoord op een wetenschappelijke manier en leg zo goed mogelijk uit waarom de uitspraak fout is alsof je dit tegen de 'climate denier' zou uitleggen. Gebruik dus voldoende betrouwbare bronnen en geef deze weer.

Tips:

- Zorg ervoor dat je zelf voldoende weet over het onderwerp, waar gaat de uitspraak over? Weet je wat elke term betekent? Welke artikels zijn hierover geschreven? Zoek en lees vooraleer je begint te schrijven zodat je gericht een antwoord kan geven.
- Waar zit de denkfout bij de 'climate denier'? Eens je meer informatie hebt verzameld, kan je beter vinden waar de fout in de redenering zich bevindt. Soms is deze snel gevonden, soms zit er meer achter.
- Vergeet je bronnen niet!

Stellingen van 'climate deniers':

1. "De zon zorgt voor de opwarming van de aarde! Kijk maar naar deze grafiek!"



2. "De meeste wetenschappers zijn het niet eens over klimaatverandering!"
3. "Vulkanen stoten meer broeikasgassen uit dan mensen!"
4. "Het is superkoud vandaag! Tot zover de klimaatopwarming."
5. Zoek nu zelf een uitspraak van een 'climate denier' en verwerp deze.

Voor een aantal voorbeelden kan je dit filmpje bekijken: tinyurl.com/pokfp49
<https://www.youtube.com/watch?v=OWXoRSIxyIU>