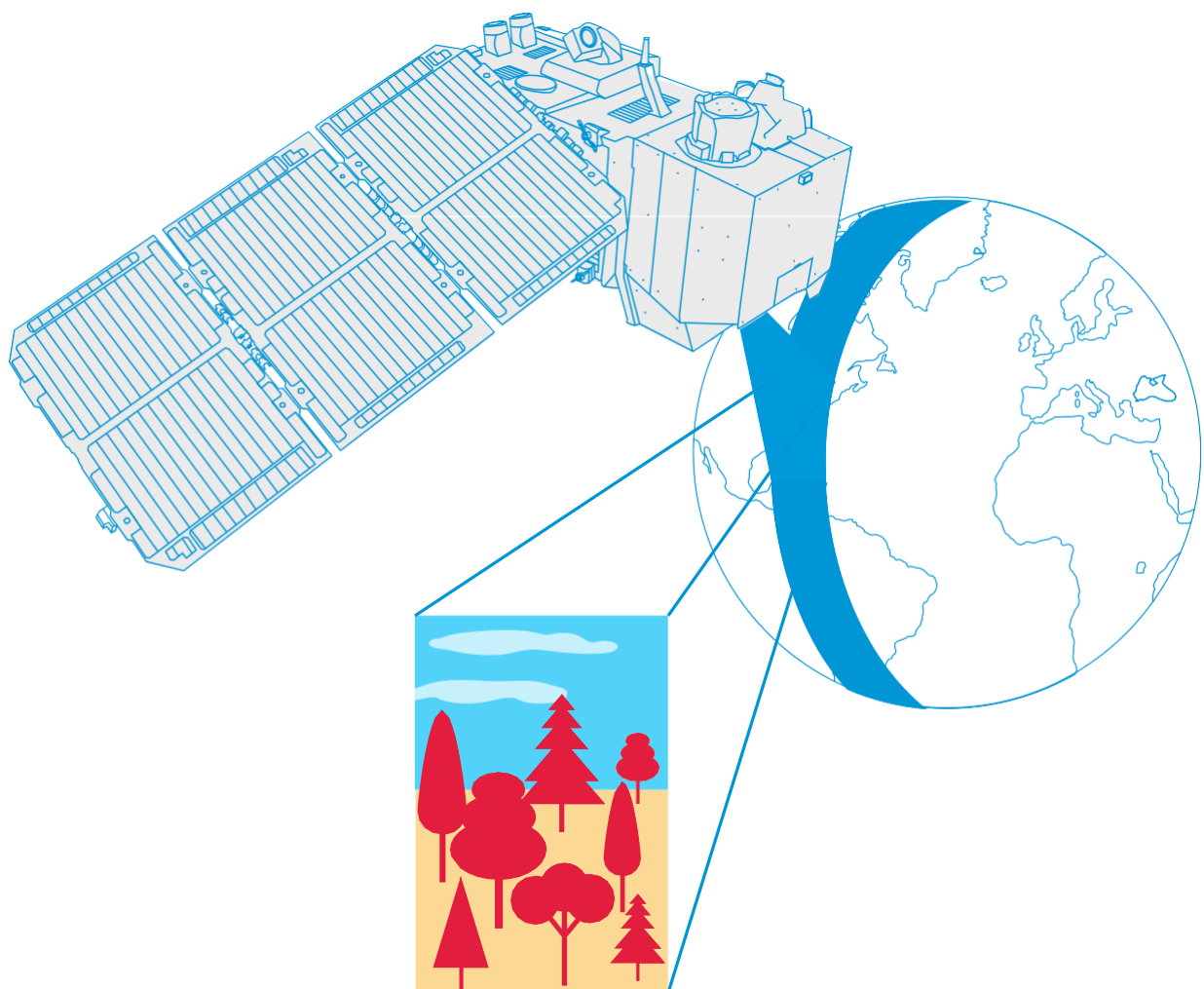
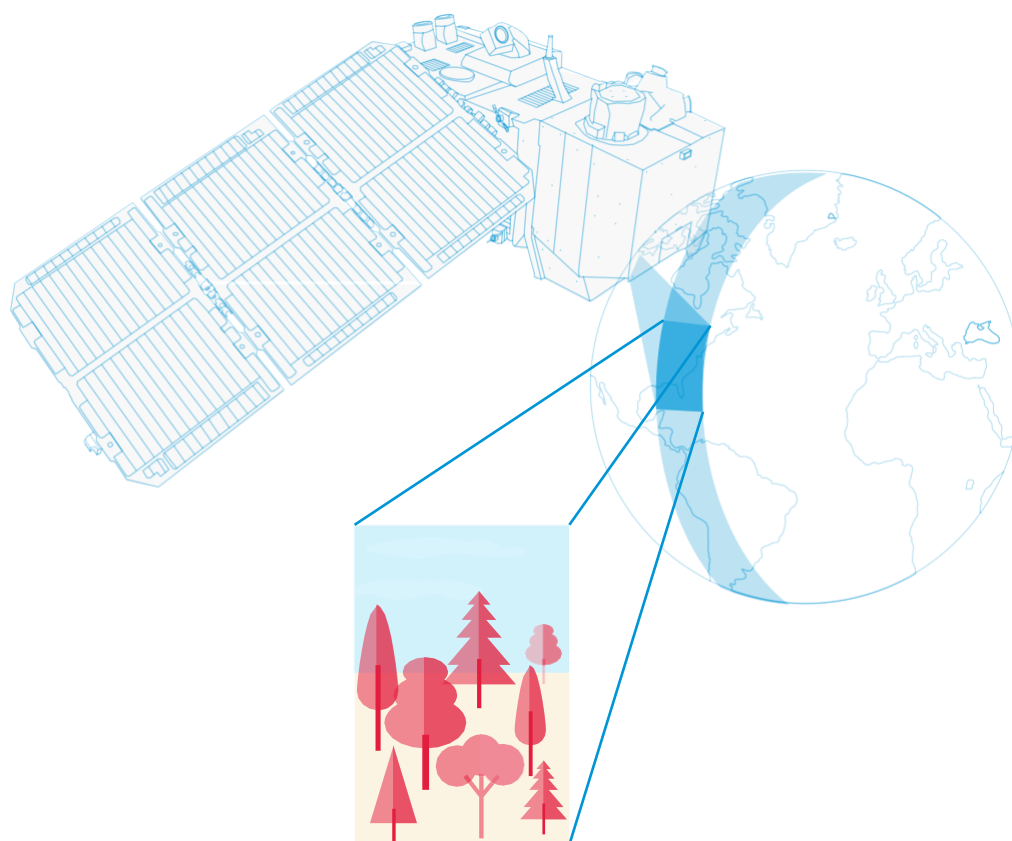


teach with space

→ INFRAROOD WEBCAM HACK

Infrarood licht gebruiken om de wereld op een nieuwe manier te observeren





Info over het lespakket	pagina 3
Eindtermen	pagina 4
Activiteitenoverzicht	pagina 5
Inleiding	pagina 6
Achtergrond	pagina 7
Activiteit 1: De webcam hacken	pagina 9
Activiteit 2: Objecten bekijken in infrafoon licht	pagina 10
Activiteit 3: Kijken naar de aarde in infrarood licht	pagina 12
Werkblad leerlingen	pagina 14
Links	pagina 21

teach with space – infrared webcam hack | P15a
www.esa.int/education

The ESA Education Office welcomes feedback and comments
teachers@esa.int

Activity concept developed for ESA by the National Space Academy (NSA), UK

An ESA Education production
Copyright 2018 © European Space Agency

→ INFRAROOD WEBCAM HACK

Infrarood licht gebruiken om de wereld op een nieuwe manier te observeren

Info over het lespakket

Vakken: Fysica, Aardrijkskunde

Doelgroep: 1^{ste} graad A- en B-stroom, 2^{de} graad doorstroom en dubbele finaliteit

Moeilijkheid: middelmatig

Lestijd: 30 minuten per activiteit

Kost: middelmatig (10-30 euro per groep)

Locatie: binnenruimte met zonlicht

Benodigheden: webcam en computer
(benodigheden voor de proeven staan vermeld bij de proeven)

Sleutelwoorden: Aardobservatie, Infrarood licht, Satelliet beelden, Fysica, Aardrijkskunde.

Korte omschrijving

Deze reeks van drie activiteiten zal de leerlingen in staat stellen het elektromagnetische spectrum te begrijpen en infrarode straling waar te nemen door een goedkope webcam aan te passen. Er wordt besproken hoe infraroodstraling kan worden gebruikt om informatie te verkrijgen die met zichtbaar licht niet beschikbaar is. De leerlingen zullen ook satellietbeelden analyseren en zo begrijpen waarom het nuttig is om in infrarood te "zien".

Lesdoelen

- De verschillende soorten elektromagnetische straling identificeren.
- Beschrijf verschillende toepassingen van infraroodstraling.
- Op internet beschikbare hulpmiddelen gebruiken om satellietgegevens te verzamelen en te analyseren.
- Begrijpen hoe infrarood licht kan worden gebruikt om de gezondheid van vegetatie te monitoren.
- Valse kleur en ware kleur satellietbeelden identificeren.

Eindtermen – secundair onderwijs

1^{ste} graad:

- 9.4
De leerlingen karakteriseren ruimtelijke patronen op verschillende schaalniveaus.
- 9.9 (enkel A-stroom)
De leerlingen hanteren GIS-viewers om thematische lagen van een plaats en hun onderlinge relaties te onderzoeken.

2^{de} graad (minimumdoelen basisvorming – 230327):

- 6.51 (doorstroom- en dubbele finaliteit)
De leerlingen voeren onderzoek aan de hand van een wetenschappelijke methode om kennis te ontwikkelen en om vragen te beantwoorden.
- 9.07
De leerlingen zetten terreintechnieken en geografische hulpbronnen met inbegrip van GIS-viewers functioneel in.
- 9.08
De leerlingen situeren absoluut en relatief personen, plaatsen, patronen en processen op relevante ruimtelijke schaalniveaus.

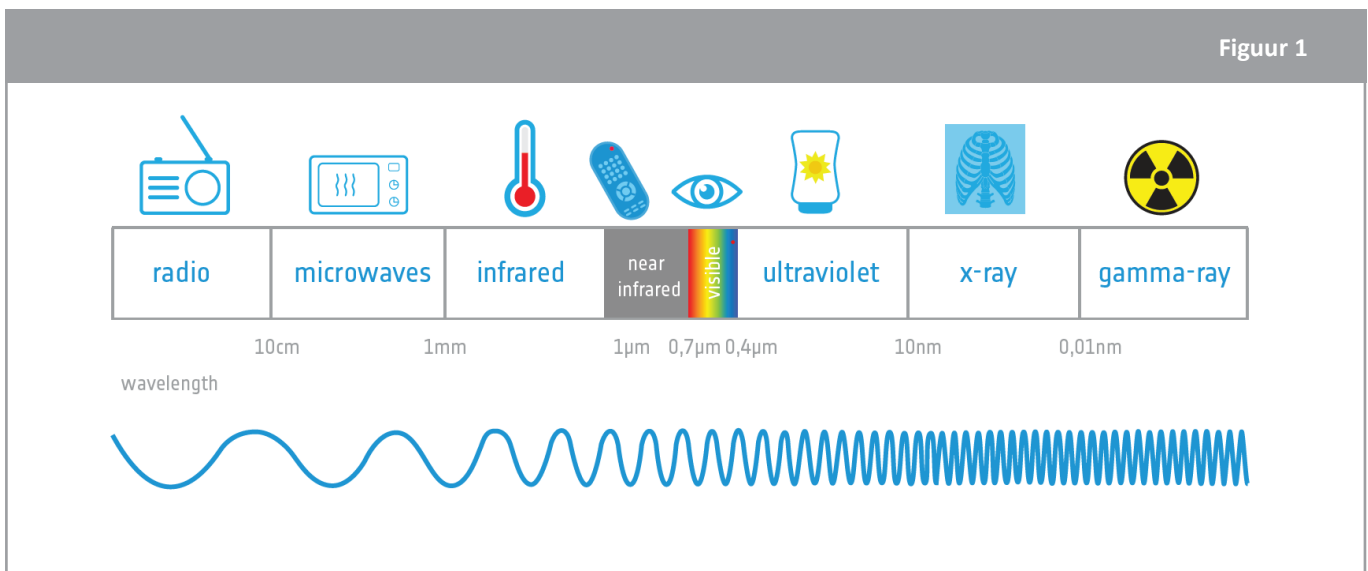
→ Activiteitenoverzicht

Activiteitenoverzicht					
	Titel	Omschrijving	Resultaat	Vereisten	Tijd
1	De webcam hacken	Om een webcam zo aan te passen dat hij in nabij-infrarood licht ziet in plaats van in zichtbaar licht.	Een Infrarood webcam	Geen	30 minuten
2	Objecten bekijken met een infraroodcamera	Verschillende soorten voorwerpen bekijken, zowel in zichtbaar als in bijna-infrarood licht.	Verschillende toepassingen van infrarood licht vaststellen en begrijpen hoe infrarood licht kan worden gebruikt om informatie te achterhalen die met zichtbaar licht niet beschikbaar is.	Voltooiing van activiteit 1	30 minuten
3	Kijken naar de Aarde in infrarood licht	Analyseren van satellietbeelden in ware kleuren en deze vergelijken met beelden in valse kleuren die het nabij-infrarode licht zichtbaar maken.	Begrijpen hoe infrarood licht kan worden gebruikt om de gezondheid van vegetatie te monitoren en waarom het nuttig is om in infrarood te "zien".	Geen	30 minuten

→ Inleiding

Het elektromagnetisch spectrum categoriseert de elektromagnetische straling die bestaat, met inbegrip van infrarode straling (figuur 1). De meeste elektromagnetische straling die door de zon wordt uitgezonden, wordt door de atmosfeer van de aarde weerkaatst of geabsorbeerd. Sommige straling, zoals zichtbare straling, radiogolven en een deel van het infrarood, kan echter door de atmosfeer.

Objecten met verschillende oppervlakte-eigenschappen reflecteren en absorberen de straling van de zon op verschillende manieren. De weerkaatste straling bevat informatie over het oppervlak van het voorwerp, en stelt ons in staat de kleur en vorm van het voorwerp te zien. Het menselijk oog kan slechts een zeer beperkt deel van het spectrum waarnemen, namelijk het zichtbare licht. Wij kunnen echter verschillende instrumenten gebruiken om te zien wat voor ons onzichtbaar is. Zo zijn er aardobservatiesatellieten met wetenschappelijke instrumenten die kunnen zien in het zichtbare en infrarode bereik, en ook in andere bereiken van het elektromagnetische spectrum.



↑ Het elektromagnetisch spectrum categoriseert verschillende soorten straling, van de langste (radio) tot de kortste (gammastraal) golflengten..

In deze bron richten we ons op het bijna-infrarode en het zichtbare deel van het spectrum. Infrarode straling is verdeeld in verschillende delen, net zoals zichtbaar licht is verdeeld in verschillende kleuren. Nabij-infrarode straling, met zijn iets langere golflengten dan zichtbaar licht, wordt door vegetatie weerkaatst, wat gedetailleerde informatie oplevert over planten op aarde. Daarom wordt dit deel van het elektromagnetisch spectrum gebruikt in aardobservatiesatellieten om de vegetatie op aarde in de gaten te houden.



↑ De Europese Sentinel-2-satelliet bevat een multispectrale beeldsensor met hoge resolutie met 13 spectrale banden voor een nieuw perspectief van ons land en onze vegetatie.

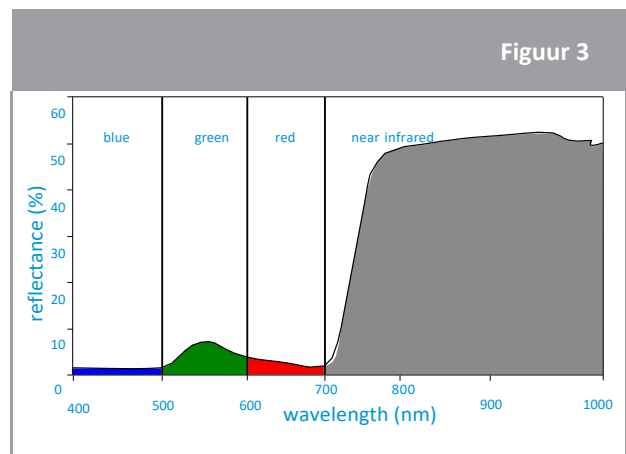
→ Achtergrond

Monitoren van de vegetatie

Planten hebben het vermogen om elektromagnetische straling te reflecteren. Het chlorofyl in planten absorbeert licht om dit te gebruiken voor de productie van energie bij de fotosynthese. Hiervoor zijn enkel het rode en het blauwe gedeelte van het zichtbaar licht nodig. Het groene licht wordt gereflecteerd, wat verklaart waarom bladeren er voor ons groen uitzien. Het nabij-infrarood licht is niet nodig voor de fotosynthese, hierdoor wordt het grootste deel van het licht gereflecteerd door de celstructuur van de bladeren.

Figuur 3 toont het percentage gereflecteerde straling, ook reflectiecoëfficiënt genoemd, voor een gezonde plant. Het blauwe licht wordt bijna volledig door het chlorofyl geabsorbeerd, ongeveer 10% van het groene licht wordt gereflecteerd, en het rode licht wordt bijna volledig geabsorbeerd. Bij de iets langere golflengten wordt ongeveer 50% van het bijna-infrarode licht gereflecteerd. De combinatie van lage zichtbare reflectieve en hoge nabij-infrarode reflectieve is een kenmerk van de meeste plantensoorten.

Wanneer een plant minder gezond wordt, bijvoorbeeld door waterschaarste, reflecteert het meer zichtbaar rood licht en minder nabij-infrarood licht. Dit is ook te zien in de herfst, wanneer de bladeren geel en rood kleuren, als gevolg van fenologie. Hoe groter het verschil tussen het gereflecteerde rode en bijna-infrarode licht, hoe gezonder een plant is. Dit gegeven wordt bij aardobservatie gebruikt om indexen te berekenen die ons helpen informatie te verkrijgen over de gezondheid van planten op grote schaal.



↑ Percentage straling gereflecteerd door een gezonde plant voor de golflengtes zichtbaar licht en nabij-infrarood licht.

Ware kleuren- en valse kleurenbeelden

Een manier om gereflecteerd nabij-infrarood licht te visualiseren is het maken van valse-kleurenbeelden, waarbij gebruik wordt gemaakt van het feit dat camera's op satellieten meer kunnen "zien" dan alleen het zichtbare deel van het licht. Een valse-kleurenbeeld maakt gebruik van ten minste één golflengte buiten het zichtbare bereik, met als gevolg dat de kleuren in het uiteindelijke beeld misschien niet zijn wat we ervan verwachten. Gras is bijvoorbeeld niet altijd groen! Een getrouwe kleurenfoto combineert de werkelijke metingen van gereflecteerd rood, groen en blauw licht. Het resultaat lijkt op de wereld zoals we die gewend zijn te zien.

In de onderstaande figuren zien we een beeld met ware kleuren (figuur 4) en een beeld met valse kleuren (figuur 5) van de stad Birkerød in Denemarken. Op de valse kleurenfoto wordt gereflecteerd nabij-infrarood licht als rood, rood licht als groen en groen licht als blauw weergegeven. Aangezien planten meer nabij-infrarood weerkaatsen dan groen, zullen vegetatiegebieden rood lijken. Het helderdere en rijkere rood wijst op een hogere reflectie in het nabij-infrarood, en dus op meer en gezondere vegetatie. In de echte kleurenfoto ziet de vegetatie er groen uit, zoals we gewend zijn te zien.

Over het algemeen is de reflectie in het zichtbare licht veel lager dan die in het nabij-infrarood, en is het beeld donkerder. Dit maakt het moeilijker om waterlichamen te identificeren in het echte kleurenbeeld, omdat de reflectie ook erg laag is. In het beeld met valse kleuren kunnen de watermassa's duidelijk worden geïdentificeerd dankzij het grote verschil in reflectie van het water en de omringende vegetatie (hoge reflectie). Water absorbeert het meeste binnenkomende licht - nabij-infrarood, rood en groen - en heeft daarom een zeer lage reflectiecoëfficiënt.

Figuur 4



Contains modified Copernicus Sentinel data [2018], processed by Sentinel Hub

↑ Ware kleurenfoto van de stad Birkerød in Denemarken.

Figuur 5



Contains modified Copernicus Sentinel data [2018], processed by Sentinel Hub

↑ Vals kleurenbeeld van de stad Birkerød in Denemarken.

→ Activiteit 1 – Webcam hacken

In deze activiteit zullen de leerlingen een webcam zo aanpassen dat hij in bijna-infrarood licht ziet in plaats van in zichtbaar licht.

Benodigheden (voor elke infrarood camera)

- 1 webcam met handmatige scherpstelring aan de voorzijde
- 1 punaise of soortgelijke speld
- Twee stukjes belichte fotografische film of een polarisatiefilter dat groot genoeg is om de lens te bedekken
- Doorzichtige plakband
- Scharen
- Computer

Opdracht

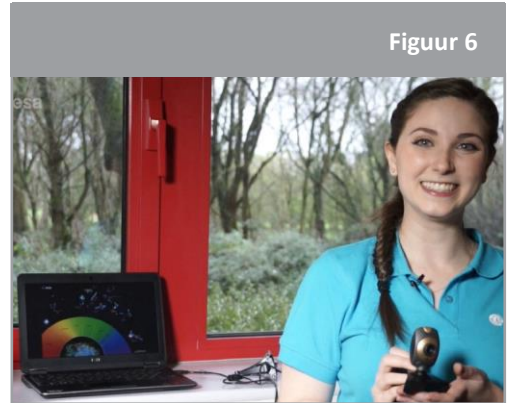
Instructies voor het hacken van de webcam zijn te vinden in de werkbladen voor de leerlingen. Goedkope webcams zijn meestal gemakkelijker uit elkaar te halen dan duurdere modellen. Het voorbeeld dat in het werkbladen wordt gebruikt is een Trust 17405. Bekijk de video Infrared Webcam Hack voor een videogids over hoe je het experiment opzet en uitvoert. Leerlingen kunnen in kleine groepjes werken. Als alternatief kunnen de webcams van tevoren worden aangepast, en kunnen de leerlingen activiteit 2 en 3 uitvoeren. De belangrijkste aanpassing die moet worden uitgevoerd is het verwijderen van de infraroodfilter. Afhankelijk van de lichtomstandigheden kan het nodig zijn een zichtbaar lichtfilter toe te voegen.

Filters blokkeren licht binnen een bepaald golflengtebereik. Om zichtbaar licht te blokkeren zijn twee gepolariseerde filters nodig. Dit komt doordat de golf op en neer kan bewegen, of van links naar rechts (deze éénvlaksoscillatie wordt polarisatie genoemd). Twee filters zorgen ervoor dat alle zichtbare straling wordt geblokkeerd.

De meeste webcams zijn "plug and play" - de software die nodig is om ze te laten werken, staat al op de camera. Afhankelijk van de webcam die je gebruikt, is er echter een kleine kans dat het nodig kan zijn de besturingssoftware te installeren voordat de webcam op een computer wordt aangesloten.

De Leerkracht moet ervoor zorgen dat de leerlingen begrijpen dat de gehackte camera een bijna-infraroodcamera is, geen warmtebeeldcamera!

De sensoren die in digitale camera's worden gebruikt, zijn gevoelig voor licht met golflengten tot ongeveer $1\mu\text{m}$ (bijna-infrarood). Warmtebeeldcamera's maken gebruik van infrarood bij langere golflengten. Deze camera's zijn gevoelig voor de infrarode straling die wordt uitgezonden door alle objecten met een temperatuur boven het absolute nulpunt en die niet zichtbaar is voor onze ogen. Hoe hoger de temperatuur van een voorwerp, hoe korter de golflengte van de uitgezonden straling zal zijn. Wanneer de temperatuur van een voorwerp hoog genoeg is, kan de uitgezonden straling worden afgebeeld met bijna-infraroodcamera's of met onze eigen ogen. Wij kunnen dit in onze keuken zien: wanneer een broodrooster zeer hoge temperaturen bereikt, wordt hij rood!



↑ Infrared webcam hack video. Zie onderdeel 'links'

→ Activiteit 2: Objecten bekijken met een infraroodcamera

In deze activiteit bekijken de leerlingen verschillende soorten voorwerpen, zowel in zichtbaar licht met hun ogen als in nabij-infrarood licht met de aangepaste webcam.

Benodigheden

- Infrarood camera (uit activiteit 1)
- Afstandsbediening
- LED-lichten
- Kaars
- Gezonde plant en neppe plastic plant

Opdracht

Daglicht is noodzakelijk voor het experiment met de planten. Het experiment moet altijd in het klaslokaal worden getest voordat het met de leerlingen wordt uitgevoerd. Afhankelijk van de lichtomstandigheden in het lokaal kan het nodig zijn het zichtbare licht te blokkeren en het polarisatiefilter/de belichte film voor de lens te plaatsen.

De leerlingen moeten de verschillende voorwerpen observeren en de tabel op het werkblad invullen, waarin zij beschrijven hoe zij elk voorwerp in beide soorten licht zien, en vervolgens een interpretatie geven voor hun waarnemingen.




Resultaten

Zie de tabel op de volgende bladzijde.

Bespreking

De afstandsbediening, de kaars en het LED-lampje zenden (zenden uit) infrarode straling uit. Met behulp van de gehackte webcam kunnen leerlingen infrarood licht 'zien', dat bijvoorbeeld door de afstandsbediening wordt uitgezonden. Door te kijken naar lichtbronnen uit het dagelijks leven, zoals het LED-lampje en de kaars, kunnen we met de infraroodcamera onderzoeken welke minder infrarood licht uitzendt en dus energiezuiniger is.

Als we naar de planten kijken met de gehackte webcam, zien we weerkaatst daglicht. Aangezien de echte plant veel nabij-infrarood licht weerkaatst en dit gerelateerd is aan een gezonde plantstructuur, kunnen we begrijpen hoe gezond een plant is als we er in infrarood licht naar kijken.

Voorwerpen	Beschrijf jouw observaties		Verklaar jouw observaties
	Zichtbaar licht	Infrarood licht	
Afstandsbediening 	<p>Wanneer men op een knop drukt en naar de infrarood zender kijkt, kan men niets zien (behalve soms een zwak licht wanneer de door de afstandsbediening gebruikte golflengte zeer dicht bij de zichtbare golflengten ligt).</p>	<p>Als je via de webcam naar de afstandsbediening kijkt en op de knoppen drukt, kan je een helder lichtsignaal van de infraroodzender zien.</p> <p>Tip: Dit is ook zichtbaar met de camera van sommige smartphones!</p>	<p>Afstandsbedieningen worden gebruikt om bepaalde apparaten, zoals televisietoestellen, van op afstand te bedienen. Hoe weet de ontvanger (b.v. de televisie) welke knop op de afstandsbediening is ingedrukt? Elke knop zendt aan-uit-signalen uit op een bepaalde golflengte van het infrarode licht. Het patroon van het signaal is gerelateerd aan een knop op de afstandsbediening. Daarom kunnen wij met de infraroodcamera het signaal zien dat door de afstandsbediening wordt uitgezonden.</p>
LED vs. kaars 	<p>Het LED-lampje en de kaars stralen allebei licht uit. De kleuren zien er verschillend uit. De kaars heeft een warmer licht, terwijl het LED-lampje witter is.</p>	<p>Kijkend door de webcam, lijkt de kaars veel helderder dan het LED licht.</p>	<p>De kaars zendt niet alleen zichtbaar licht uit, maar ook warmte die in het infrarood zichtbaar is, en daarom lijkt de kaars helderder met de infraroodcamera. De LED-lamp zendt niet veel licht uit in het infrarood zoals de kaars, maar lijkt helderder in het zichtbare.</p>
Levend vs. nep plant 	<p>Beide planten zijn groen als je ze bekijkt.</p> <p>Tip: Als er gele of bruine bladeren zijn, kunnen ze vergeleken worden met de gezonde, groene bladeren.</p>	<p>Wanneer beide planten met de infrarood webcam worden bekeken, lijken de groene bladeren van de levende plant veel helderder dan die van de nepplant.</p> <p>Gele of bruine bladeren zijn veel donkerder dan de groene bladeren.</p>	<p>In zichtbaar licht zien beide planten er groen en echt uit. In de infraroodcamera ziet de levende plant er veel helderder uit dan de nepplant. De levende plant weerkaatst veel straling in het infrarood, omdat dit deel van het licht niet nodig is voor fotosynthese. De hoge reflectie van infrarood licht wordt veroorzaakt door de sponsachtige mesofyl. Dit kan in verband worden gebracht met een gezonde plantstructuur.</p> <p>De plantstructuur van de gele of bruine bladeren is reeds vernietigd, zodat de reflectie van het infrarode licht veel lager is.</p>

→ Activiteit 3: Kijken naar de Aarde in infrarood licht

In deze activiteit gaan leerlingen satellietbeelden analyseren. De activiteit introduceert ware kleurenbeelden en vergelijkt ze met valse kleurenbeelden die bijna-infrarode straling visualiseren. De leerlingen krijgen een context, zodat ze begrijpen waarom het nuttig is om in bijna-infrarood te 'zien'.

Opdracht

De satellietbeelden werden gedownload van de EO Browser, een online toepassing waar je toegang hebt tot kant-en-klare satellietbeelden in ware kleur, valse kleur, nabij-infrarood, en nog veel meer producten! Je kunt deze tool verkennen en beginnen met de leerlingen hun woonplaats in de zomer en de winter te tonen met beelden in ware en valse kleuren. Leerlingen kunnen ook hun eigen voorbeelden onderzoeken.



↑ Screenshot van de EO Browser online toepassing (08.08.2018).

1. Bekijk de onderstaande afbeelding in ware kleur, genomen door de Sentinel-2 satelliet (Noord-Duitsland, 28.11.2016). Welke van de volgende kenmerken kun je identificeren?

- Landbouwvelden
- Sneeuwvelden
- Bos
- Wolken
- Rivieren
- Meren
- Straten
- Auto's
- Gebouwen
- Mensen

De leerkracht kan de leerlingen vragen waarom er geen auto's of mensen op het beeld te zien zijn. De reden is de ruimtelijke resolutie van het satellietbeeld. De ruimtelijke resolutie is het gebied op aarde dat wordt weergegeven door één pixel van de satellietfoto. De satellietfoto in deze oefening heeft een ruimtelijke resolutie van 10 m, dus een pixel vertegenwoordigt 10 m x 10 m op aarde. Bij deze resolutie kunnen mensen en auto's niet worden geïdentificeerd.

2. Bekijk het valse kleurenbeeld.

- a. Probeer de kenmerken te vinden die je eerder hebt waargenomen. Kun je ook nieuwe kenmerken identificeren?

Alle kenmerken kunnen worden geïdentificeerd. Watermassa's, vooral die in het bos, kunnen nu veel gemakkelijker worden onderscheiden.

- b. Welk oppervlaktetype/kenmerk verschijnt rood in de valse kleurenfoto? Maak een onderscheid tussen helderrood en donkerrood.

De vegetatie/planten lijken rood. De velden zijn helderrood en het bos is donkerrood. De structuur van het bos kan worden geïdentificeerd door de schaduw van de boomtoppen.

3. Beschrijf de verschillen en overeenkomsten tussen de echte kleurenfoto in oefening 1 en de valse kleurenfoto in oefening 2.

Op de afbeelding in ware kleuren is de vegetatie (gras en bos) zeer donkergroen en de kale grond bruin. Gebouwen en wegen zijn grijs. Op de beelden met valse kleuren zijn het gras en het bos rood gekleurd.

Watermassa's (meren en rivieren) zijn op beide beelden zeer donker, en grote gebouwen die industriegebieden zouden kunnen voorstellen, zijn zeer helder/wit op de beelden met ware en met valse kleuren.

4. Bespreek de voor- en nadelen van de ware en valse kleurenbeelden van nabij-infrarood licht.

Over het geheel genomen is de reflectie in het echte kleurenbeeld veel lager dan die in het valse kleurenbeeld, en is het beeld donkerder. Dit maakt het moeilijker om waterlichamen te identificeren in het echte kleurenbeeld, omdat de reflectiecoëfficiënt ook erg laag is. In het valse-kleurenbeeld kunnen de watermassa's duidelijk worden geïdentificeerd dankzij het verschil in reflectiewaarden tussen het water (zeer lage reflectie) en de omringende vegetatie (hoge reflectie).

In de valse-kleurenbeelden kunnen meer details van de vegetatie worden geïdentificeerd. De reden hiervoor is de hoge reflectie in combinatie met de schaduwen die ontstaan door de structuur van de boomtoppen. Bij de bespreking van schaduwen moet rekening worden gehouden met de invalshoek van de zon: de opname is gemaakt in november, wat betekent dat de invalshoek lager is dan in de zomer, waardoor de schaduwen groter zijn en ruwe oppervlakken donkerder lijken.

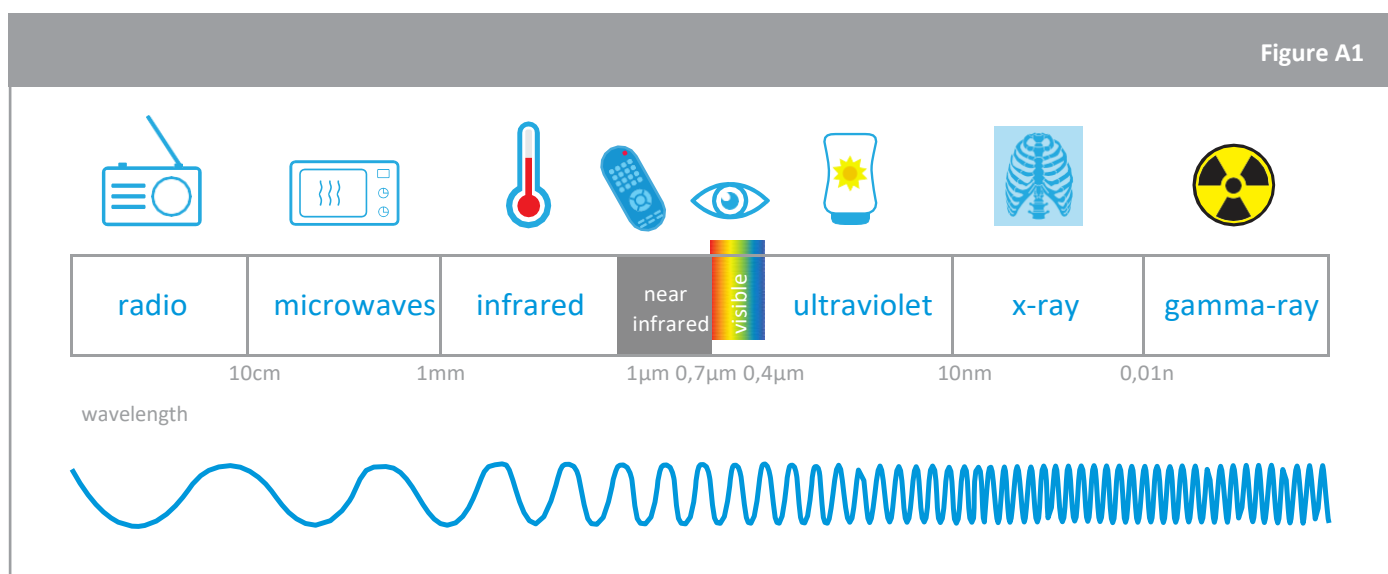
→ Algemene bespreking

Deze praktische activiteiten kunnen worden gebruikt om het elektromagnetische spectrum, aardobservatietoepassingen en het observeren van de vegetatie op onze planeet te bespreken. De activiteiten bieden ook een kader voor de discussie over de invloed van ruimtevaarttechnologie op onze toekomst en op ons dagelijks leven.

→ INFRAROOD WEBCAM HACK

Infrarood licht gebruiken om de wereld op een nieuwe manier te observeren

Onze ogen kunnen infrarood licht niet zien, maar we kunnen een infrarood camera gebruiken om dit 'onzichtbare' licht te zien. Het licht dat wij kunnen zien - zichtbaar licht - is slechts een zeer klein deel van het elektromagnetisch spectrum. Figuur A1 toont de verschillende soorten straling en hun golflengten in het elektromagnetische spectrum en geeft voorbeelden van waar bepaalde golflengten voor worden gebruikt.



↑ Het elektromagnetisch spectrum categoriseert de verschillende soorten straling in volgorde van golflengte, van de langste (radio) tot de kortste (gammastraling)

Infrarood licht wordt in verschillende delen onderverdeeld, net zoals zichtbaar licht in verschillende kleuren wordt onderverdeeld. Nabij-infrarood licht, het deel dat het dichtst bij rood licht ligt, kan gemakkelijk worden gedetecteerd door de sensoren die in digitale camera's worden gebruikt. Ook aardobservatiesatellieten zijn uitgerust met wetenschappelijke instrumenten die elektromagnetische emissies van bestanddelen van het aardoppervlak en de aardatmosfeer kunnen waarnemen, waardoor wij onze planeet op een nieuwe manier kunnen observeren.

Wist je dat?

Aan boord van het internationale ruimtestation (ISS) bevindt zich een heel speciale infraroodcamera waarmee fantastische foto's van de aarde kunnen worden gemaakt! De infraroodcamera maakt deel uit van Astro Pi, een kleine computer met een reeks sensoren en gadgets waarmee fantastische wetenschappelijke experimenten kunnen worden uitgevoerd. Teams van leerlingen kunnen deze kleine computer programmeren door deel te nemen aan de Europese Astro Pi Challenge en de bijna-infraroodcamera van de Astro Pi gebruiken om bijvoorbeeld de gezondheid en dichtheid van de vegetatie op aarde te meten.



→ Activiteit 1: Webcam hacken

In deze activiteit ga je een infrarood camera maken door een gewone webcam te hacken. Normaal gesproken zit er in alle digitale camera's en webcams een infrarood filter achter de lens dat al het infrarode licht weg filtert om vooral zichtbaar licht op te vangen. Dit filter moet worden verwijderd. Hier vind je eenvoudige instructies over hoe je je webcam kunt hacken om in bijna-infrarood te kunnen zien.

Benodigheden

- 1 webcam met een handmatige scherpstelring aan de voorzijde
- 1 punaise of scalpel
- 2 stukjes belichte fotografische film of polarisatiefilter
- Doorzichtige plakband
- Scharen

Opdracht

1. Demonteer de camera

Schroef de scherpstelring tegen de wijzers van de klok in los totdat de hele lens eruit getrokken kan worden.

2. Verwijder de infraroodfilter

Aan de binnenkant van de lens zit een klein stukje plastic met een rood/groene tint (zie de linkerlens in figuur A2). Dit is de infraroodfilter. Verwijder de filter met een speld of een scalpel.

Let op: dit moet heel voorzichtig gebeuren, want de filter kan breken als er te veel druk wordt uitgeoefend.

3. Zet de camera in elkaar

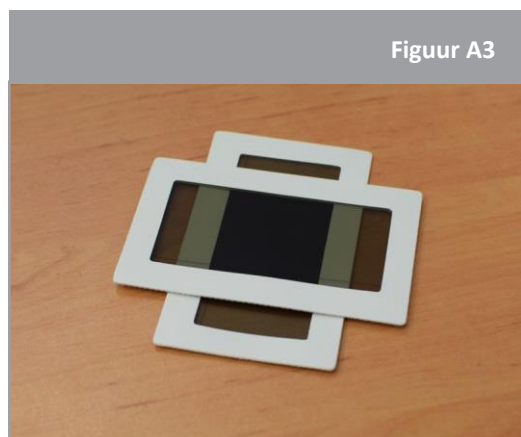
Schroef de lens weer op de webcam en sluit de webcam aan op een computer. Het kan nodig zijn videosoftware te openen om een beeld via de webcam te bekijken.

Gebruik de scherpstelring om scherp te stellen tot je een duidelijk beeld hebt van het object dat je wil bekijken.



Figuur A2

↑ Zo maak je een infraroodcamera.



Figuur A3

↑ Polarisatiefilters.

De infraroodcamera is klaar voor gebruik!

Tip: Als je beeld op het scherm erg helder lijkt, is er te veel zichtbaar licht dat moet worden weg gefilterd. Daartoe moeten twee stukjes polarisatiefilter of belichte fotografische film voor de lens worden geplaatst. Zorg ervoor dat de twee stukken loodrecht op elkaar worden geplaatst. De filters kunnen ook met doorzichtig plakband worden vastgezet.

→ Activiteit 2: Objecten bekijken met een infraroodcamera

In deze activiteit gebruik je de gehackte infrarood webcam om je eigen experiment te maken over hoe objecten eruitzien wanneer ze gezien worden met zichtbaar en infrarood licht.

Benodigheden

- Infrarood camera (uit activiteit 1)
- Afstandsbediening
- LED-licht
- Kaars
- Gezonde plant en neppe plastic plant

Opdracht

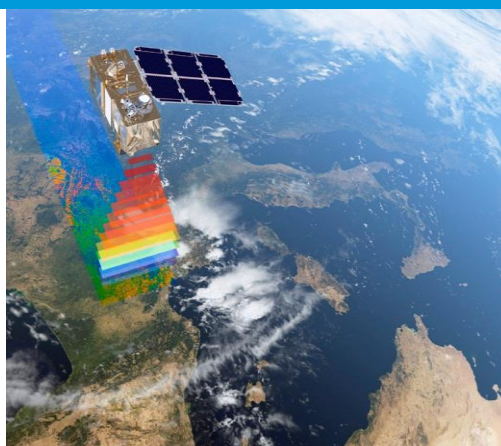
1. Bekijk de verschillende voorwerpen eerst met je ogen (zichtbaar licht) en vervolgens via de webcam (infrarood licht).
2. Vul de tabel op de volgende bladzijde in met je waarnemingen




Bespreking

Bespreek, rekening houdend met de resultaten van je experiment, met andere leerlingen hoe infrarood licht ons kan helpen beter te begrijpen wat we zien. Vat je conclusies hieronder samen.

Wist je dat?

Het Europees Ruimteagentschap (ESA) heeft geholpen bij de ontwikkeling van een groot aantal satellieten die gebruik maken van verschillende soorten camera's om naar de aarde te kijken. Een groep missies, de Sentinels, heeft als doel ons begrip en beheer van het milieu op aarde te verbeteren. Eén van de missies heet Sentinel-2 en bestaat uit twee tweelingsatellieten. De camera's aan boord van de satellieten maken beelden in zowel zichtbaar als infrarood licht, en zij bestrijken om de vijf dagen de hele planeet! Sentinel-2 kan worden gebruikt om de plantengroei te monitoren, veranderingen in de bodembedekking in kaart te brengen en 's werelds bossen te bewaken.



Voorwerpen	Beschrijf jouw observaties		Verklaar jouw observaties
	Zichtbaar licht	Infrarood licht	
Afstandsbediening 			
LED vs. kaars 			
Levend vs. nep plant 			

→ Activiteit 3: Kijken naar de Aarde in infrarood licht

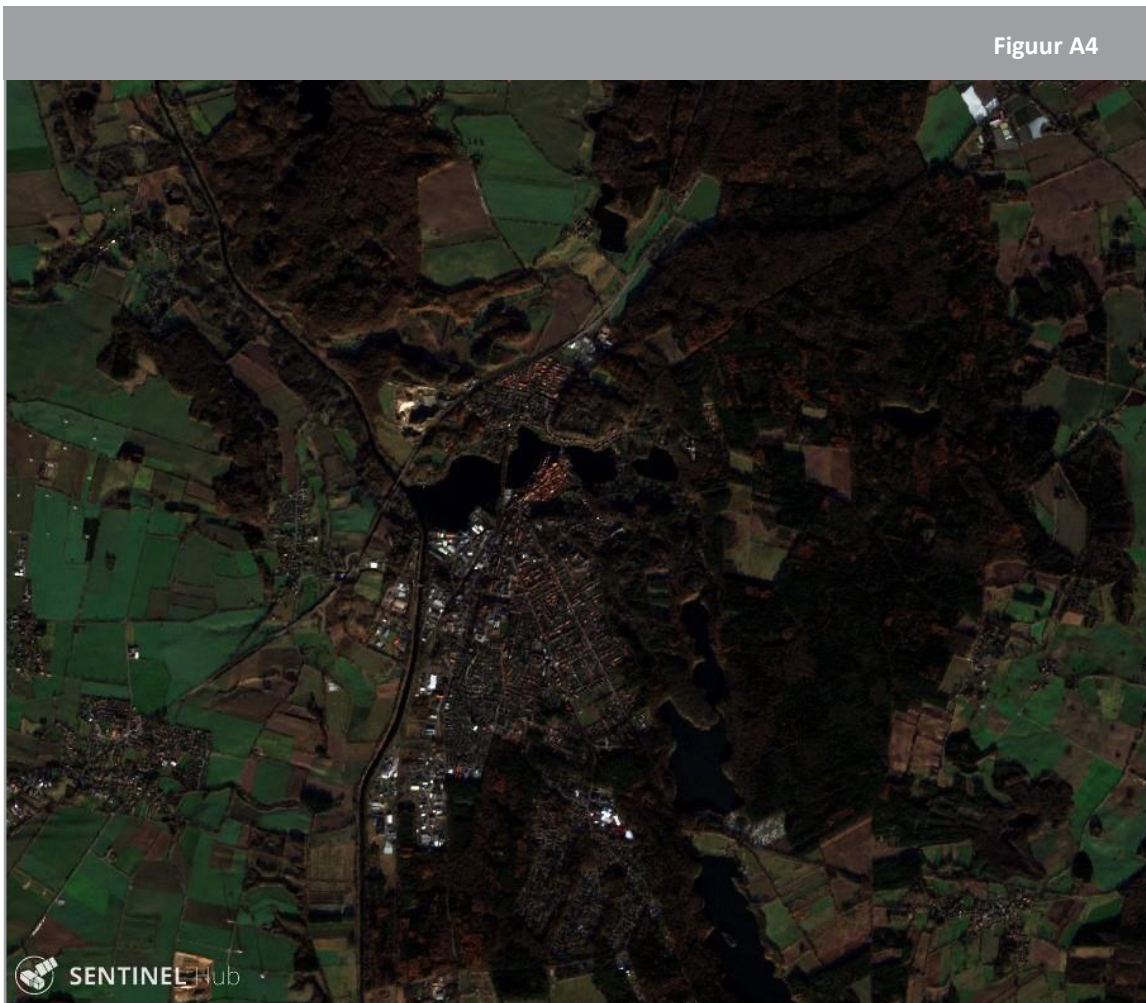
Infraroodcamera's worden gebruikt in aardobservatiesatellieten. Met behulp van computers kunnen wij dan het licht visualiseren dat wij met onze eigen ogen niet kunnen zien. Wat eruit komt is een 'valse kleurenbeeld'. Als we het licht weergeven dat zichtbaar is voor menselijke ogen, noemen we dat een "getrouwe kleurenfoto". Een getrouwe kleurenfoto combineert de werkelijke metingen van gereflecteerd rood, groen en blauw licht, en toont de wereld zoals wij die zien. Een afbeelding van een valse kleur gebruikt ten minste één golflengte buiten het zichtbare bereik. Het resultaat is dat de kleuren op de uiteindelijke afbeelding niet altijd zijn wat wij ervan verwachten. Gras is bijvoorbeeld niet altijd groen!

In deze activiteit ga je satellietbeelden analyseren en ware kleurenbeelden vergelijken met valse kleurenbeelden. Zal je in staat zijn om de verschillen te vinden?

Opdracht

1. Bekijk de onderstaande afbeelding in ware kleuren, genomen door de Sentinel-2 satelliet (Noord-Duitsland, 28.11.2016). Welke van de volgende kenmerken kun je identificeren?

- Landbouw velden
- Sneeuw
- Bossen
- Wolken
- Rivieren
- Meren
- Straten
- Auto's
- Gebouwen
- Mensen



↑ Ware kleurenbeeld genomen door de Sentinel-2 satelliet. Bevat gewijzigde Copernicus Sentinel gegevens [2017] verwerkt door Sentinel Hub.

2. Bekijk het beeld in valse kleuren, gemaakt door de Sentinel-2 satelliet (Noord-Duitsland, 28.11.2016).

Opmerking: Het valse-kleurenbeeld toont gereflecteerd nabij-infrarood licht als rood.

- a. Probeer de kenmerken te vinden die je eerder hebt waargenomen. Kun je ook nieuwe kenmerken identificeren?

- b. Welk oppervlaktetype/kenmerk verschijnt rood in de valse kleurenfoto? Maak een onderscheid tussen helderrood en donkerrood.



↑ Beeld in valse kleuren, gemaakt door de Sentinel-2 satelliet. Bevat gewijzigde Copernicus Sentinel gegevens [2017] verwerkt door Sentinel Hub.

3. Beschrijf de verschillen en overeenkomsten tussen de afbeelding met de echte kleur in oefening 1 en de afbeelding met de valse kleur in oefening 2.

4. Bespreek de voor- en nadelen van de ware kleurenbeelden en de valse kleurenbeelden met nabij-infrarood licht.

Wist je dat?

Op dit beeld van de Sentinel-2A satelliet is te zien hoe de woestijn van Saoedi-Arabië wordt gebruikt voor landbouw. De cirkels zijn afkomstig van een irrigatiesysteem, waarbij de lange waterleiding rond een put in het midden draait. Het is een valse-kleurenbeeld en het nabij-infrarood wordt in rood weergegeven. Planten reflecteren het meeste van dit licht. Deze hoge reflectiewaarden verklaren het felle rood van de geïrrigeerde velden. Bijna-infrarood licht wordt vaak gebruikt om vegetatie vanuit de ruimte te monitoren.



→ Links

Resources

ESERO Belgium lesmateriaal: <https://eserobelgium.be/index.php/nl/bibliotheek-met-lesmateriaal-voor-het-secundair-onderwijs/>

ESA teach with space – infrared webcam hack video | VP15:
esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Infrared_webcam_hack_-_using_an_infrared_webcam_to_observe_the_world_in_a_new_way_-_classroom_demonstration_video_VC15

ESA classroom resources:
esa.int/Education/Classroom_resources

ESA extra information

ESA's Earth Observation missions
www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Sentinel -2
www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2

Online platform to access satellite imagery <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser>

Video Sentinel-2: an introduction
esa.int/spaceinvideos/Videos/2015/07/Sentinel-2_an_introduction

ESA Earth Observation Image of the Week esa.int/spaceinimages/Sets/Earth_observation_image_of_the_week