



REMOTE SENSING

Bij aardobservaties

Nut van satellieten

- Vogelperspectief → grote gebieden in één keer zichtbaar
- Geen last van wolken, stof of moleculen in de atmosfeer
- Tv-signalen, telefoongesprekken, ...



Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2020/nasa-study-maps-the-roots-of-global-mangrove-loss>

Nut van satellieten

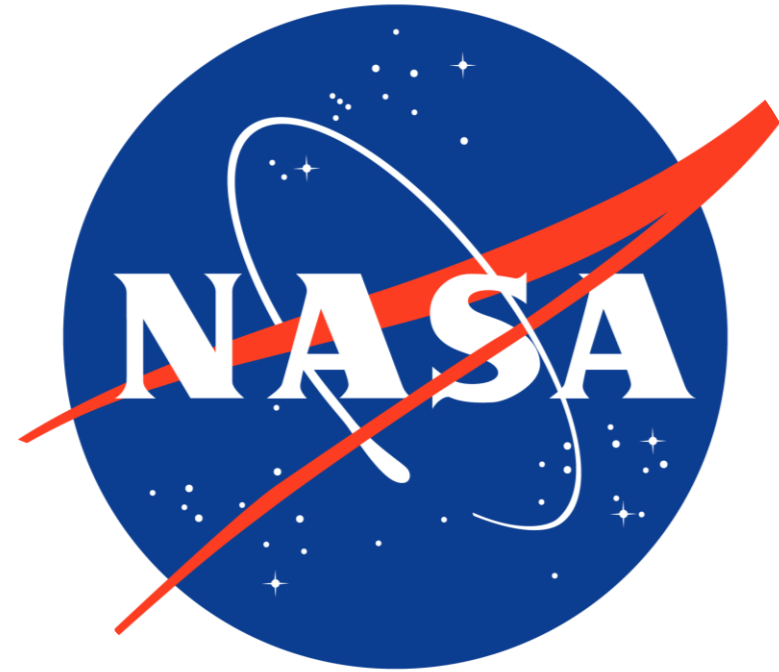
- Meten van
 - Hoeveelheid energie die de aarde absorbeert en uitstoot
 - Bosbranden, vulkanen en hun rookontwikkeling
 - Gassen in de atmosfeer
 - Etc.
- Klimaat voorspellen
- Informatie over
 - Hongersnood
 - Landbouw
 - Opsporen van ziekten
 - Etc.



Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>

Remote sensing

- Informatie vergaren vanop een afstand
- NASA (National Aeronautics and Space Administration)
- ESA (European Space Agency)
- Satellieten en ruimtevaartuigen voor globaal perspectief
- Klimaatverandering
- Voedselzekerheid
- Etc.



Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>



Bron: <https://www.esa.int/>

Satellietbanen

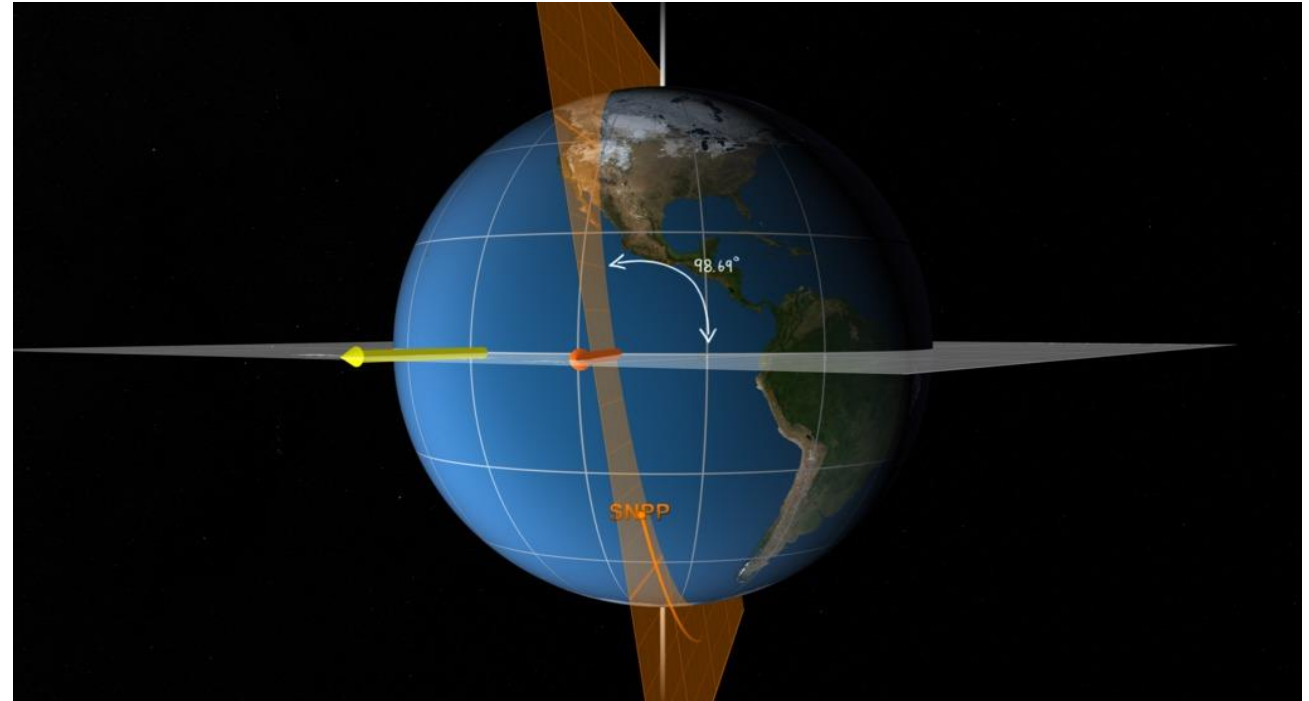
- 3 types:
 - Polair
 - Niet-polair, lage-baan
 - Geostationair



Bron: https://www.nasa.gov/sites/default/files/thumbnails/image/3_iss057e055409.jpg

Polair satellieten

- In een baan langs de polen
- Baanvlak is meer dan 90 graden geïnclineerd naar het equatoriaalvlak
- Waarnemingen op locaties die moeilijk te bereiken zijn via de grond



Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>

Niet-polaire, lage-baansatellieten

- In een baan niet langs de polen
- Hoogte van minder dan 2 000 km
- Observeren deel van de breedtegraden



Bron: <https://gpm.nasa.gov/missions/GPM>

Geostationaire satellieten

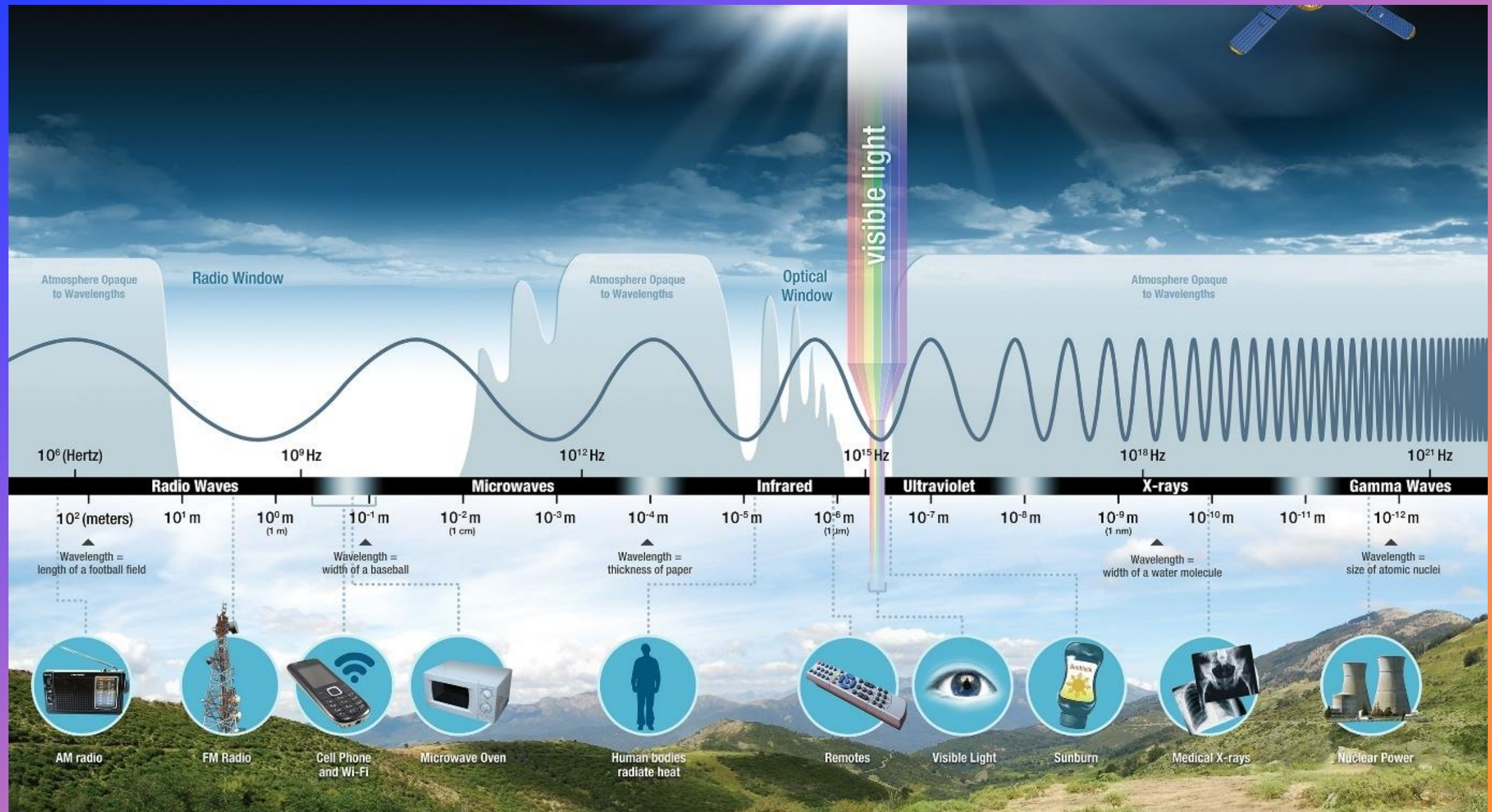
- Volgen de rotatie van de aarde
- Voor waarnemer op aarde lijkt satelliet vast te zitten op één locatie
- Ononderbroken data van één gebied



Bron: <https://www.nasa.gov/press-release/nasa-invites-media-to-upcoming-noaa-goes-s-satellite-launch>

Elektromagnetisch spectrum

- Elektromagnetische golven
 - Verschillende golflengten en frequenties
- Hogere frequenties: radio-, microgolf- en infraroodgolven
- Lagere frequenties: ultraviolet, röntgenstraling en gammastralen
- Zichtbare licht is klein deel van volledig spectrum
- Daarom ontvangen satellieten ook alle andere golven uit het volledige elektromagnetische spectrum

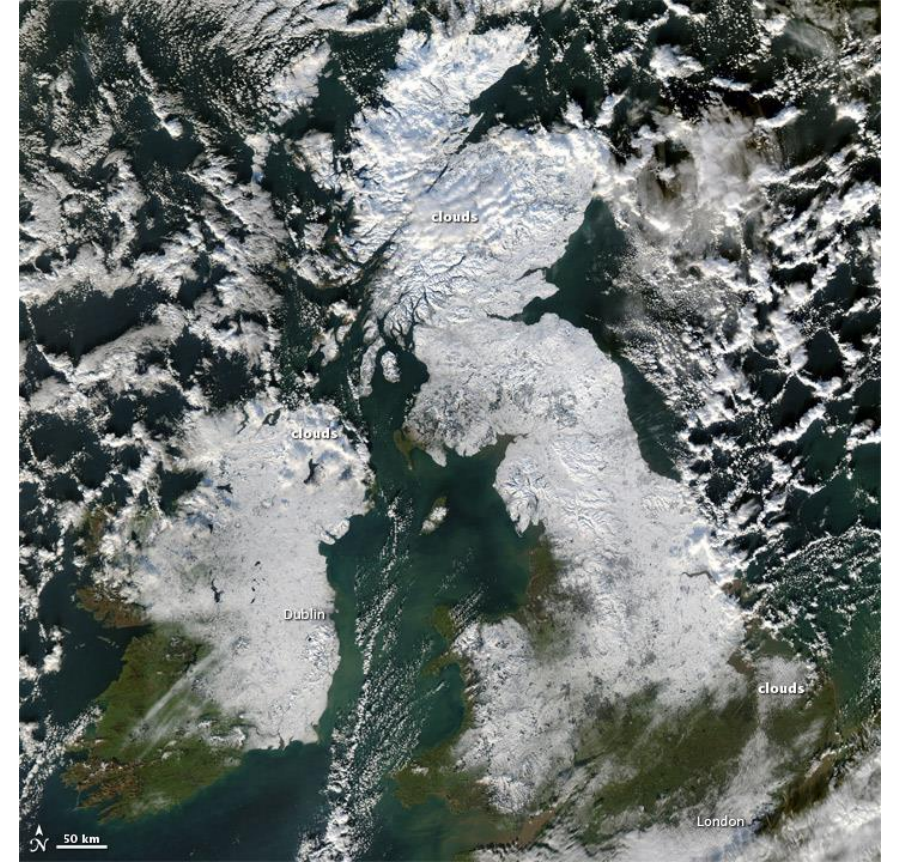


Elektromagnetisch spectrum

- Golven worden geabsorbeerd of gereflecteerd door elementen in de atmosfeer zoals waterdamp en koolstofdioxide
- Andere golven bewegen ongehinderd door de atmosfeer
- Zichtbaar licht → golflengten door atmosfeer uitgezonden
- Microgolven → golflengten die door wolken gaan
 - Handig voor weer- en communicatiesatellieten

Elektromagnetisch spectrum

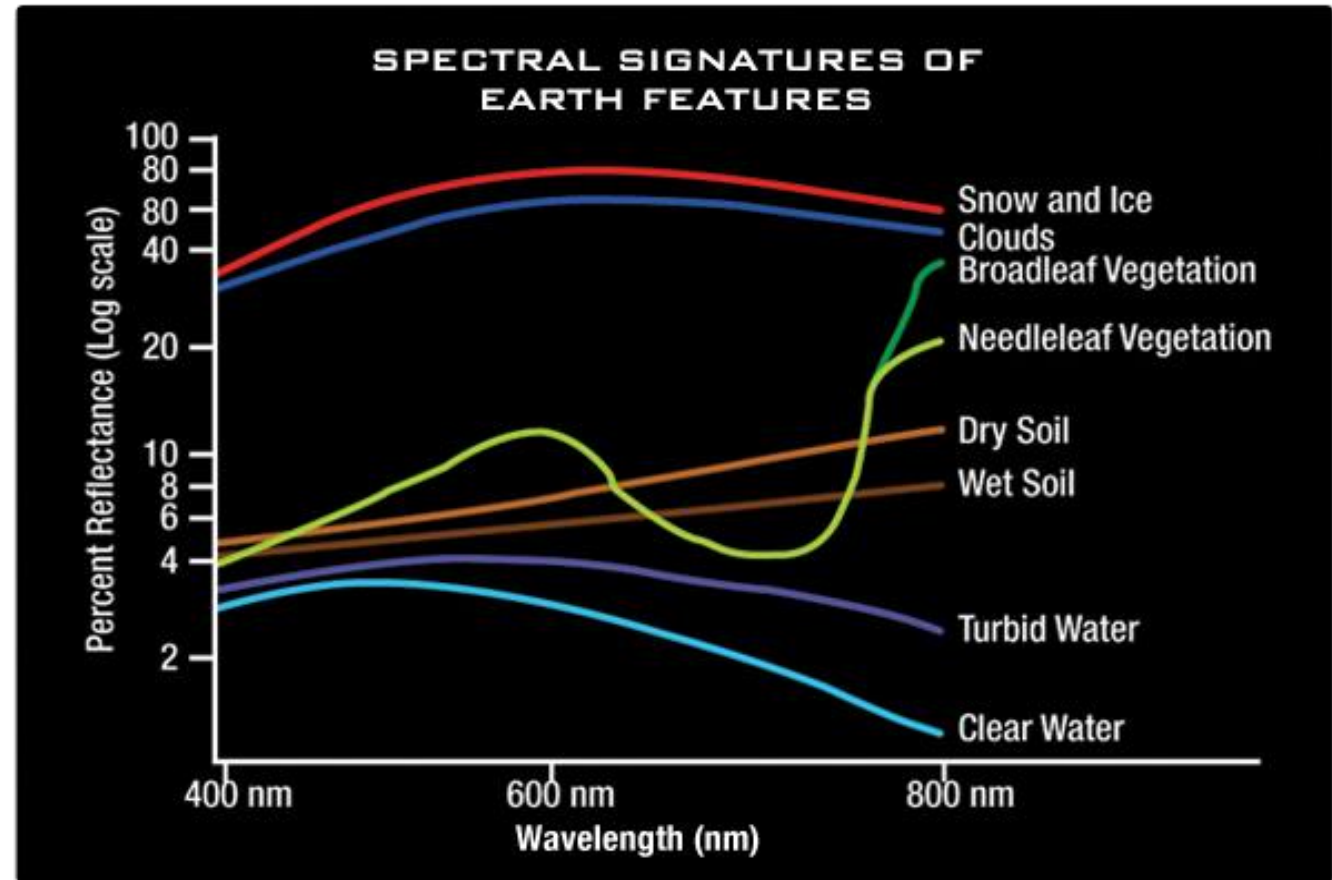
- Hoeveelheid gereflecteerde energie van de zon op oppervlak
 - Hangt af van:
 - Ruwheid oppervlak
 - Albedo (hoe goed oppervlak licht weerkaatst)
- Sneeuw weerkaatst 90% van de energie van de zon
- Oceaan weerkaatst 6% → zendt geabsorbeerde straling terug uit als infraroodstraling



Bron: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/47626/snow-in-great-britain-and-ireland>

Elektromagnetisch spectrum

- Alles reflecteert, absorbeert of zendt energie uit
 - Varieert per kenmerk van de aarde (unieke spectrale "vingerafdruk")
- Reflectantie in functie van de golflengtes
- Eigenschappen van aarde identificeren
 - Bv. soort gesteente

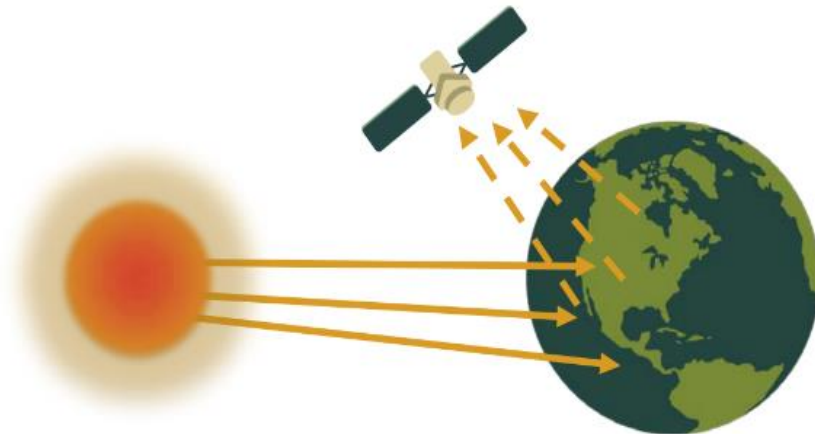


Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>

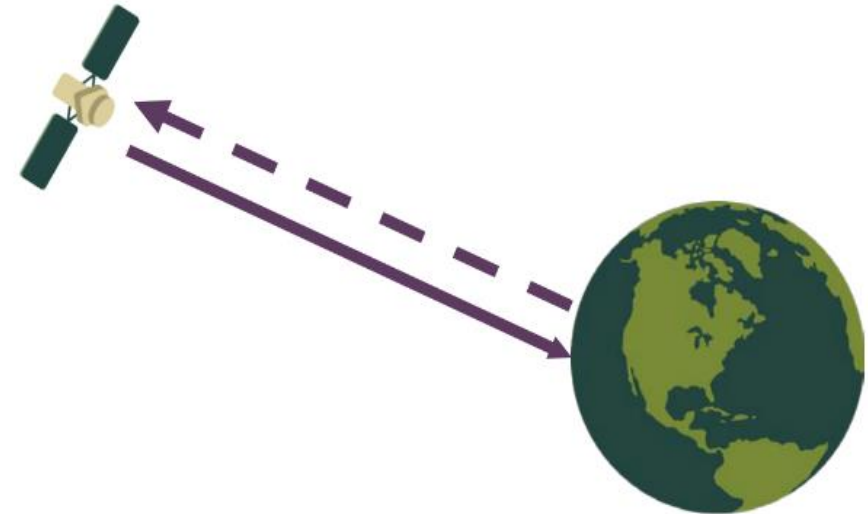
Sensoren

- Gebruiken zon als verlichtingsbron (passieve sensoren)
- Of zorgen voor eigen verlichtingsbron (actieve sensoren)

Passive Sensors



Active Sensors

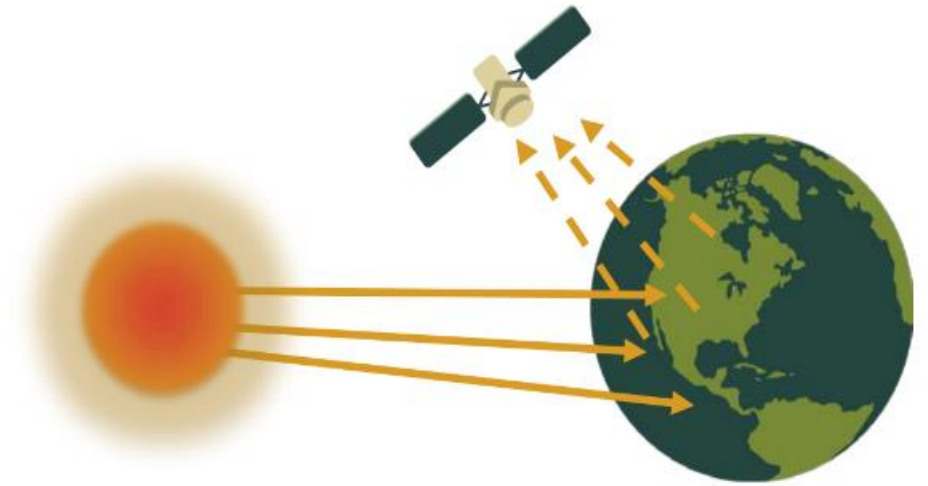


Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>

Passieve sensoren

- Radiometers
- Spectrometers
- In zichtbare, infrarood-, thermische infrarood- en microgolfdelen van elektromagnetisch spectrum
- Meten temperatuur van land- en zeeoppervlak, eigenschappen van vegetatie, wolken en aërosolen
- Dringen niet door wolken

Passive Sensors

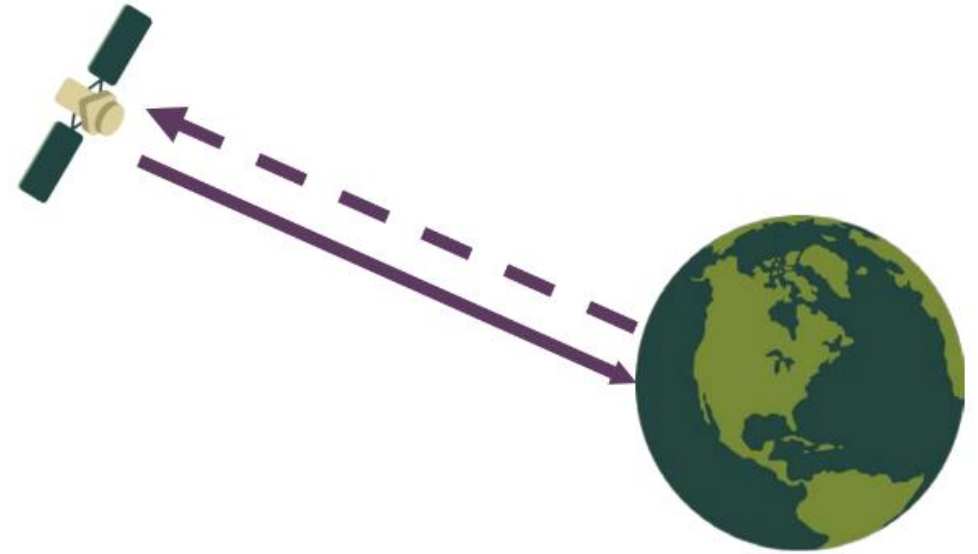


Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>

Actieve sensoren

- Radiodetectie
- Radarsensoren
- Hoogtemeters
- Verstrooiingsmeters
- In microgolfband van elektromagnetisch spectrum
- Meten aërosolen, structuur van bossen, neerslag en wind, topografie van zeeoppervlak en ijs
- Kunnen door wolken observeren

Active Sensors



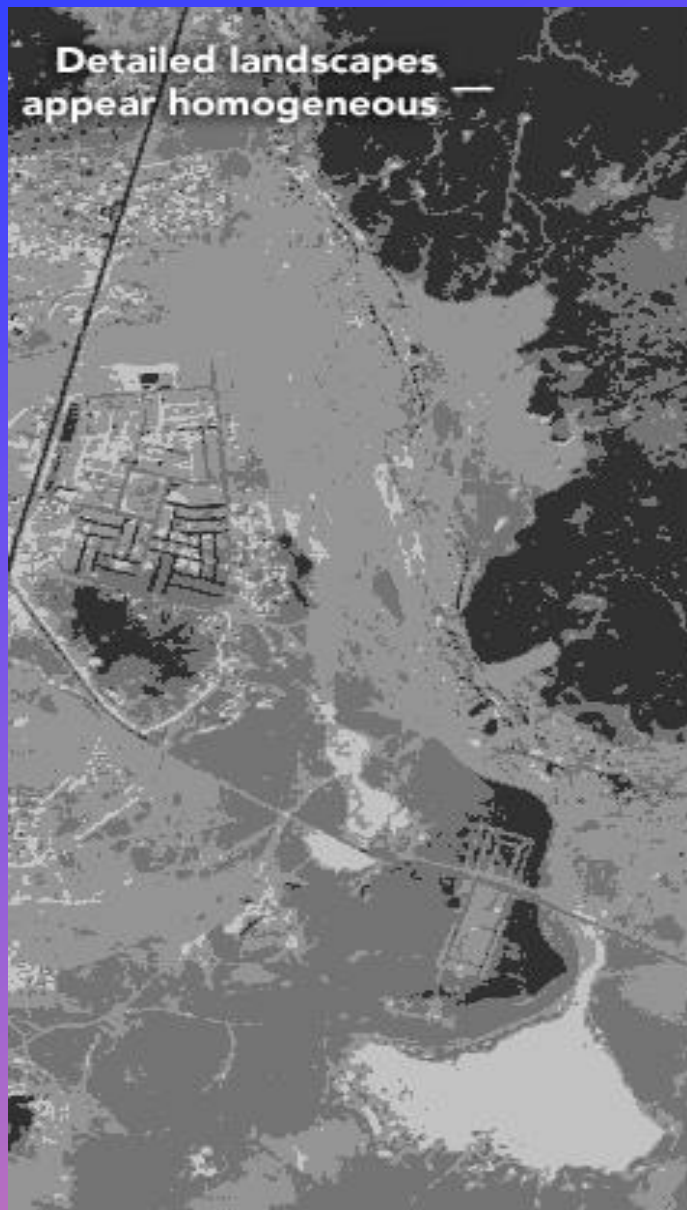
Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>

Resolutie

- 4 types:
 - Radiometrische resolutie
 - Ruimtelijke resolutie
 - Spectrale resolutie
 - Temporele resolutie

Radiometrische resolutie

- Hoeveelheid informatie per pixel = aantal bits dat opgenomen energie vertegenwoordigt
- Elke bit registreert exponent van vermogen 2
 - Bv. 8-bit resolutie is 28 dus 256 (0-255) potentiële digitale waarden
- Hoe hoger hoe meer waarden beschikbaar voor informatie
→ beter onderscheid tussen kleinste energiever verschillen



2-bit (4 values)



4-bit (16 values)



8-bit (up to 256 values)

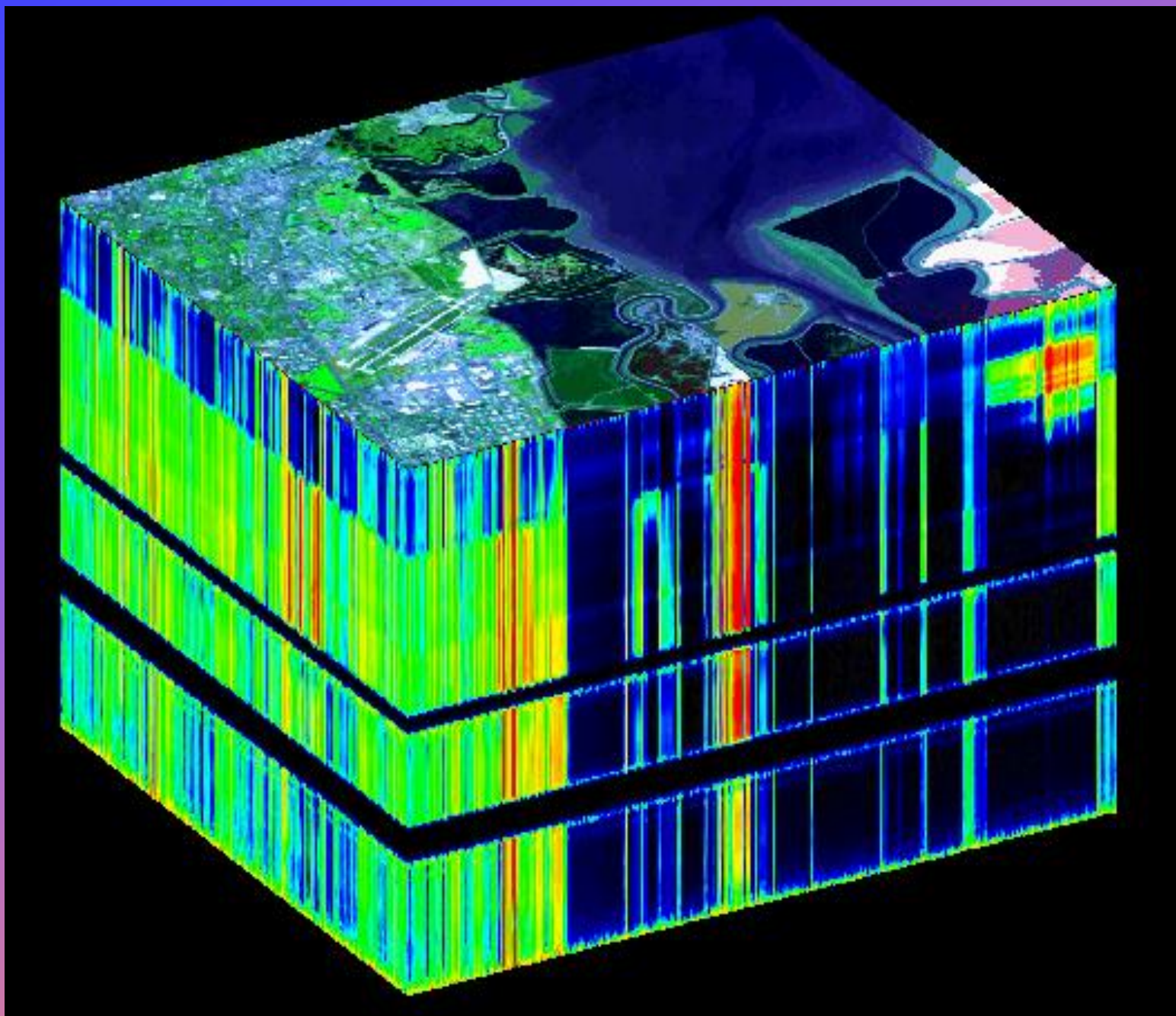
Ruimtelijke resolutie

- Wordt bepaald door de grootte van elke pixel en gebied op aardoppervlak dat door pixel wordt vertegenwoordigd
- Voorbeeld: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)
 - Ruimtelijke resolutie van 1 km
 - Dus elke pixel vertegenwoordigt gebied van 1 km x 1 km op de grond
- Hoe fijner de resolutie (hoe lager het getal), hoe meer details



Spectrale resolutie

- Vermogen van sensor om fijnere golflengten te onderscheiden
 - = meer en smallere spectraalbanden
- Multispectraal = tussen 3 en 10 spectraalbanden
- Hyperspectraal = tussen 100 en 1000'en spectraalbanden
- Hoe smaller het bereik van de golflengten voor een bepaalde band, hoe fijner de spectrale resolutie
- Bovenkant kubus (volgende dia) is vals kleurenbeeld om structuur te accentueren, beeld van AVIRIS (Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer)



Bron: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2019/landsat-data-maps-nation>

Temporele resolutie

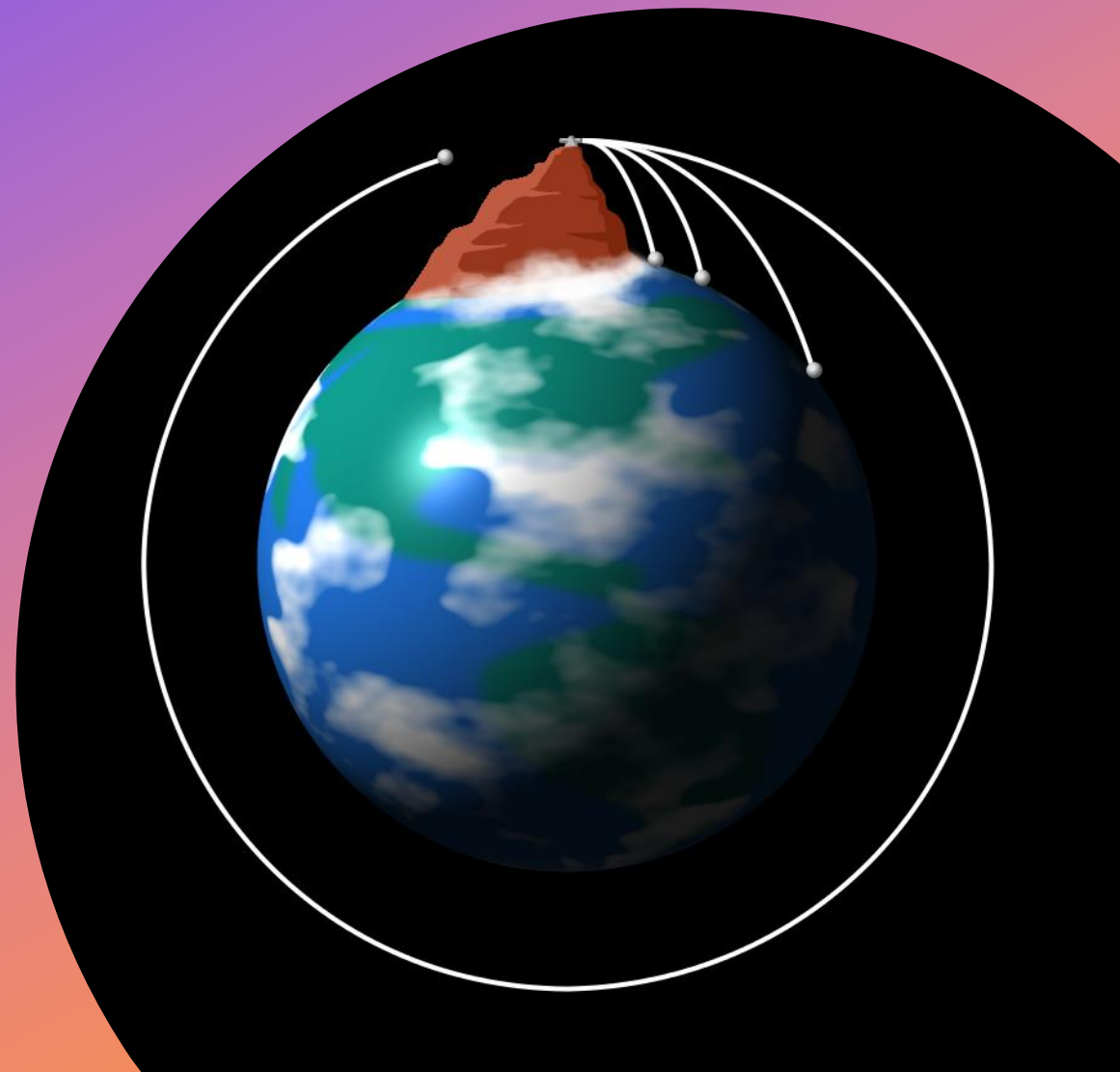
- Tijd die een satelliet nodig heeft om baan te voltooien en hetzelfde observatiegebied opnieuw te bezoeken
- Afhankelijk van
 - Baan
 - Eigenschappen van sensor
 - Breedte van de strook die door de satelliet opgemeten wordt
- **Combinatie van alle 4 types?**

Combinatie gaat niet

- Alle gewenste eigenschappen combineren gaat niet
 - Voor hoge ruimtelijke resolutie
 - Smaller strookje nodig
 - Vergt meer tijd tussen de waarnemingen van een bepaald gebied
 - Lagere temporele resolutie
- Afwegingen maken
- Welk type data voor een bepaald studiegebied

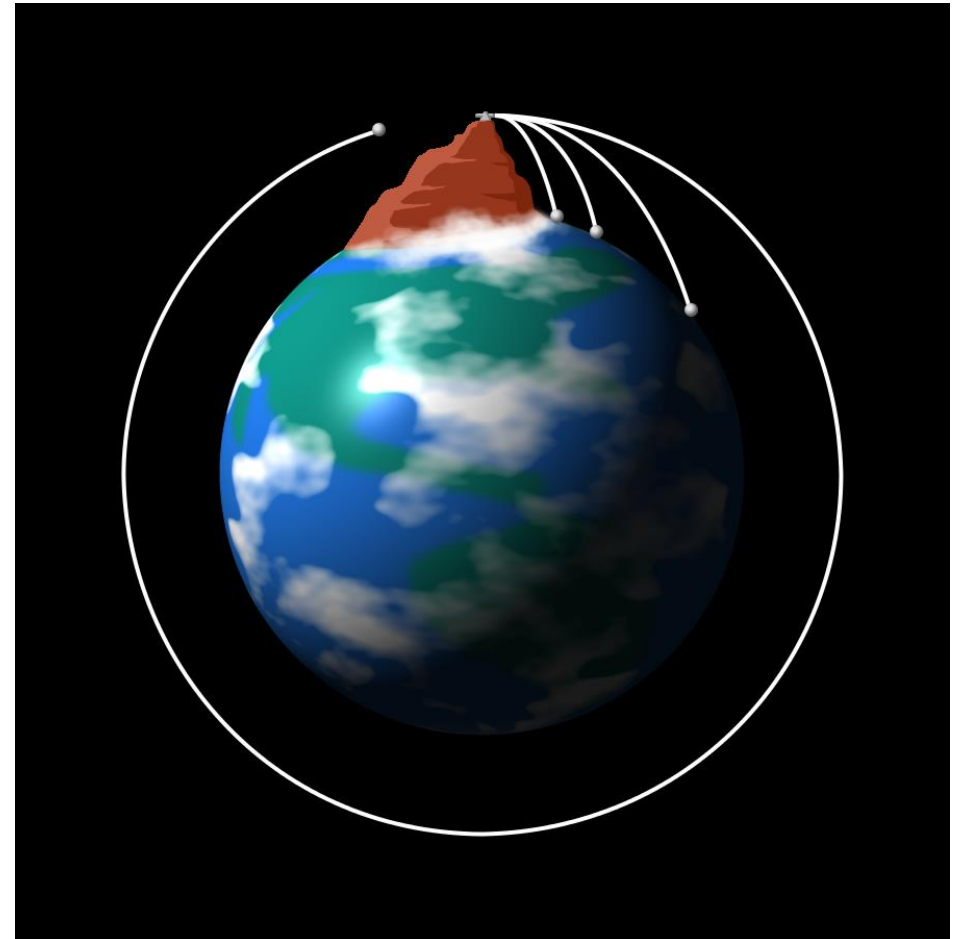
HOE BLIJVEN SATELLIETEN IN DE LUCHT?

Doe eens een gok?



Hoe blijven satellieten in de lucht?

- Bewegen snel genoeg om de zwaartekracht van de aarde te overwinnen → evenwicht tussen snelheid en zwaartekracht
- Raket met satelliet gelanceerd → 40300 km/u
- Initiële snelheid van satelliet blijft behouden
- Satelliet valt constant naar de aarde toe, maar komt nooit aan



Bron: https://wtamu.edu/~cbaird/sq/images/falling_orbit.png

Google Earth Timelapse

- Sinds jaren 70 beelden van de hele wereld, meer en meer detail
- Google beelden verzameld, één geheel van gemaakt
- Google Earth Timelapse 1984 tot 2018
- Onderzoeken van zichtbare veranderingen
 - Bv, ontbossing, zeespiegelstijging, ...
- Bestaat uit 35 wolkenvrije mozaïeken

Opdracht 1

- Alleen of groepjes van 2
- Maak timelapse over interessant fenomeen
- Lever een word-document in van maximaal 2 bladzijden
 - 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!

Opdracht 1

- Timelapse voorstellen aan de klas (5 minuten)
- Wat is er te zien op je timelapse?
- Wat is de link 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.

Opdracht 2

1. Ga naar de website: <https://tinyurl.com/y6gxtb3f>
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?

Opdracht 2

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?