



Zonnestormen voorspellen

Christine Verbeke

Urania

16 januari 2025

Ruimteweer

Definitie volgens ESA

Ruimteweer betreft de fysieke en fenomelogische toestand van de natuurlijke ruimteomgevingen. De bijbehorende discipline streeft, door middel van monitoring, observatie, analyse en modellering, naar het begrijpen en voorspellen van de toestand van de zon, de interplanetaire en planetaire omgevingen, en de zonne- en niet-zonne-gedreven verstoringen die daarop van invloed zijn, en ook op het voorspellen en nu-casten van de potentiële gevolgen voor biologische en technologische systemen.

Ruimteweer

Definitie volgens ESA

Ruimteweer betreft de fysieke en fenomelogische toestand van de natuurlijke ruimteomgevingen. De bijbehorende discipline streeft, door middel van monitoring, observatie, analyse en modellering, naar het begrijpen en voorspellen van de toestand van de zon, de interplanetaire en planetaire omgevingen, en de zonne- en niet-zonne-gedreven verstoringen die daarop van invloed zijn, en ook op het voorspellen en nu-casten van de potentiële gevolgen voor biologische en technologische systemen.

- **(voornamelijk) alles wat in ons zonnestelsel gebeurt**
- **door de invloed van onze zon**

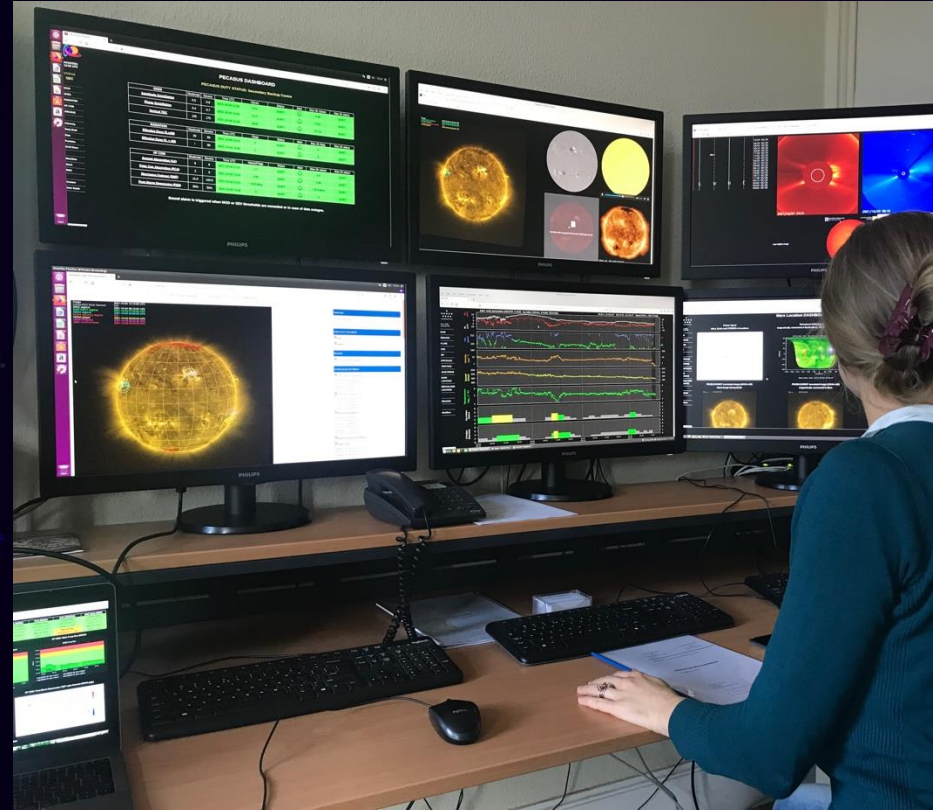
Koninklijke Sterrenwacht van België

Regionale Waarschuwingencentrum

- WMO – UN
- 22 centra

PECASUS

- Waarschuwingen voor de luchtvaart
- 1 van de 4 centra



A dark space background featuring a large, glowing purple planet in the upper center, surrounded by numerous small white stars and a faint purple nebula-like glow.

Wat zijn gevolgen
van ruimteweer?

Ruimteweer effecten



POOLLICHT



GPS



COMMUNICATIE



LUCHTVAART



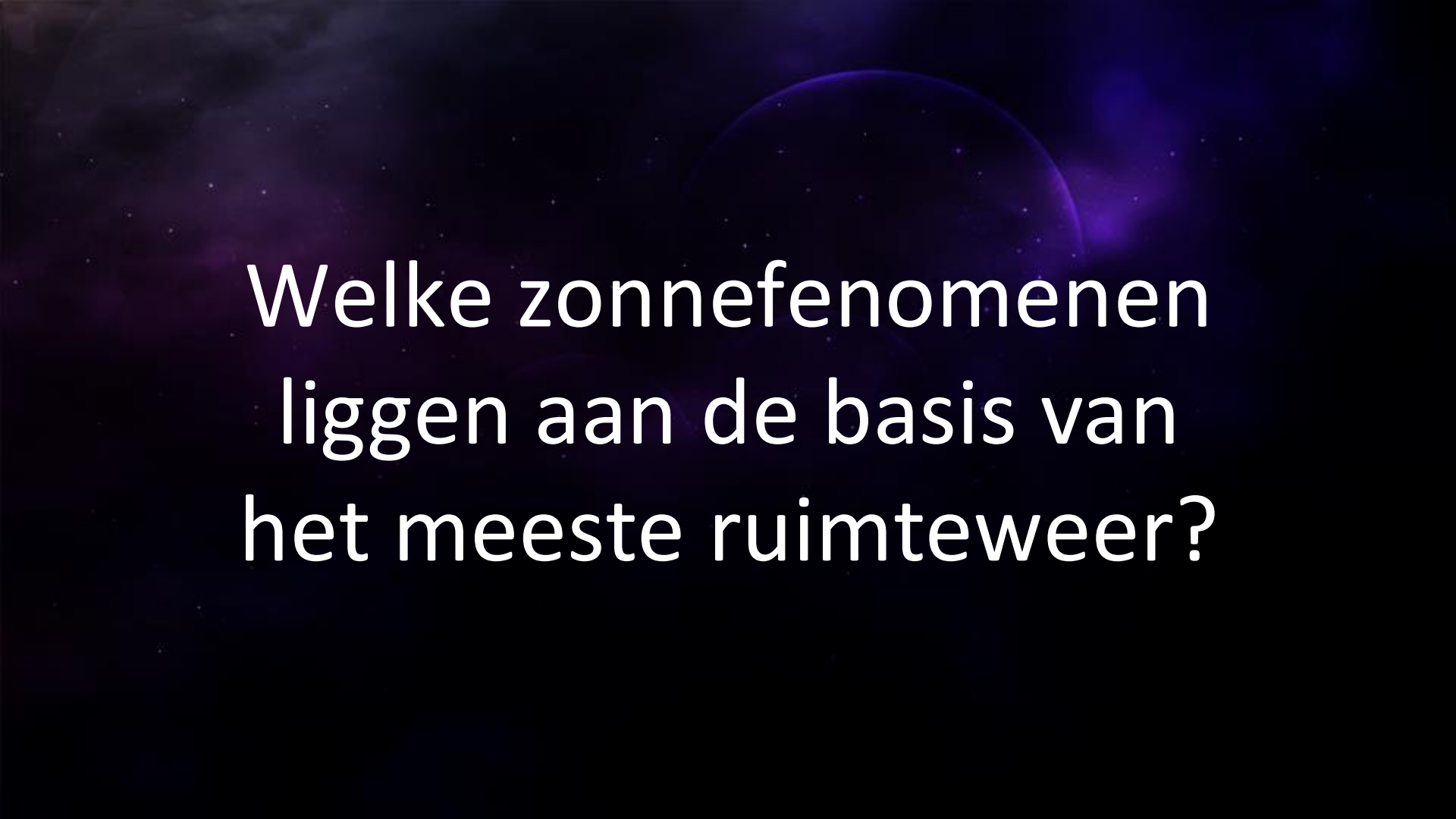
ELECTRICITEITS-
NET



ASTRONAUTEN



SATELLIETEN



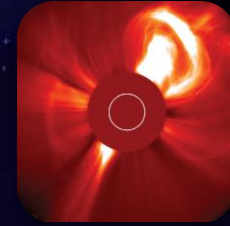
Welke zonnefenomenen
liggen aan de basis van
het meeste ruimteweer?

Zonne-fenomenen



Zonnevlam

- Het plotseling vrijkomen van energie die werd vastgehouden in magnetische velden
- Licht/Straling



Zonnestorm

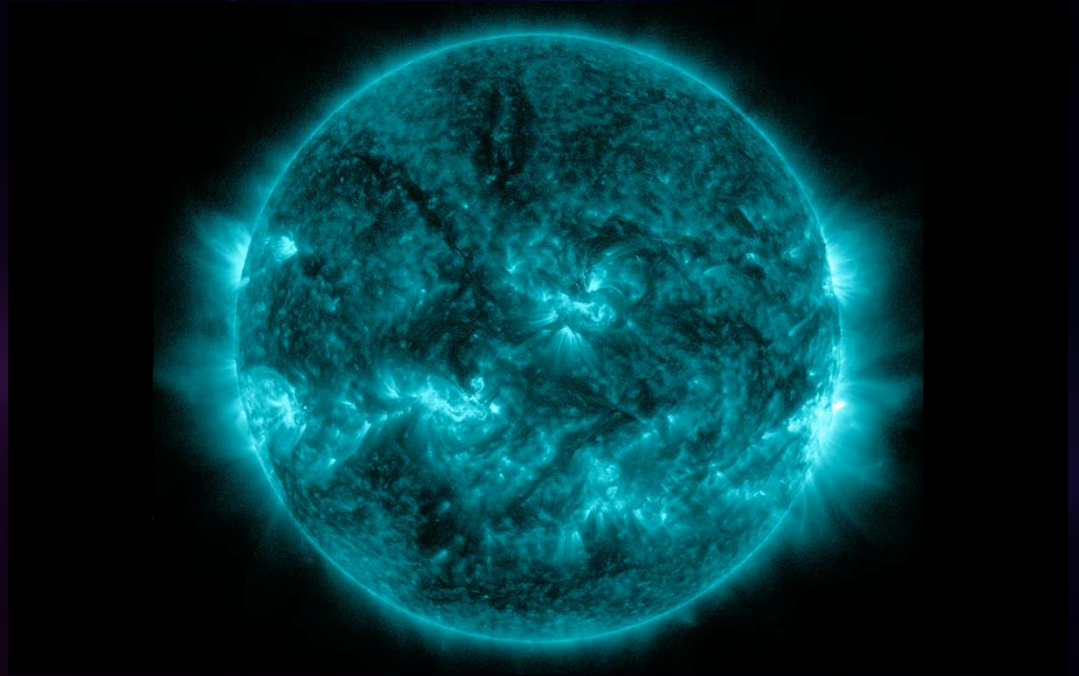
- Het plotseling uitwerpen van grote hoeveelheden massa (plasma) in de ruimte
- Sterk magneetveld, hoge snelheden (voor massa)

Zonnevlam



Zonnevlam

- Licht: 8 minuten tot aarde

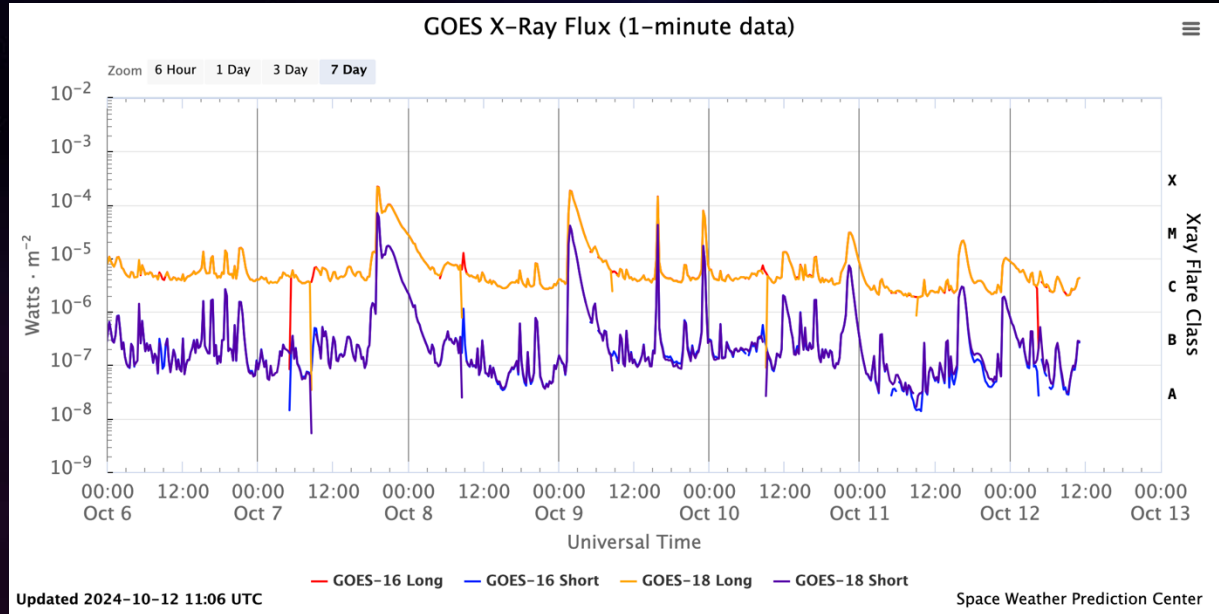


Zonnevlam

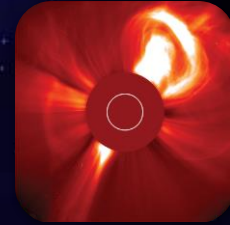
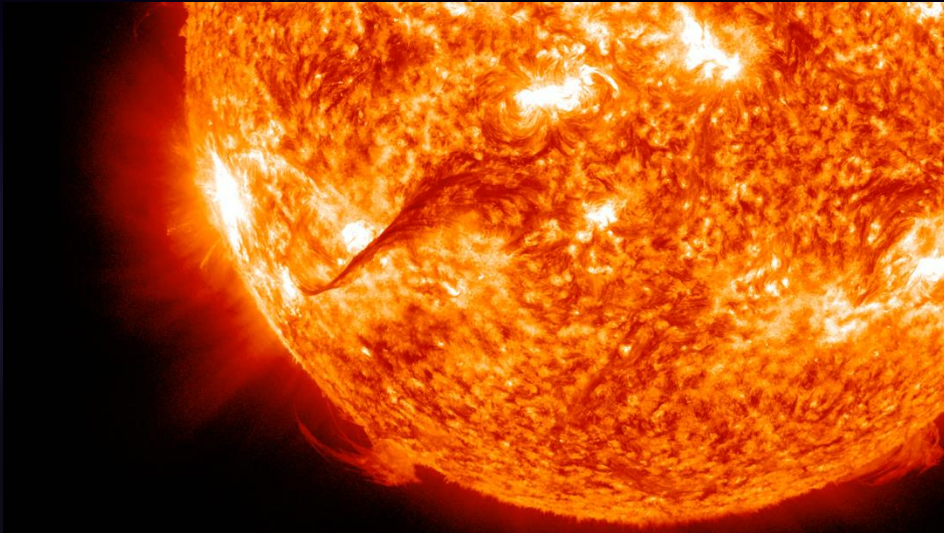


Zonnevlam

- Licht: 8 minuten tot aarde



Zonnestorm



Zonnestorm

- 200-3000 km/s: reistijd 1-5 dagen
- Zonnemaximum: gemiddeld 5 per dag
- Zonne-energetische deeltjes als eerste fase

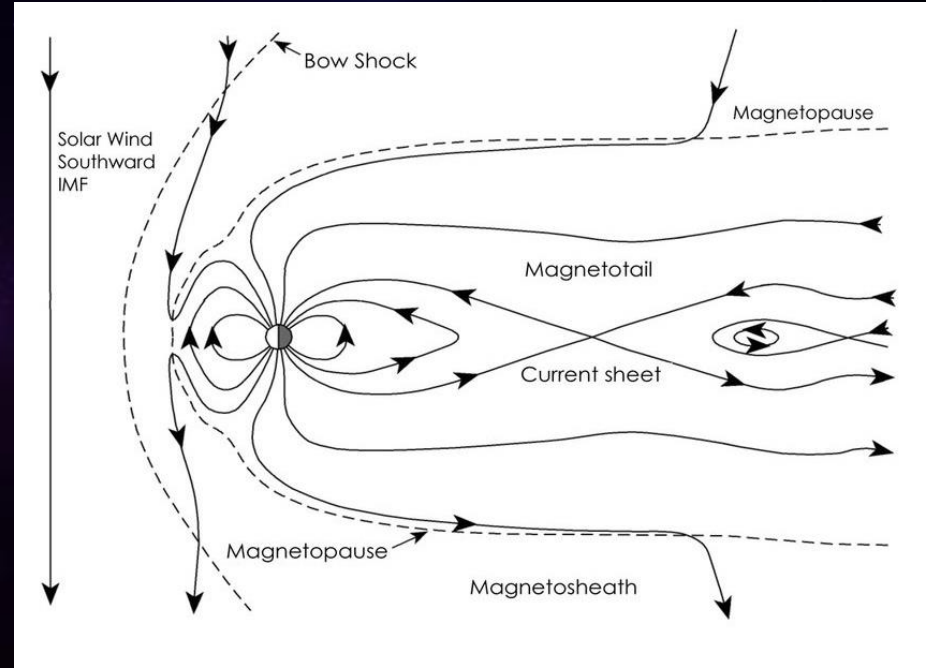
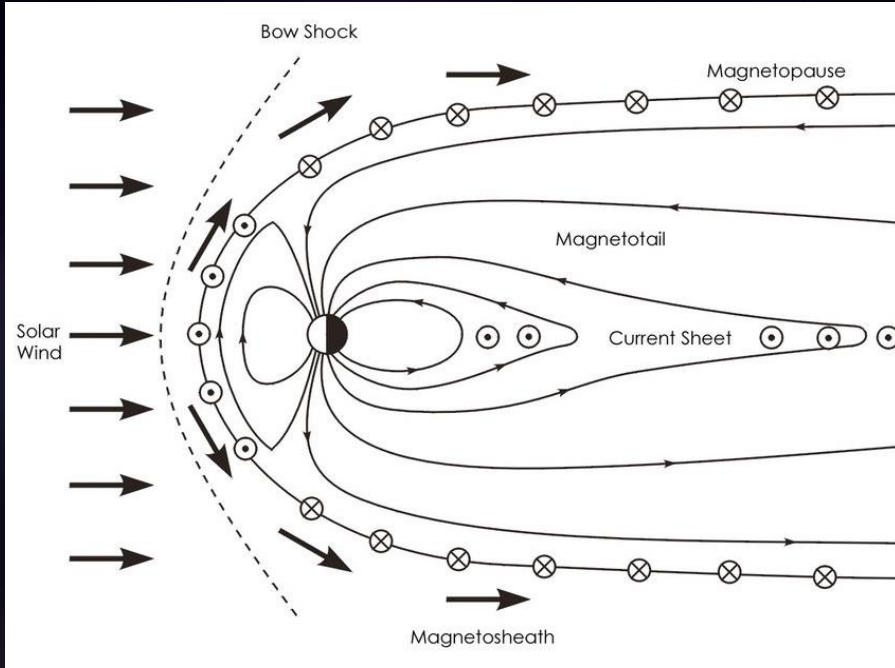


Zonnestorm

Magneetveld



Zonnestorm versus magneetveld aarde

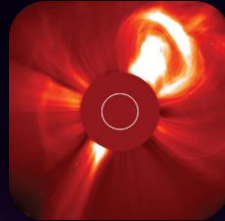


Fenomeen VS Effect



Zonnevlam

- Radio-blackouts op hoge radio-frequenties en gedeeltelijke blackout op lage radio-frequenties → Luchtvaart, leger, navigatie
- Enkel zonnkant van aarde
- Kan verschillende uren duren



Zonnestorm

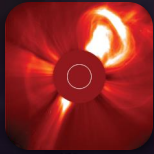
→ Zonne-radiatie storm

→ Geomagnetische storm

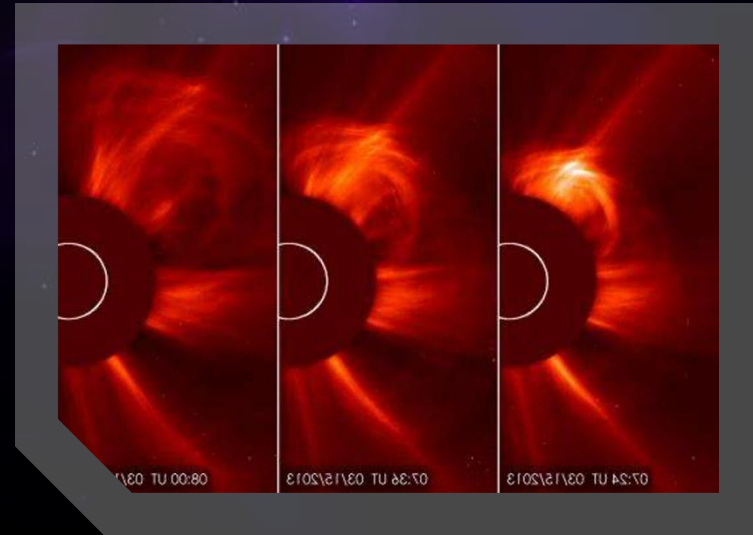
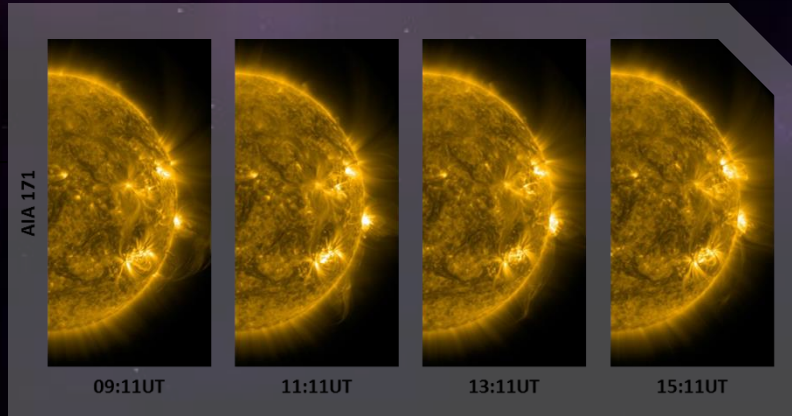
- Straling astronauten en piloten (polen!)
- Schade → Satellieten
- Weerstand → Lage baan satellieten
- Langere duur
- Extra stroom → pijpleidingen, treinsporen, electriciteitsnet
- Poollicht
- GLOBAAL!



Hoe een zonnestorm
voorspellen?



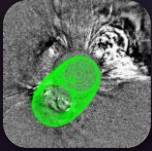
STAP 1: OBSERVATIE VAN DE UITBARSTING OP ZONNEOPPERVLAK EN IN CORONAGRAAF BEELDEN





A cosmic background featuring a large, glowing purple nebula in the upper right quadrant and a dark, spherical planet or moon in the upper center. The rest of the background is a deep black space filled with numerous small, white stars.

BESTUDEREN VAN UITBARSTING

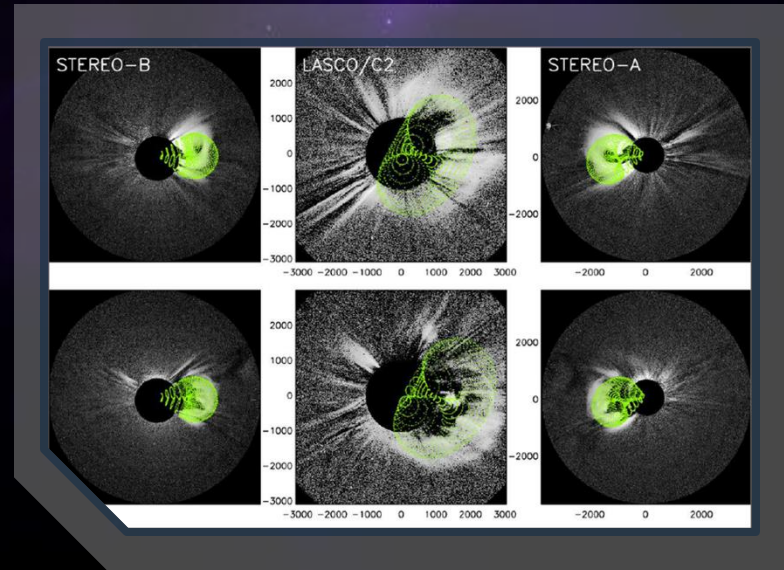


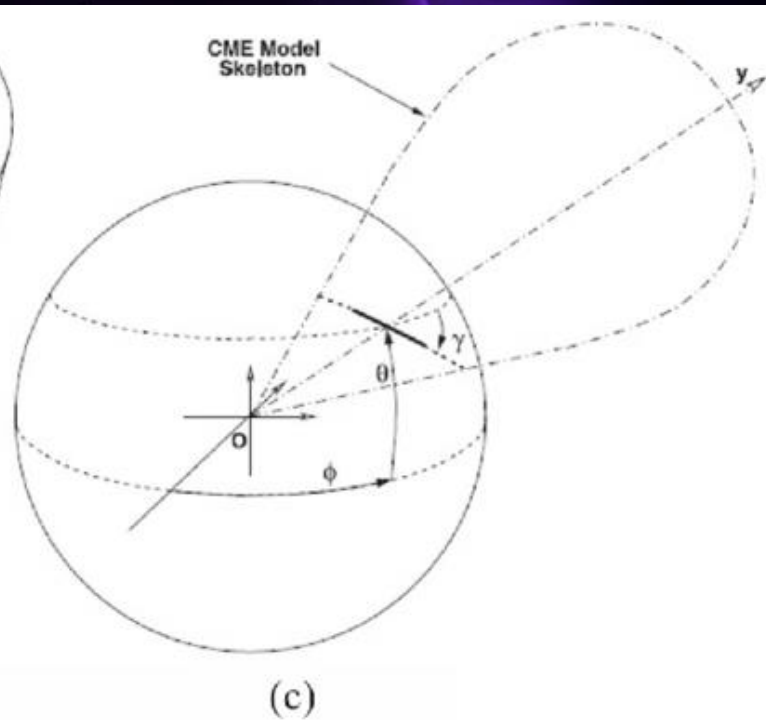
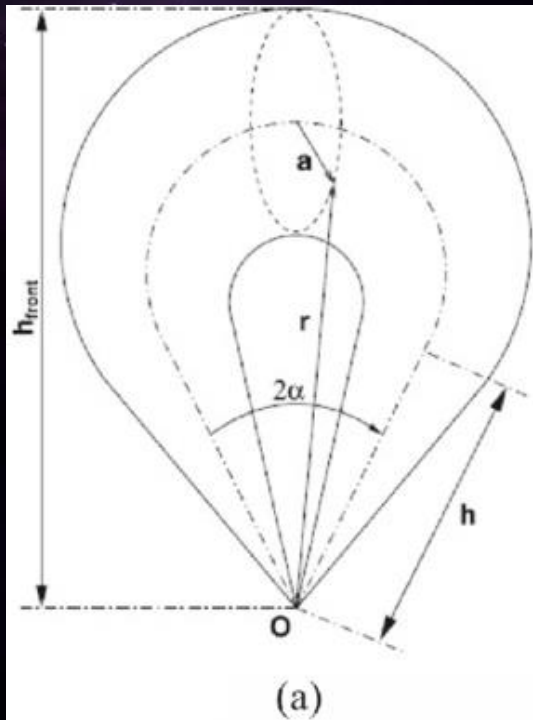
STAP 2: MENS-IN-DE-LUS BEPALING VAN DE KINEMATICA

OM DE MORFOLOGIE EN KINAMATICA
VAN DE GEOBSERVEERDE ZONNESTORM
TE VINDEN, PROBEREN WE EEN 3D
ZONNESTORM MODEL TE MATCHEN.

RESULTAAT:

- RICHTING
- GROOTTE
- SNELHEID





BEPALEN PARAMETERS:

Anaconda installeren

Anaconda prompt openen

```
pip3 install git+https://github.com/johan12345/gcs_python.git  
gcs_gui.exe "2024-10-09 03:15" SOHO STA -soho C3 -stereo COR2  
gcs_gui.exe "2024-10-09 03:45" SOHO STA -soho C3 -stereo COR2
```

Snelheid bepalen?

Twee metingen nodig

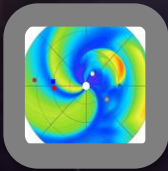
Snelheid = Verschil in afstand / verschil in tijd

Afstand in zonneradius: $1R_s = 695\,500\text{km}$

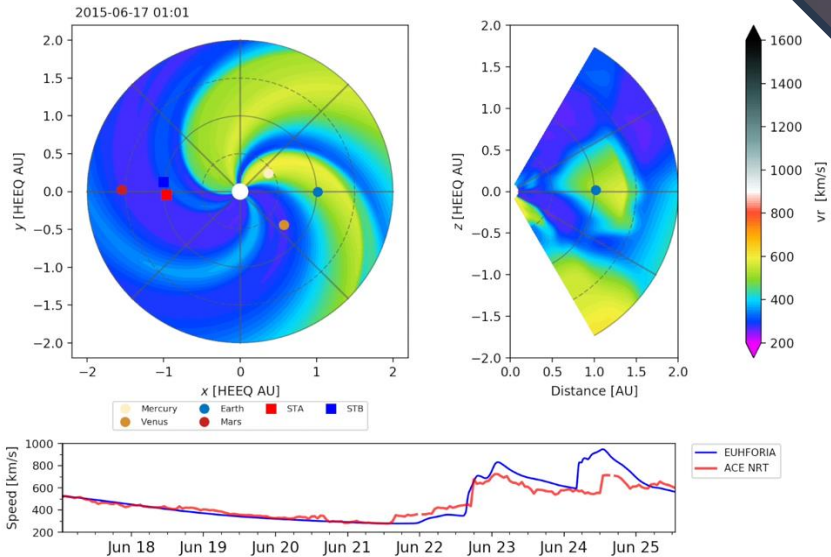
Verschil in tijd hier: ongeveer 30 minuten

→ Snelheid is $(\text{verschil } R_s) * 695500 / 1800$

→ In km/s



STAP 3: DRAAI EEN ZONNESTORM VOORTPLANTINGSMODEL

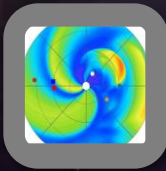


VERSCHILLENDE MODELLEN
BESCHIKBAAR

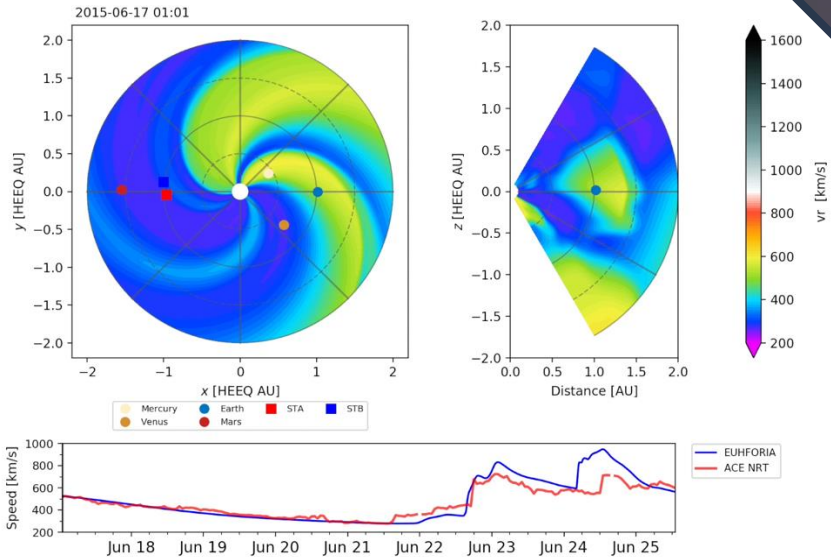
HIER: EUHFORIA MODEL

NODIG:

- ZONNEWIND CONDITIES
- CME PARAMETERS
(FROM STEP 2)




STAP 3: DRAAI EEN ZONNESTORM VOORTPLANTINGSMODEL



NODIG:

- ZONNEWIND CONDITIES
- ZONNESTORM PARAMETERS
(VAN STAP 2)

OPERATIONEEL BIJ KONINKLIJKE
STERRENWACHT VAN BELGIE
EN IN ESA SSA PORTAL

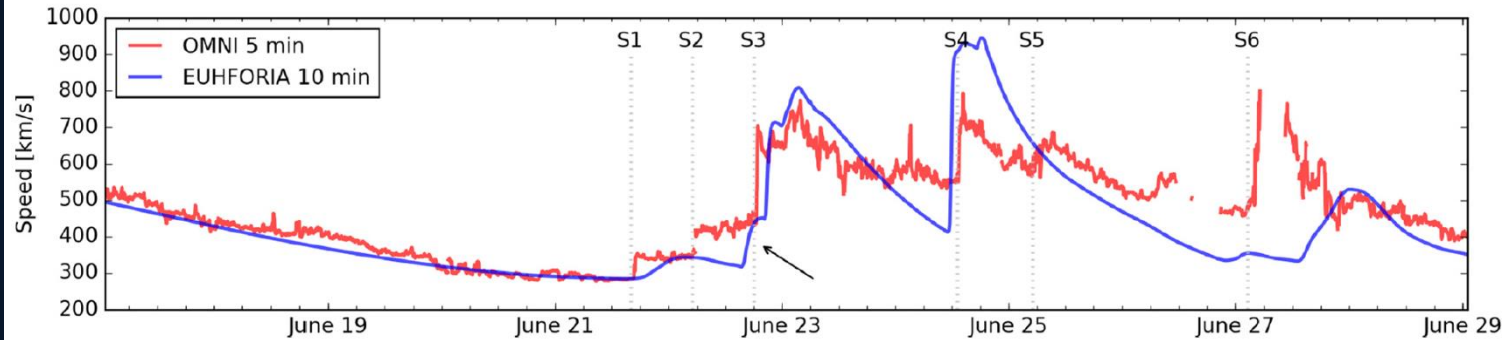
The background is a dark, deep purple space scene. In the upper center, a large, glowing purple planet or moon is partially visible, its surface showing some texture. The sky is filled with numerous small, white stars of varying brightness, creating a starry field. The overall color palette is dominated by dark purples, blues, and blacks, with the white text providing a sharp contrast.

MODEL DRAAIEN:
spaceweather.hpc.
kuleuven.be



STAP 4: AANKOMST ZONNESTORM?

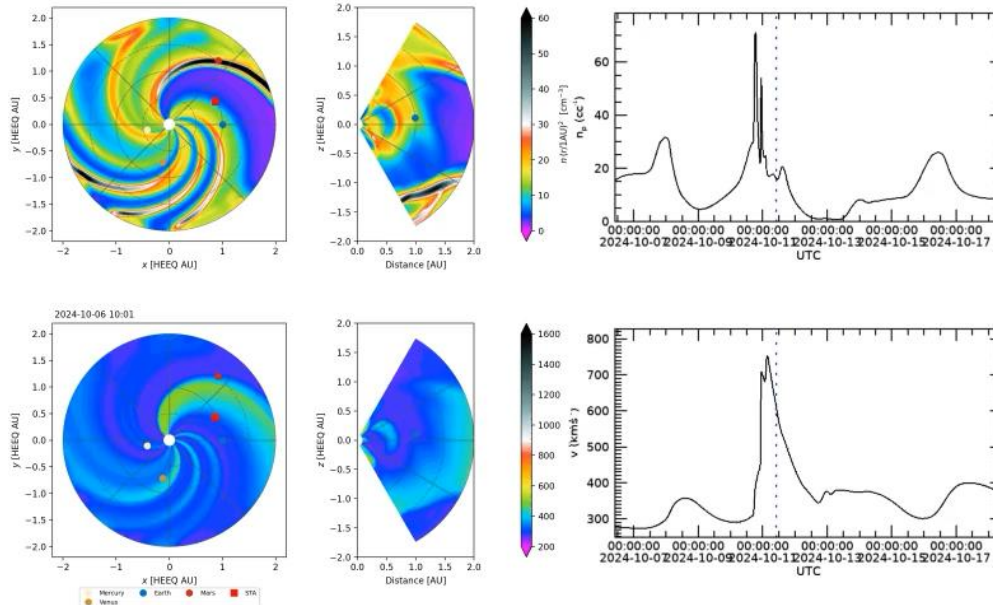
- TIJDSLINIEN VAN AARDE/ANDERE PLANETEN/...
- AANKOMST ZONNESTORM OP BASIS VAN DE SCHOK





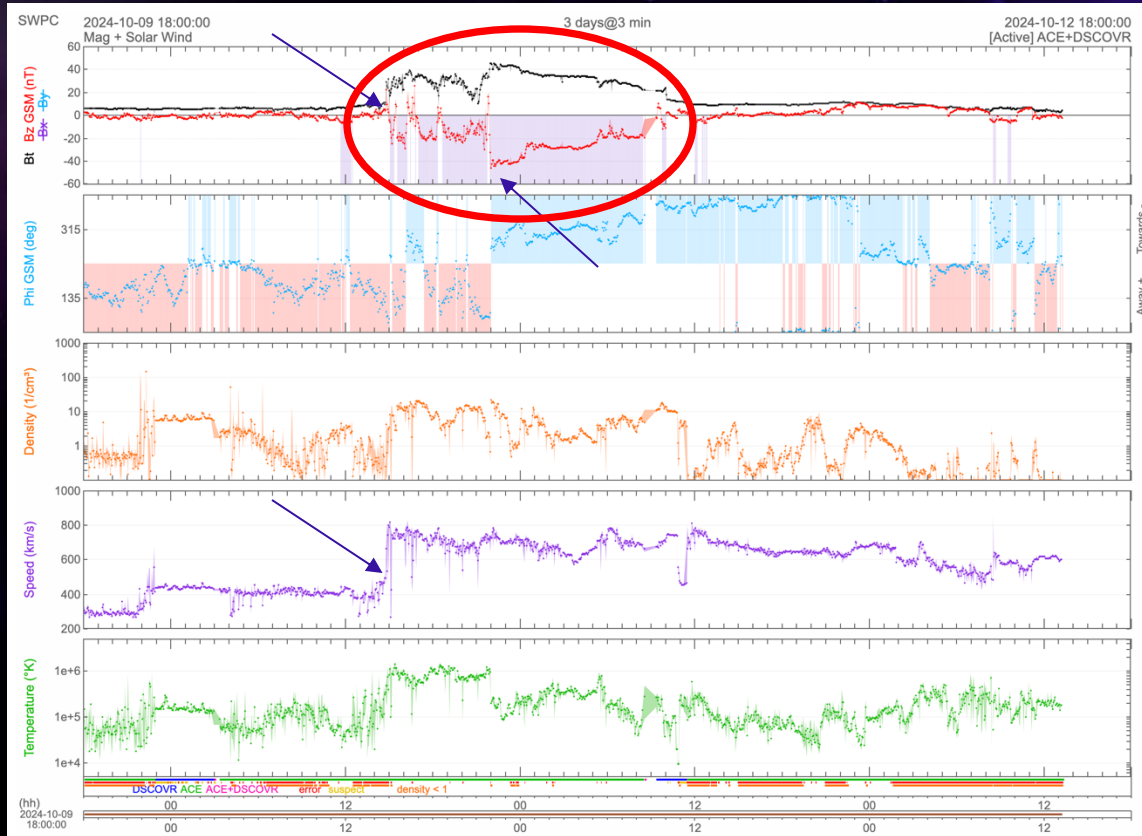
STAP 4: AANKOMST ZONNESTORM?

EUHFORIA (Earth) - 2024-10-06T10:01:44





STAP 4: AANKOMST ZONNESTORM?



Noorderlicht in België

Foto: Els Delombaerde (Sint-Martens-Latem)



Foto: Michiel Bonte (Kortrijk)





Wie deed de beste voorspelling?

https://drive.google.com/drive/folders/1zblvAX2YsIFXhN3326Bal562IRheREbP?usp=share_link

The background is a deep space scene. It features a large, dark purple planet with a thin blue ring of light around its equator, positioned in the upper right quadrant. The rest of the background is a dark, starry field with a subtle purple and blue nebula-like glow. The text 'Vragen?' is centered in the lower half of the image.

Vragen?