

DE ZON

Robert J. Rutten

<http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101>

Veel clickers starten een film – maar alleen in mijn laptop. De film komt van de vermelde website.

inleiding

SOHO overzichtsfilm

getallen

inwendige

kernfusie in de zonnecore

energietransport door de zon

geluidspatroon in de zon

geluidspaden in de zon

MDI film Dopplerverschuiving

ontrafeling zonnevlek

oppervlak

Munch: schoonheid in onscherpte

SST film zoom-in op oppervlak

DOT: schoonheid in scherpte

Dutch Open Telescope

DOT film zonnevlek op twee hoogtes

DOT film zonnevlek op vier manieren

MDI film zonnemagnetisme

zonnevlekkencyclus

uitwendige

TRACE film zonnevlam in EUV

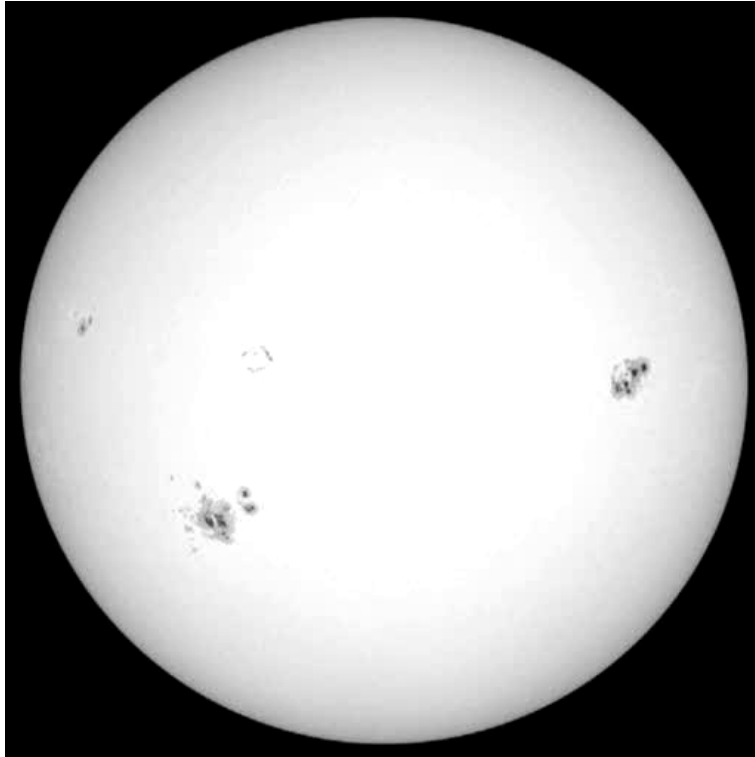
LASCO film coronale materie-uitstotingen

ruimteweer

zonsactiviteit versus aardklimaat

OVERZICHTSFILM

<http://sohowww.nascom.nasa.gov>

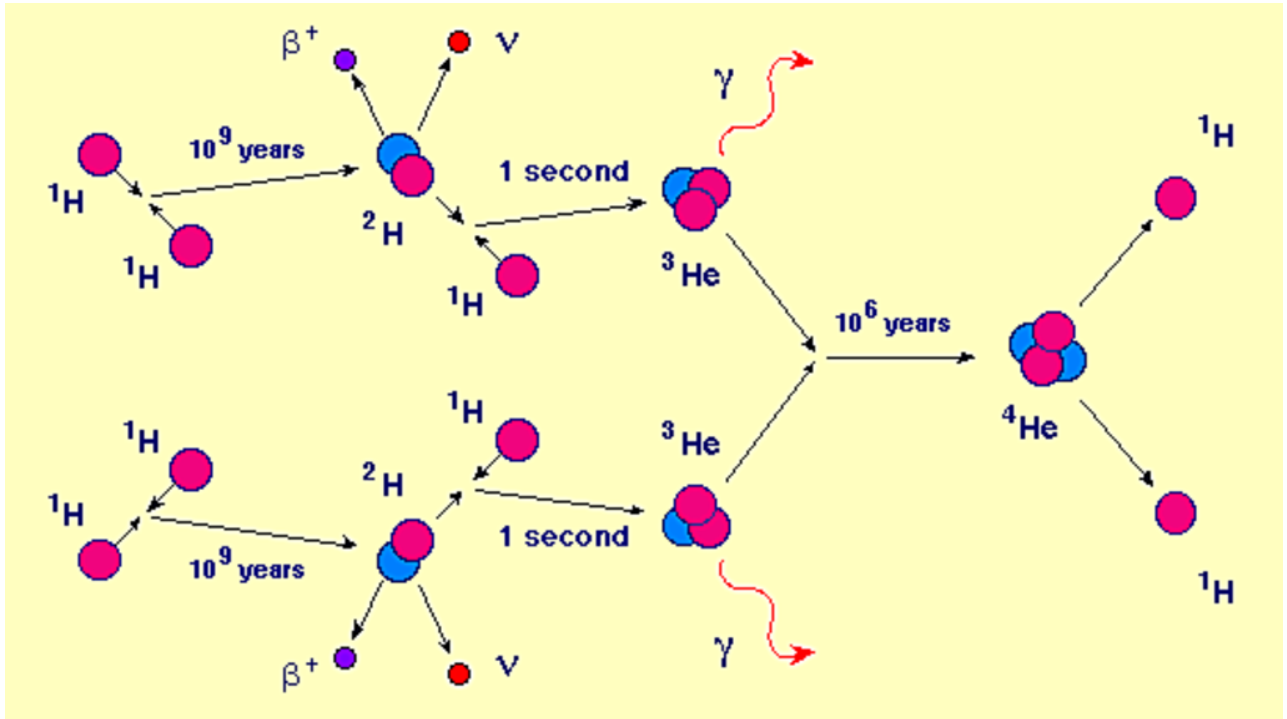


ZONSFETEN

diameter: $1,4 \times 10^6$ km	109 x aarde
afstand: 150×10^6 km	AE = 499,004782 s
perihelium januari, aphelium juli	's winters dichtstbij
schijnbare diameter: $1920'' = 32'$; $1'' = 710-734$ km	granule = Frankrijk
massa: 2×10^{30} kg	333 000 x aarde
samenstelling: H, He, rest = vleugje	Li opgesoupeerd
temperatuur: oppervlak 6000 K, centrum 15×10^6 K,	corona 2×10^6 K
oppervlak zwaartekracht: $2,74 \times 10^4$ cm/s ²	aarde: 981 cm/s ²
dichtheid: 3×10^{-7} g/cm ³	aarde: 1 g/cm ³
kolommassa: 2 g/cm ²	aarde: 1033 g/cm ²
ontsnappingsnelheid: 618 km/s	aarde: 11,2 km/s
gemiddelde gasdichtheid: 1,4 g/cm ³	aarde: 5,5 g/cm ³
dichtheid in centrum: 160 g/cm ³ = 160000 kg/m ³	aarde: 13 g/cm ³
lichtkracht: 4×10^{33} erg/s = 4×10^{26} Watt	$1,3 \times 10^9$ x aarde
instraling: 1,4 kW/m ² +/- 0,2-0,3%	aarde albedo: 0,3
draaiing: snelheid equator 2 km/s	aarde: 0,5 km/s
siderische periode: 25,4 dag	op 17 gr breedte
ashelling met ecliptica: 7 gr 15'	aarde 23 gr 27'
wind: langzame 450 km/s, snelle 800 km/s, 10^9 kg/s = $1,6^{-14}$ M _{zon} /jr	Prox. Cen: 3×10^5 verder
als ster: magnitude M = 4,74, m = -26,7	dwergsterretje
log g = 4,44	spectraaltipe G2 V "koel"
effectieve temperatuur = 5778 K	metaalarme sterren: 10^{-3}
metaalrijkheid relatief groot	aarde: $4,55 \times 10^9$ yr
ouderdom = 5×10^9 yr	gelukkig maar?
tamelijke geringe activiteit	

PROTON-PROTON REACTIEKETEN

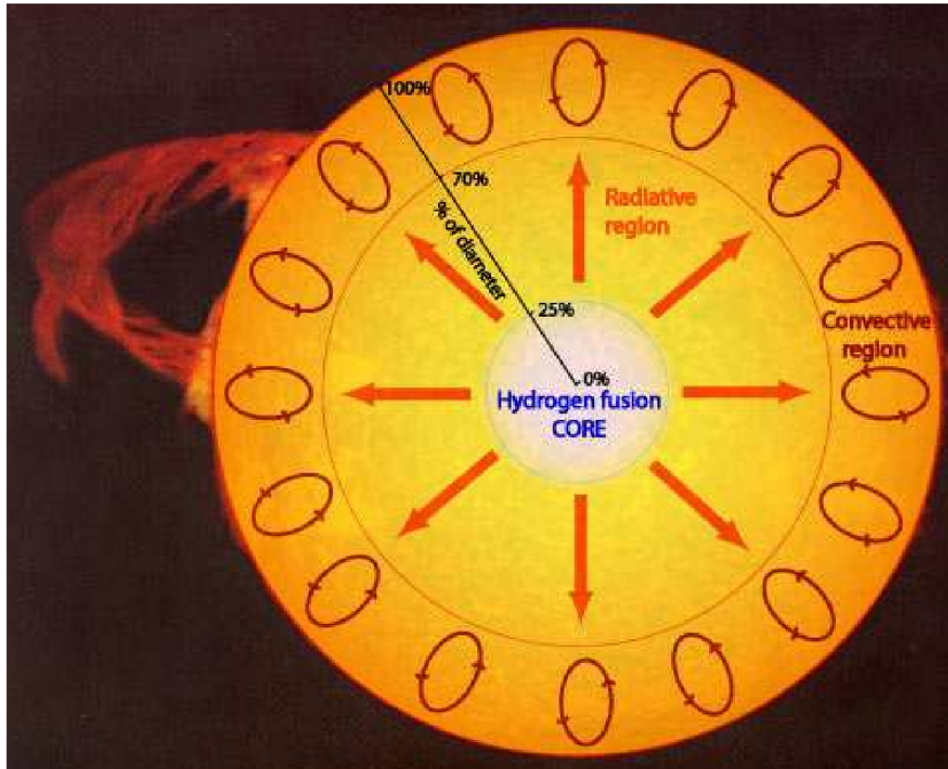
http://en.wikipedia.org/wiki/Proton-proton_chain_reaction



+ positron-electron annihilatie: $\beta^+ + \beta^- \Rightarrow 2\gamma$

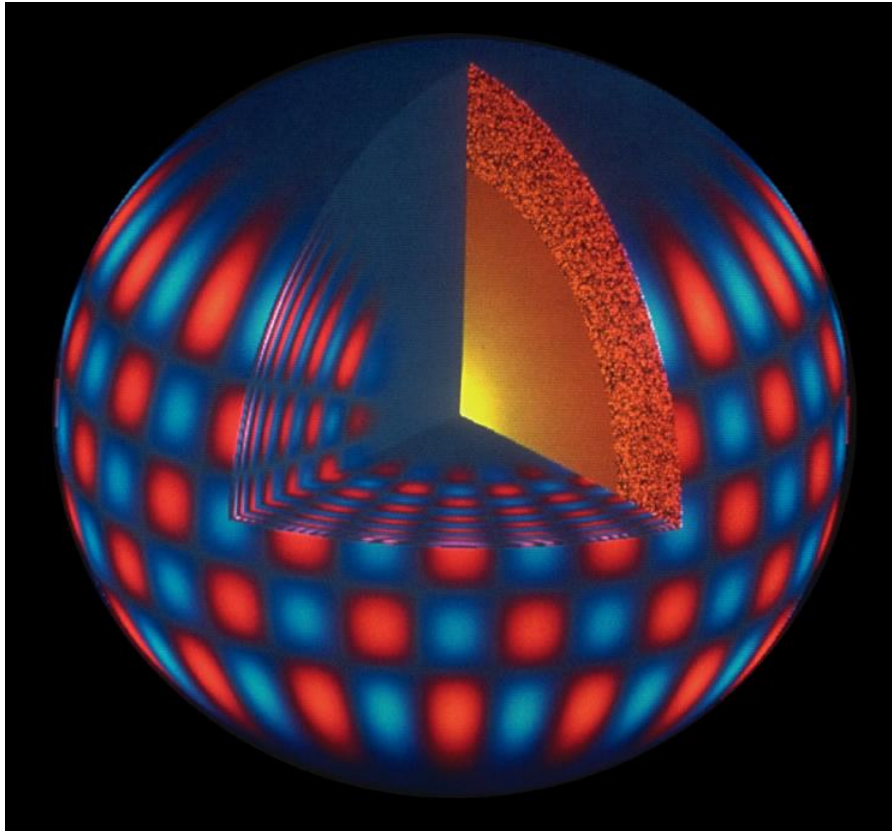
netto: 4 protonen (${}^1_1\text{H}$) + 2 electronen (β^-) \Rightarrow 1 alpha-deeltje (${}^4_2\text{He}$) + neutrino's (ν) + gammastraling (γ)

ENERGIETRANSPORT DOOR DE ZON

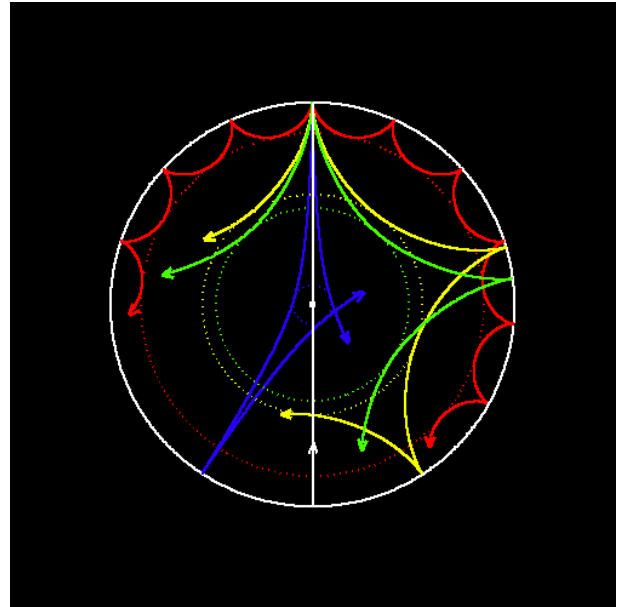
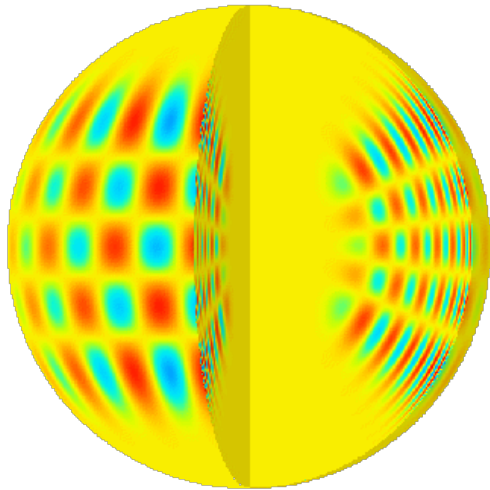


ZONNEZANG: GELUIDSPATROON IN DE ZON

[p://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/rjr-publications/1989vakidoot-zonzingt.](http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/rjr-publications/1989vakidoot-zonzingt)



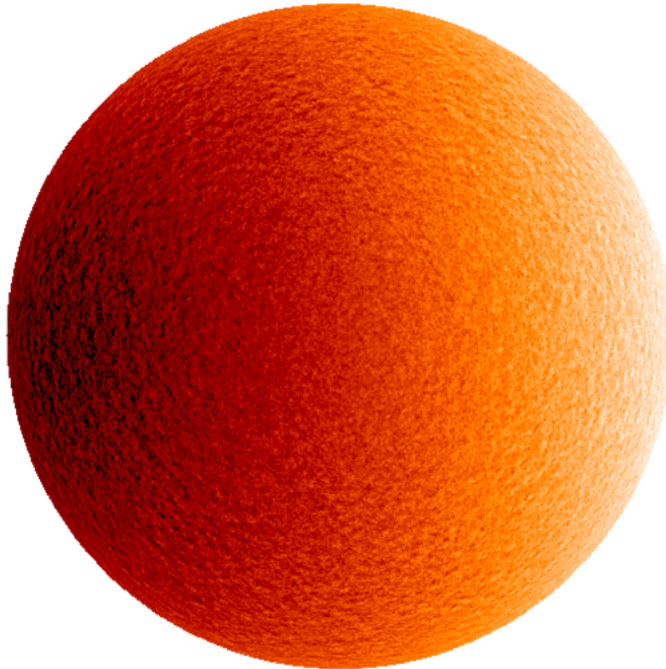
ZONNEZANG: GELUIDSPADEN IN DE ZON



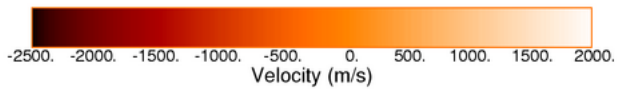
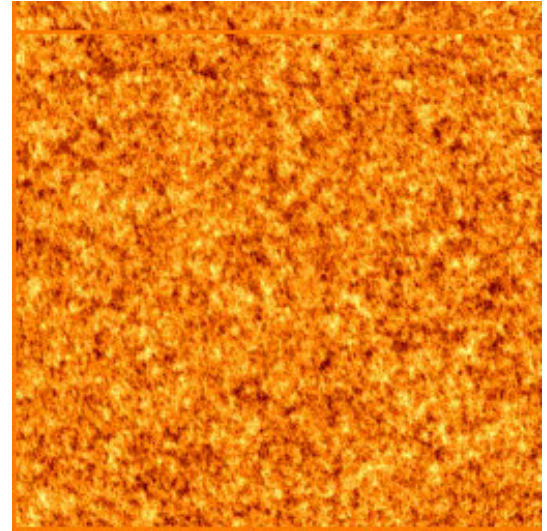
DOPPLERVERSCHUIVING ZONSOPPERVLAK

<http://sohowww.nascom.nasa.gov>

rotatie en supergranulatie

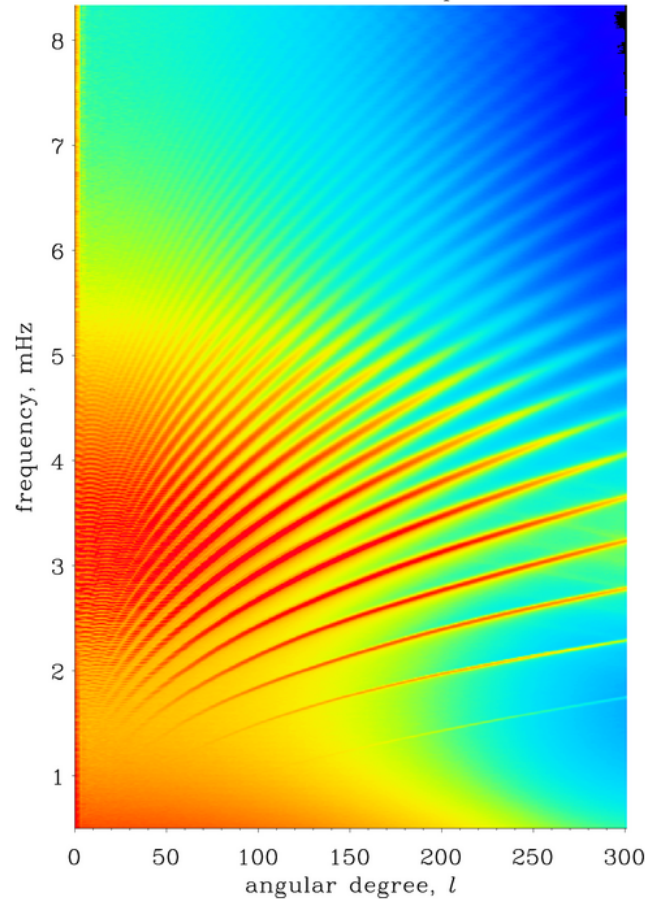
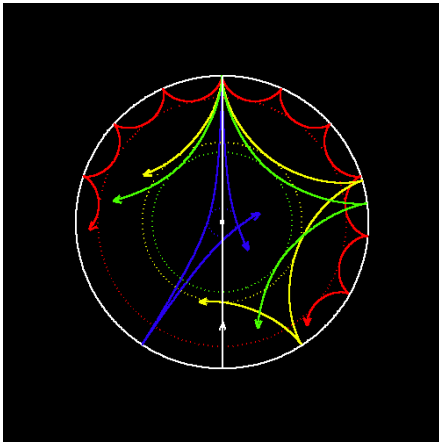
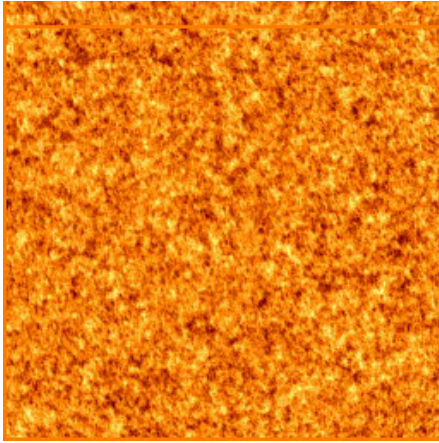


film vijf-minuten oscillatie



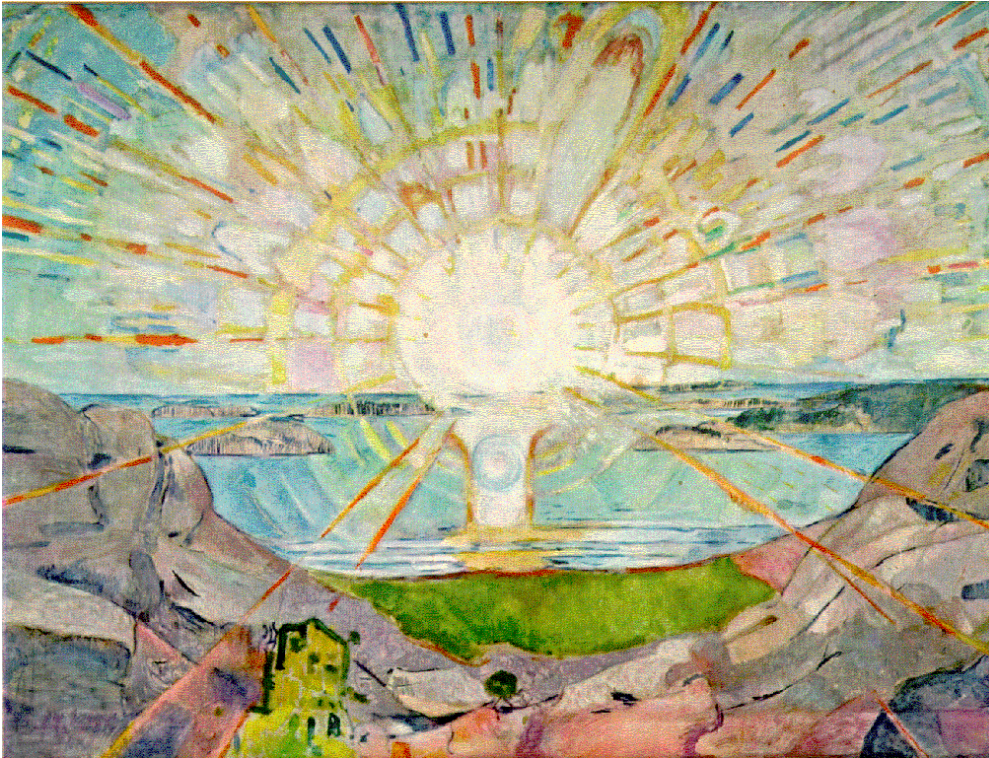
ONTRAFELING TRILLINGSPATROON = ZONNEZANG

<http://sohowww.nascom.nasa.gov>



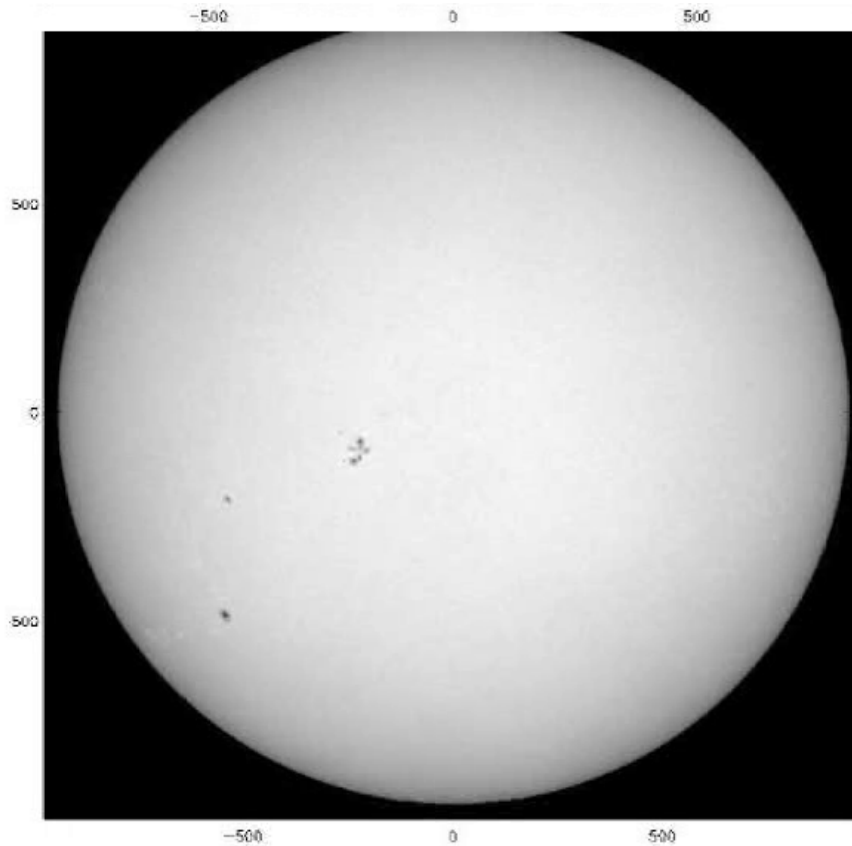
Edvard Munch (1863–1944)

*“The camera cannot compete with the brush and the palette
so long as it cannot be used in heaven or hell”*



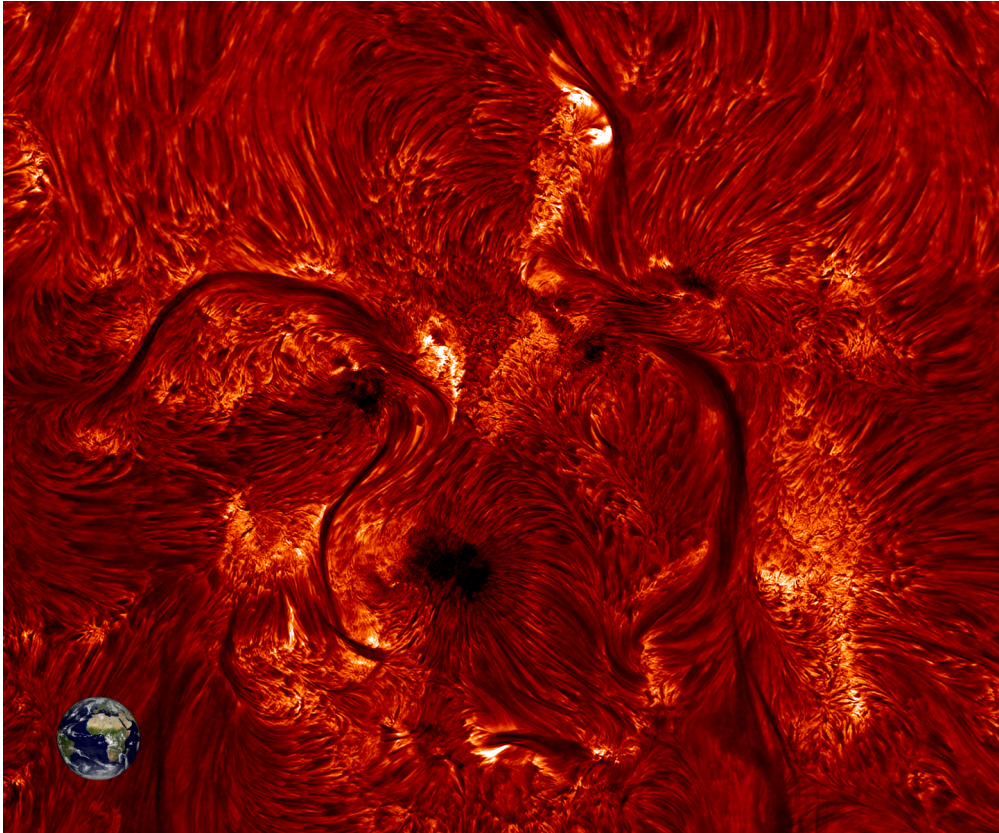
ZOOM IN OP HET ZONSOPPERVLAK

<http://folk.uio.no/matsc/zoom/index.html>



Telescoopverbetering van Galileo tot heden

SCHOONHEID IN SCHERPTE

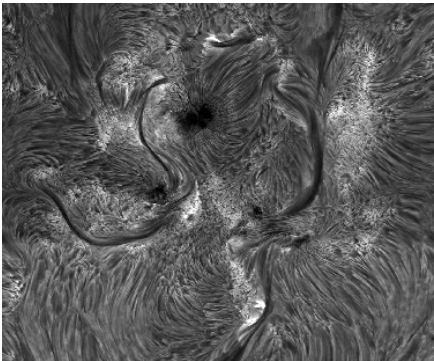


Dutch Open Telescope opname van de zon genomen in de H α lijn van waterstof. De foto van de aarde geeft de schaal. Talloze “fibrillen” tekenen de complexe structuur van de magnetische velden in de zonsatmosfeer uit.

<http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/dot>

DUTCH OPEN TELESCOPE

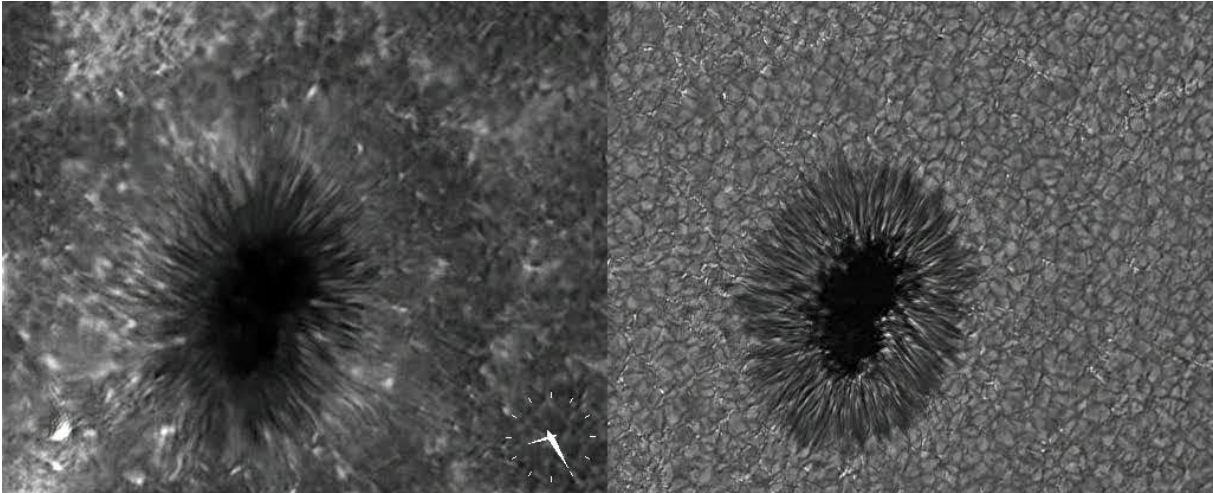
<http://www.staff.science.uu.nl/~ruttel01/dot>



- *Nederlandse telescoop van wereldklasse*
 - ontwerp en constructie: Ir. Rob Hammerschlag
 - werkplaatsen universiteiten Utrecht en Delft
 - “first light” eind 1997
- *superbe scherpte*
 - winderige oceaanolokatie zonder straalstromen
 - geheel open, stijve constructie
 - beeldreconstructie door spikkelinterferometrie
- *superbe filmproducer*
 - groot beeldveld
 - lange tijdsduur
 - verschillende bemonsteringshoogtes

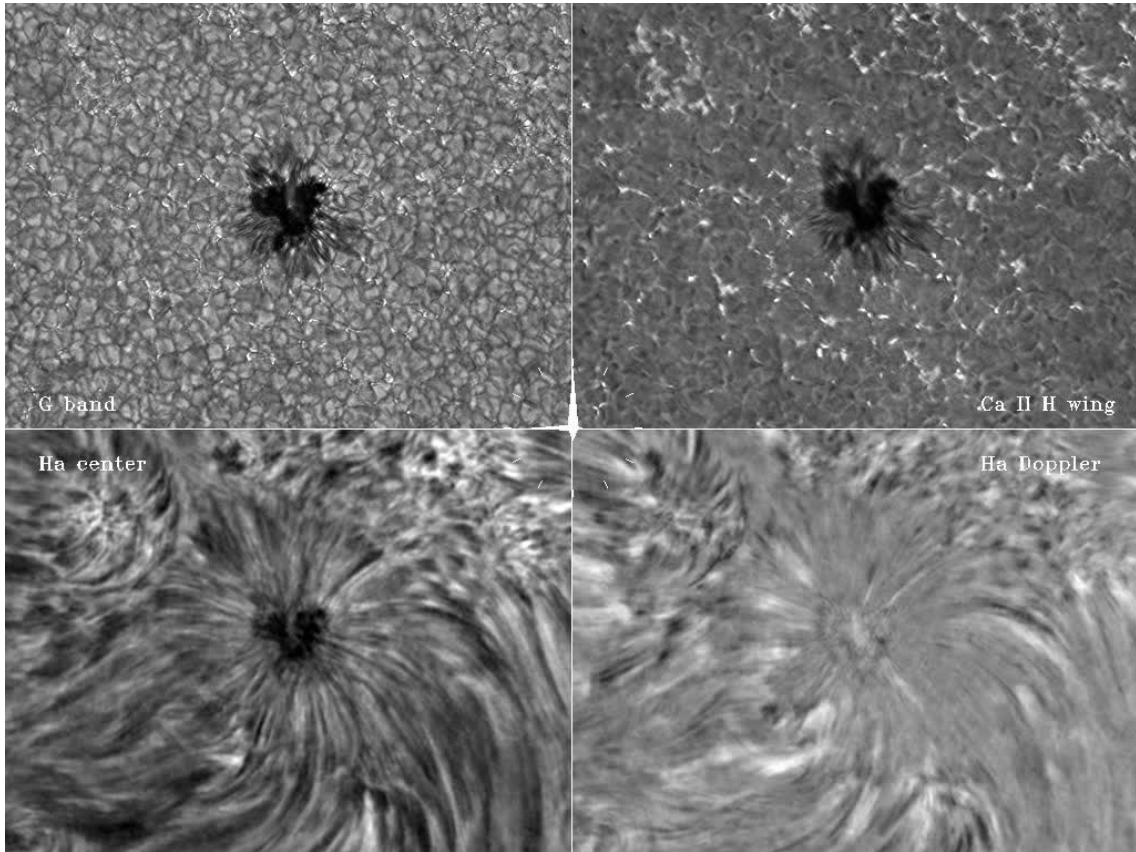
ZONNEVLEK OP TWEE HOOGTES

http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/dot/DOT_movies.html



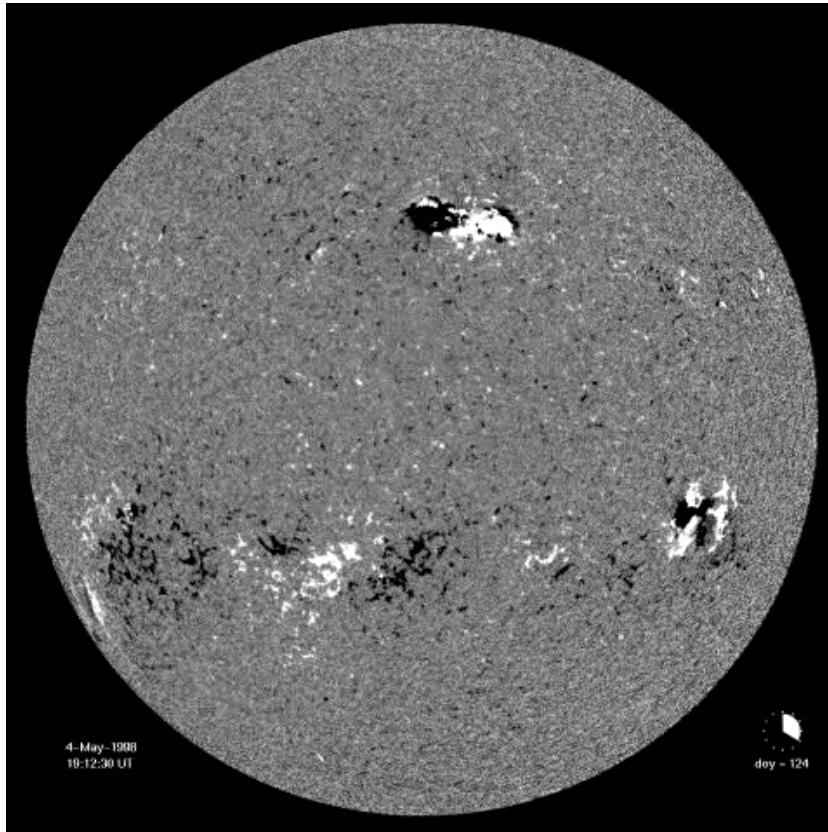
ZONNEVLEK OP VIER MANIEREN

http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/dot/DOT_movies.html
2005-07-13-AR10789-gb-caw-hac-had.mpg



ZONNEMAGNETISME

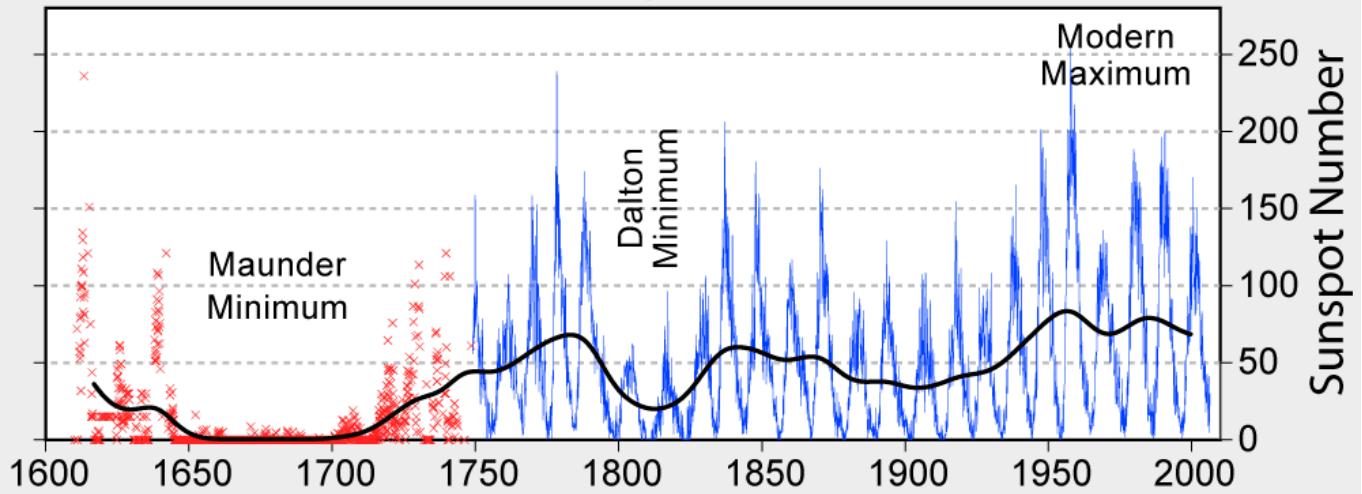
<http://sohowww.nascom.nasa.gov>



ZONNEVLEKKENCYCLUS

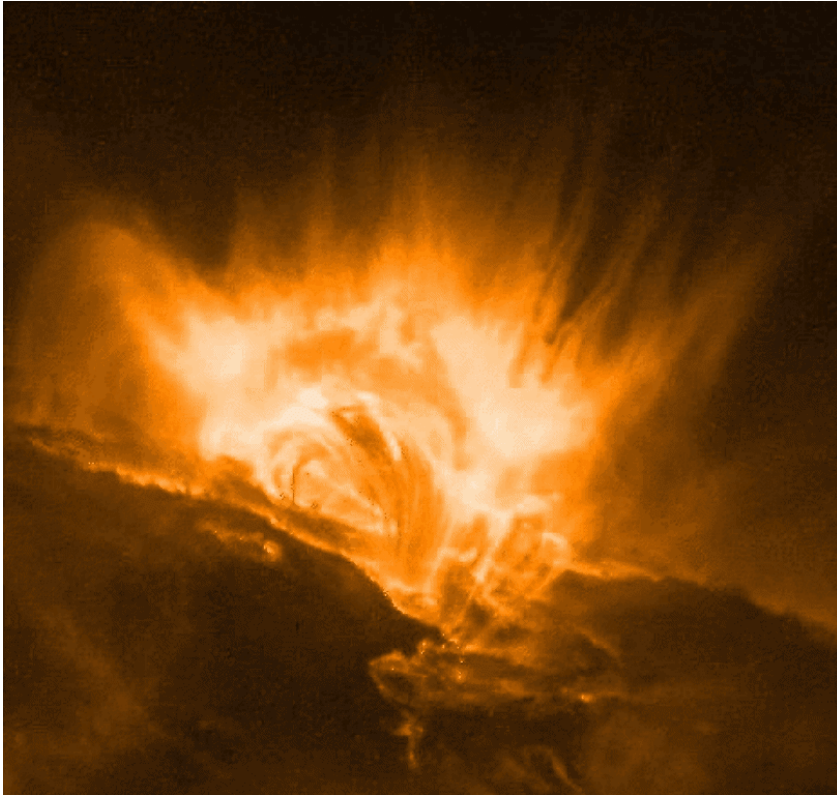
<http://solarscience.msfc.nasa.gov>

400 Years of Sunspot Observations



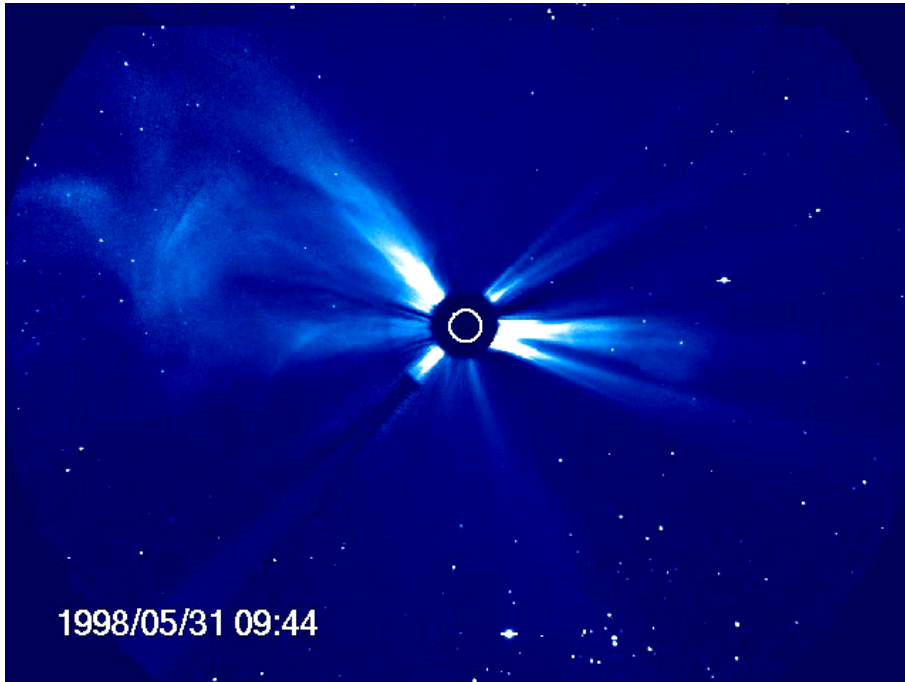
ZONNEVLAM IN ULTRAVIOLETTE STRALING

<http://trace.lmsal.com/>



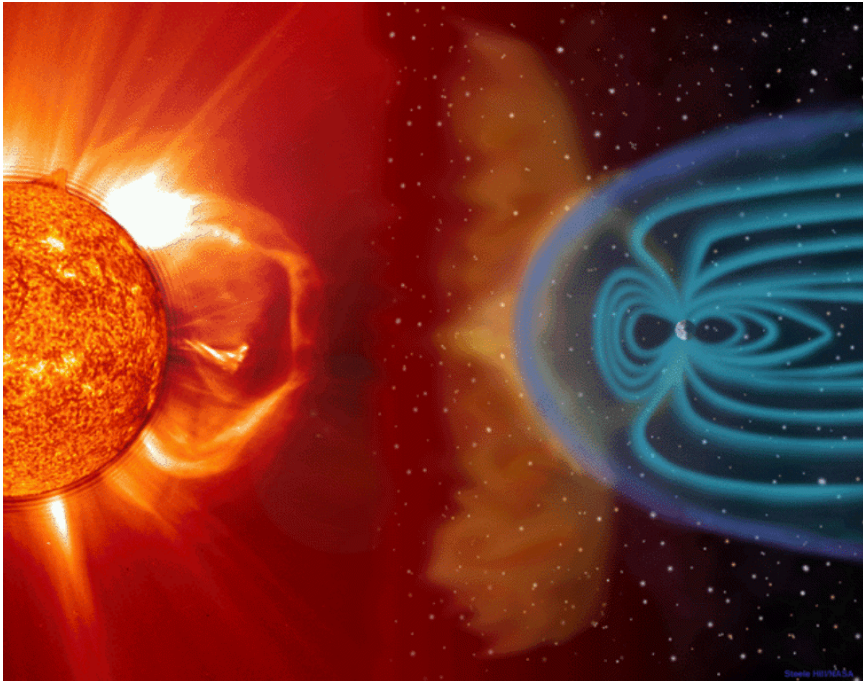
CORONALE MATERIE-UITSTOTINGEN

<http://sohowww.nascom.nasa.gov>



ZON EN AARDE: RUIMTEWEER

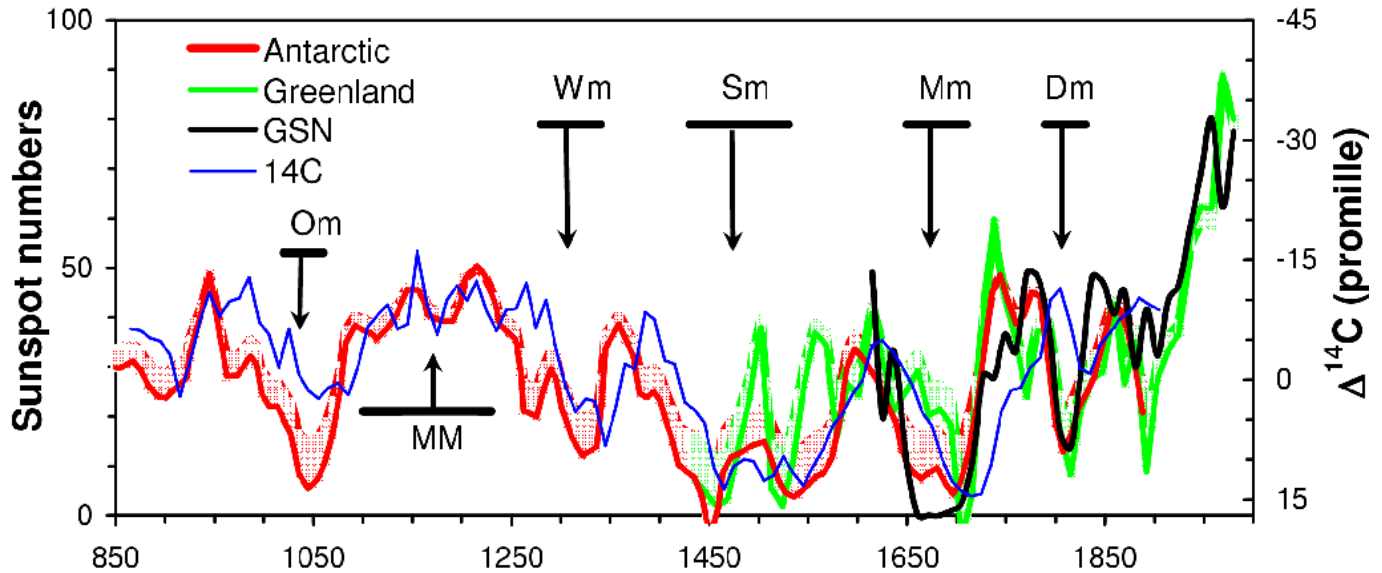
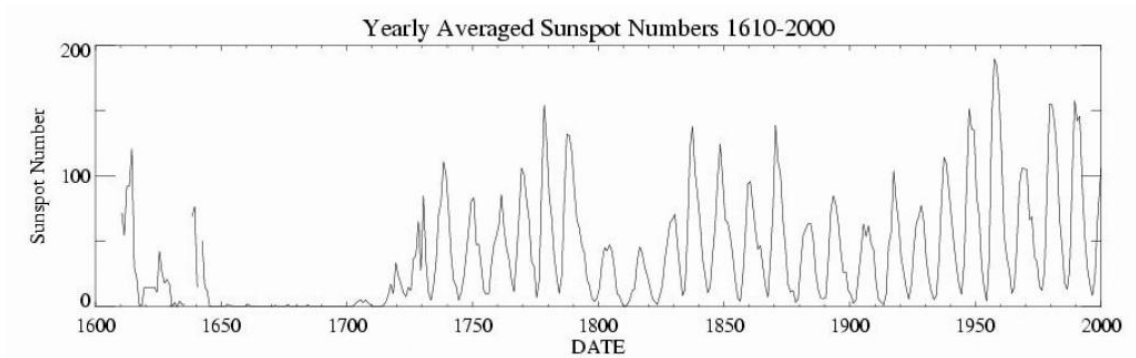
<http://www.spaceweather.com>



- poollicht
- satellieten
- astronauten
- hoogspanningsleidingen
- oliepijpleidingen
- mensen naar Mars?

One of the largest such events ever recorded arrived at Earth in August 1972 right between NASA's Apollo 16 and 17 manned missions. Simulations of the radiation levels an astronaut inside a spacecraft would have experienced during this event found that the astronaut would have absorbed lethal doses of radiation within just 10 hours. It was simply good luck that this happened between the missions.

VLEKKEN VERSUS KLIMAAT



DE ZON
Robert J. Rutten
<http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101>
Vier clickers starten een film – maar alleen in mijn laptop. De film Ajont van de vermaakte website.

inhouding	SOHO overzichtsfilm	getallen	energetransport door de zon
levenswijze	kerntuife in de zonnemantel	geluidspaden in de zon	MDI film Dopplerverschuiving
oppervlak	Munich schoonheid in onscherpheid	SST film zoom-in op oppervlak	Dutch Open Telescope
	DOT film zonnenvlek op twee hoogtes	DOT film zonnenvlek op vier maten	MDI film zonnengroefretractie
uitvoering	TRACE film zonnemantel in EUV	LASCO film coronale materie-uitstorting	zonnenvlekencyclus
	ruimtesat		

1

OVERZICHTSFILM
<http://sohoweb.nascom.nasa.gov>



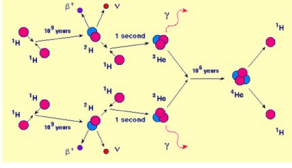
2

ZONSFEIFTEN

diameter: 1,4x10 ⁶ km	159 x aarde
afstand: 150x10 ⁶ km	AE = 499,004782 x
perihelium Januari, aphelium Juli	* 7x vadersre dichtheid
schijnbare diameter: 1920" = 32', 1" = 710-734 km	gemiddelde = Frankrijk
massa: 2x10 ³⁰ kg	335 000 x aarde
waterstofhelium H, He, rest = vloeigaz	li oppervlakte
temperatuur oppervlak 6000 K, centrum 15x10 ⁷ K	oppervlakte 6x10 ²⁶ m ²
oppervlak zwartstraling: 2,7x10 ²⁴ W/m ²	oppervlakte 6x10 ²⁶ m ²
dichtheid: 1400 kg/m ³	aarde: 1 g/cm ³
kolommassa: 2 g/cm ²	aarde: 1033 g/cm ²
ontsnappings snelheid: 618 km/s	aarde: 11,2 km/s
gemiddelde gasdichtheid: 1,4 g/cm ³	aarde: 1,5 g/cm ³
dichtheid in centrum 140 g/cm ³ = 140000 kg/m ³	aarde: 13 g/cm ³
lichtkracht: 4x10 ³³ erg/s = 4x10 ²⁶ Watt	aarde: 1,5x10 ¹⁹ x aarde
instelling: 1,4 km/sd v, 0,2-0,78	aarde: 0,3 aarde
draaiing omhoog en omlaag 2 maal	aarde: 0,5 maal
siderische periode: 25,4 dag	op 17 gr breedte
schijfing met ecliptica: 7,25°	aarde: 23 grad 27'
wind: lampen 430 km/s, molle 800 km/s, 10 ⁹ kg/s = 1,4 * 10 ¹⁴ M _{atom} /s	Proca, Oona: 2x10 ⁹ vector
als ster: magnitude M = 4,76, m = -26,7	duurstersterke
log g = 4,41	opentactische 62 V "hoel"
effectieve temperatuur = 5778 K	metalline sterven 10 ⁻³
metallischheid relatief groot	aarde: 4,5x10 ¹⁹ gr
oudere = 3x10 ⁹ gr	gelukkig maar?

3

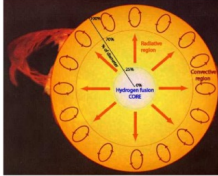
PROTON-PROTON REACTIETIJDEN
http://en.wikipedia.org/wiki/Proton-proton_chain_reaction



= positron-electron annihilatie: $\beta^+ + \beta^- \Rightarrow 2\gamma$
netto: 4 protonen (${}^1_1\text{H}$) + 2 elektronen (β^-) \Rightarrow 1 alpha-deeltje (${}^4_2\text{He}$) + neutrino's (ν) + gammastraling (γ)

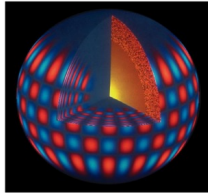
4

ENERGIETRANSPORT DOOR DE ZON



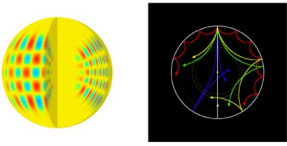
5

ZONNEZANG: GELUIDSPATROON IN DE ZON
<http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/rjz-publications/1989skidiot-soning>



6

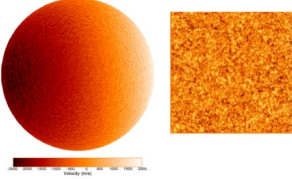
ZONNEZANG: GELUIDSPADEN IN DE ZON



7

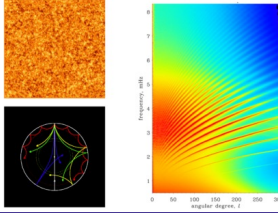
DOPLERSCHUIVING ZONNERVERVLAK
<http://sohoweb.nascom.nasa.gov>

rotatie en supergranulatie film vijf-minuten oscillatie




8

ONTAFRELING TRILLINGSPATROON = ZONNEZANG
<http://sohoweb.nascom.nasa.gov>



9

Edvard Munch (1863-1944)
"The camera cannot compete with the brush and the palette so long as it cannot be used in heaven or hell"



10

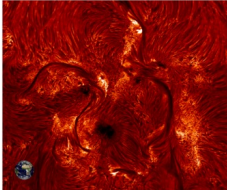
ZOOM IN OP HET ZONNERVERVLAK
<http://fol3.sio.no/matscf/zoom/index.html>



Telescoopverbetering van Galileo tot heden

11

SCHOONHEID IN SCHERPTE



Dutch Open Telescope opname van de zon genomen in de Alpha lijn van waterstof. De blo van de aarde past de actual. "Silhoue 'Nobler' rekenen de complexe structuur van de magnetische veld in de zonnemantel uit.

<http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/doi>

12

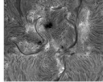
13

DUTCH OPEN TELESCOPE

<http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/dot>



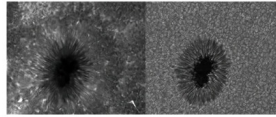
- Nederlandse telescoop van wereldklasse
 - ontwerp en constructie: H. Rob Hammerschlag
 - werkplaatsen universiteiten Utrecht en Delft
 - "first light" eind 1997
- superbe scherpte
 - eindige coaxiale kasse zonder straalstromen
 - geheel open, stijve constructie
 - beeldreconstructie door spikkelferometrie
- superbe filmproducer
 - groot beeldveld
 - lange lijdsduur
 - verschillende bemonsteringshoogtes



14

ZONNEVLEK OP TWEE HOOGTES

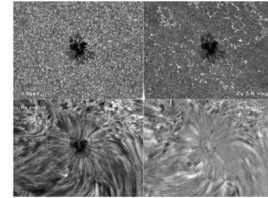
http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/dot/DOT_movies.html



15

ZONNEVLEK OP VIER MANIEREN

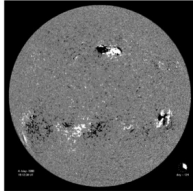
http://www.staff.science.uu.nl/~rutte101/dot/DOT_movies.html
2003-07-13-AR10789-gh-cae-hao-had.mpg



16

ZONNEMAGNETISME

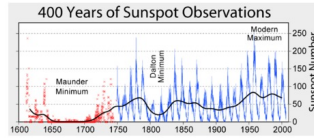
<http://sohowww.nascom.nasa.gov>



17

ZONNEVLEKENCYCLUS

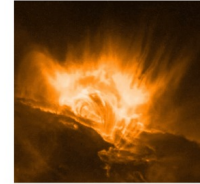
<http://solarscience.mafw.nasa.gov>



18

ZONNEVLAM IN ULTRAVIOLETTE STRALING

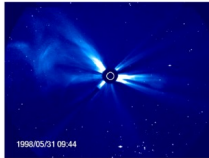
<http://TRACE.LMNI.com/>



19

CORONALE MATERIE-UITSTOTINGEN

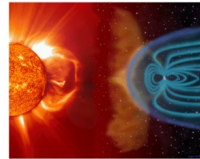
<http://www.spaceweather.com>



20

ZON EN AARDE: RUIMTEWEER

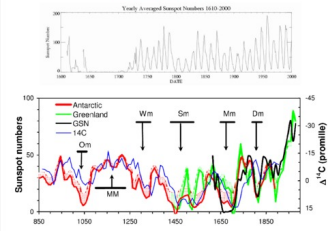
<http://www.spaceweather.com>



One of the largest such events ever recorded arrived at Earth in August 1972 right between NASA's Apollo 16 and 17 manned missions. Simulations of the radiation levels an astronaut inside a spacecraft would have experienced during this event found that the astronaut would have absorbed fatal doses of radiation within just 10 hours. It was simply good luck that this happened between the missions.

21

VLEKKEN VERSUS KLIMAAT



22

