

Extremes Weltraumwetter

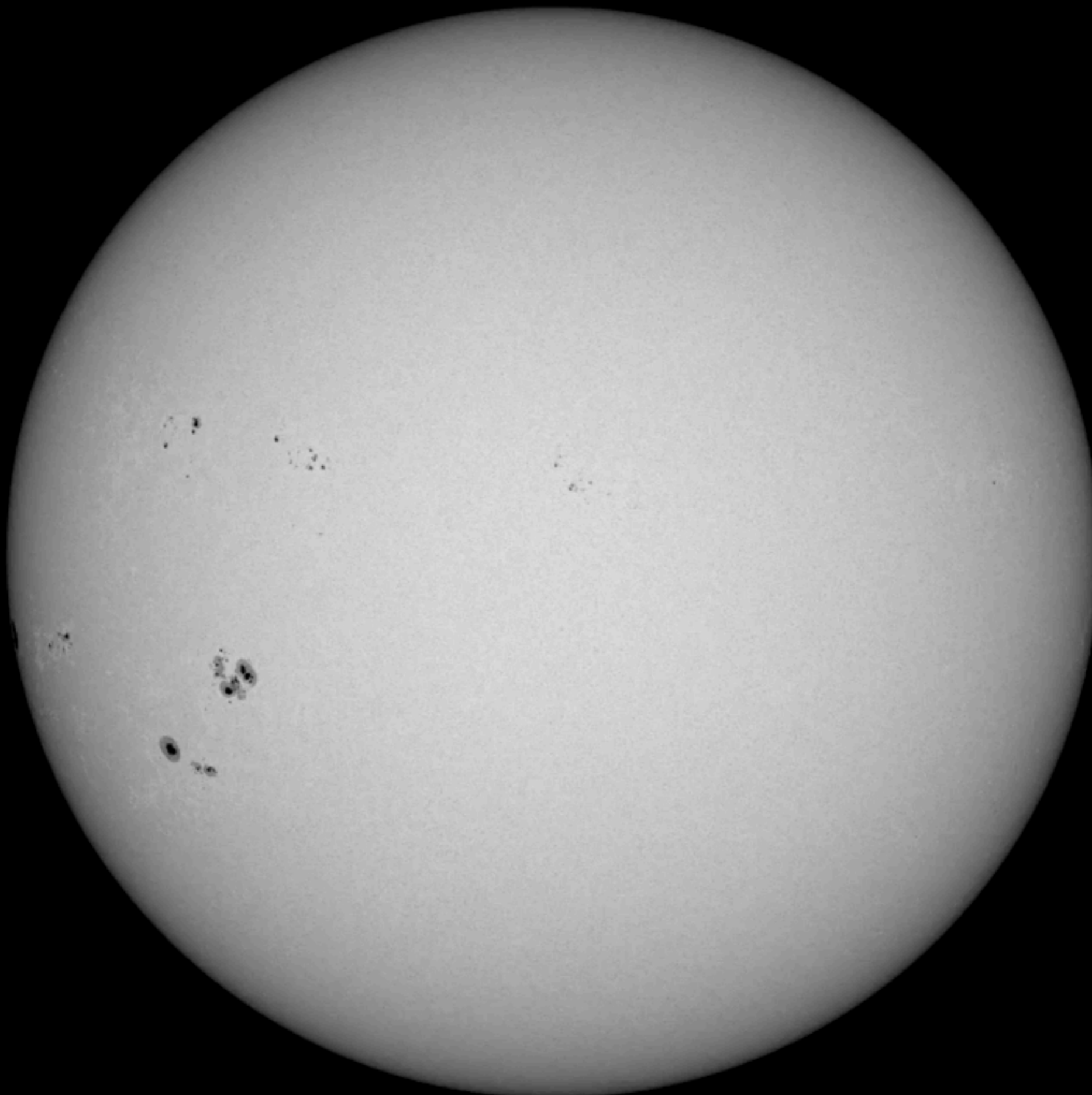


Christian Möstl

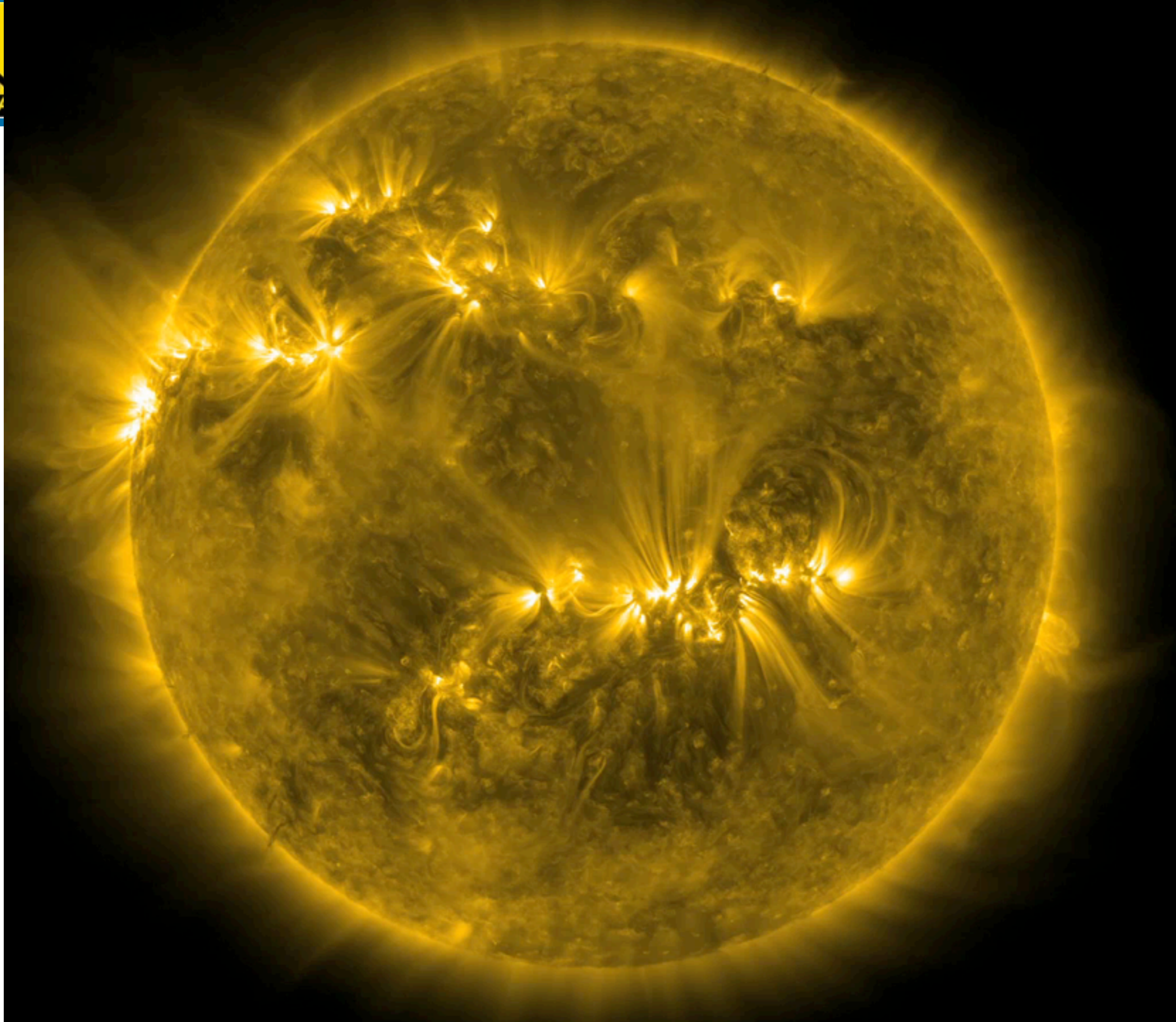
*Space Research Institute, Austrian Academy of Sciences, Graz
University of Graz, Austria*

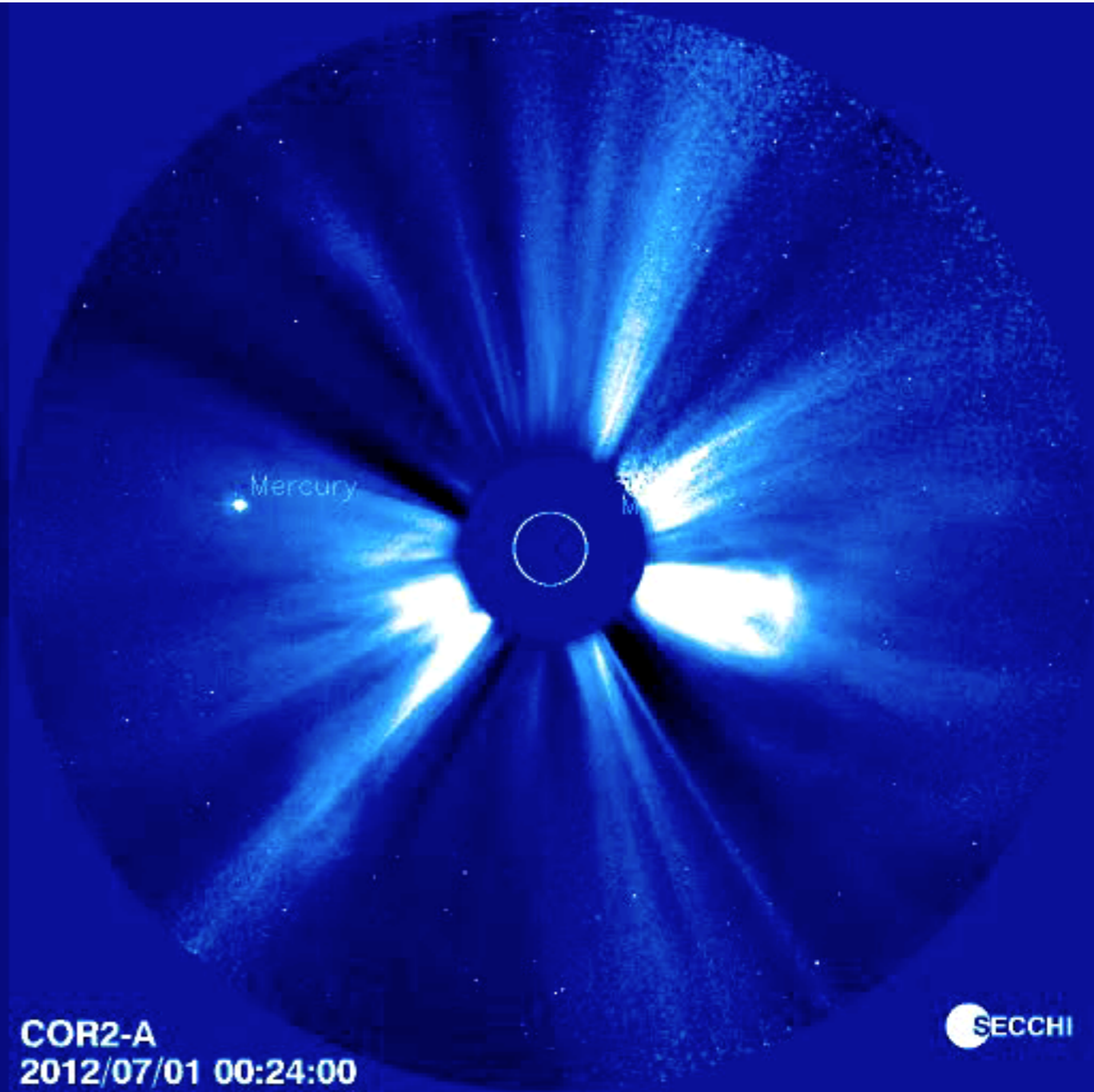
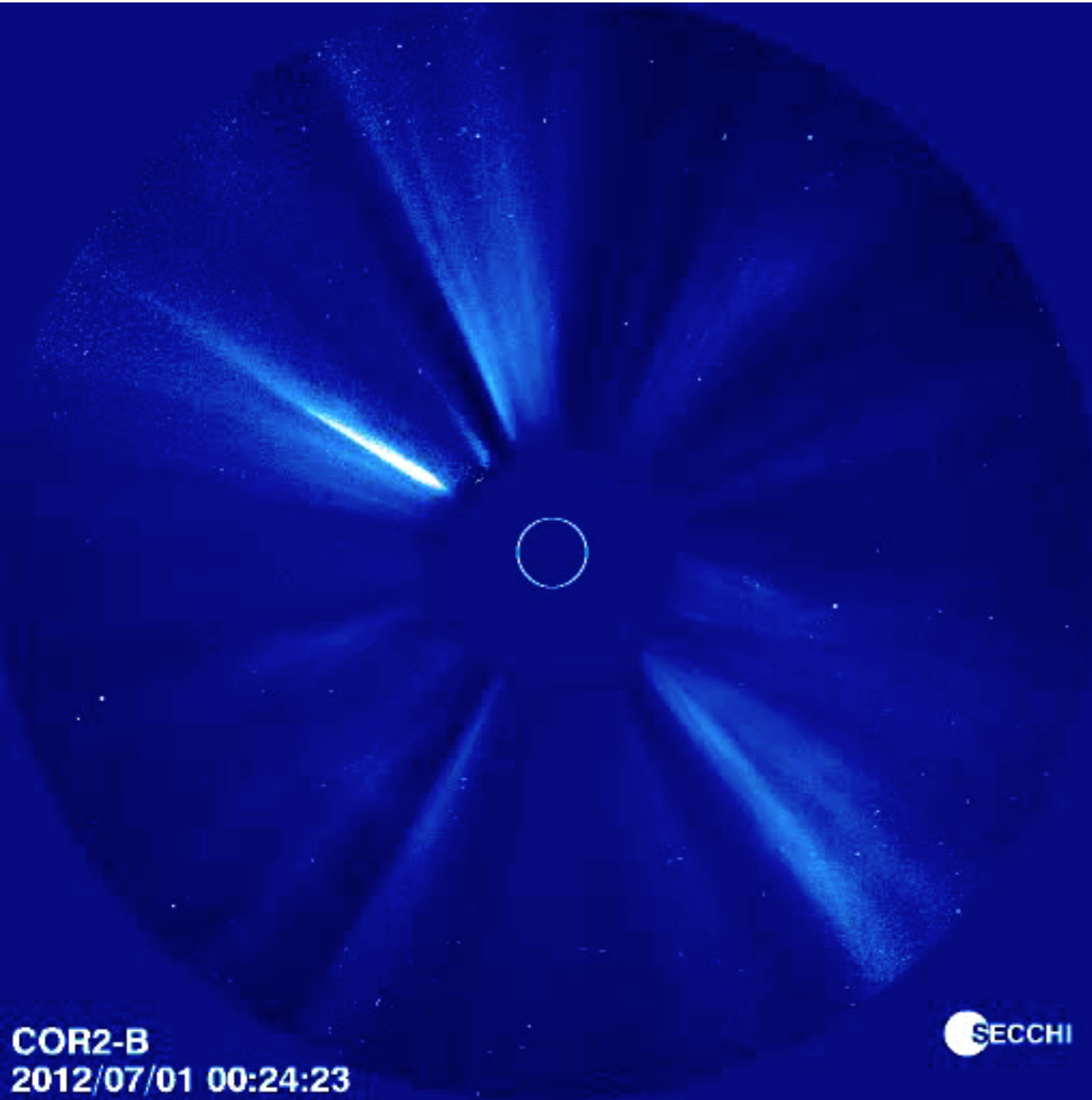
christian.moestl@oeaw.ac.at





SDO/LMSAL





Geschwindigkeiten: 200 – 3500 km/s (1 % von c)

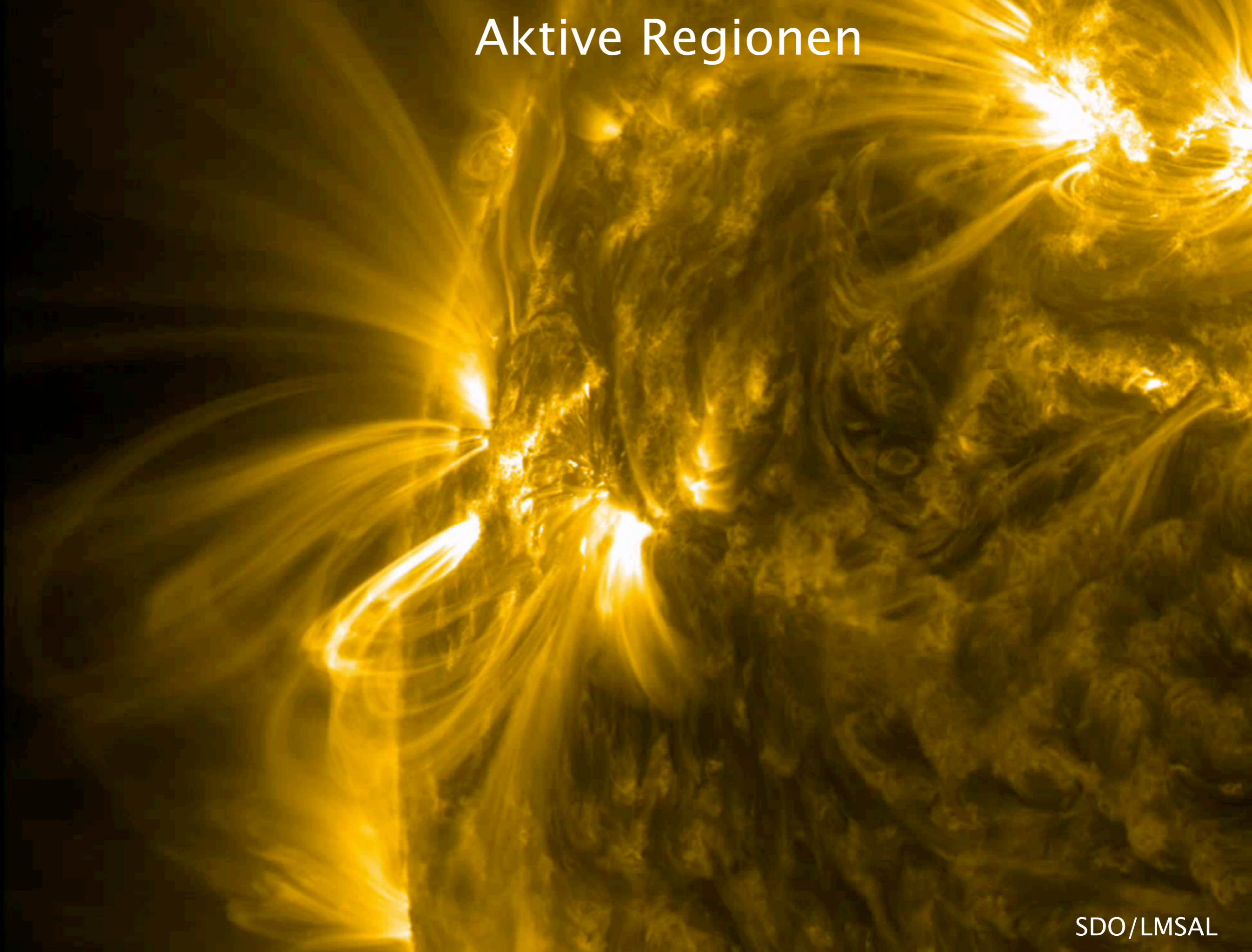
Sonne-Erde: 14 h – 5 Tage

Masse: 10^{12} kg -> kleiner Berg

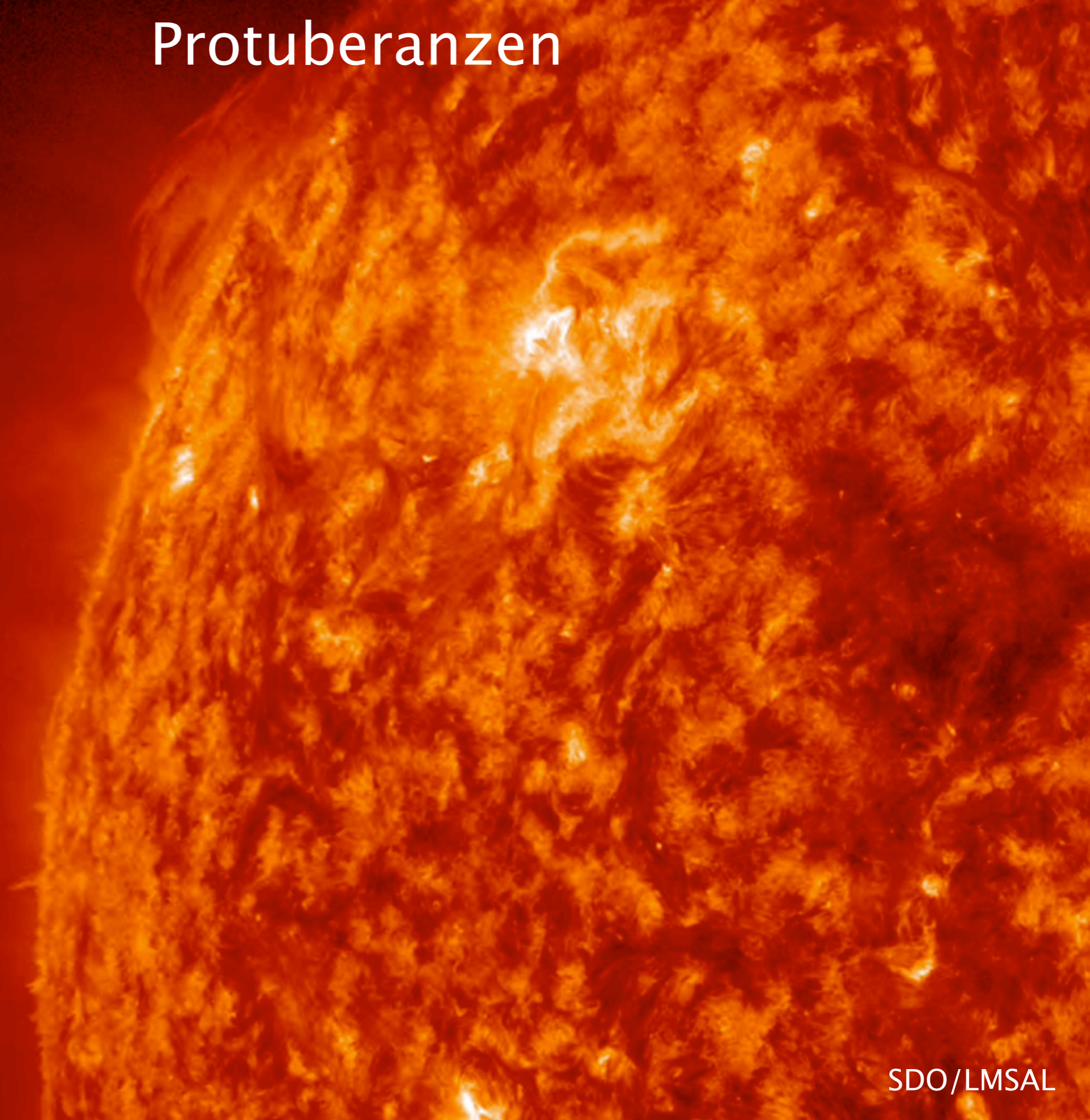
Energie: bis 10^{25} J = 1/10 der Gesamtabstrahlung der Sonne pro Sekunde

Naval Research Lab,
Washington DC

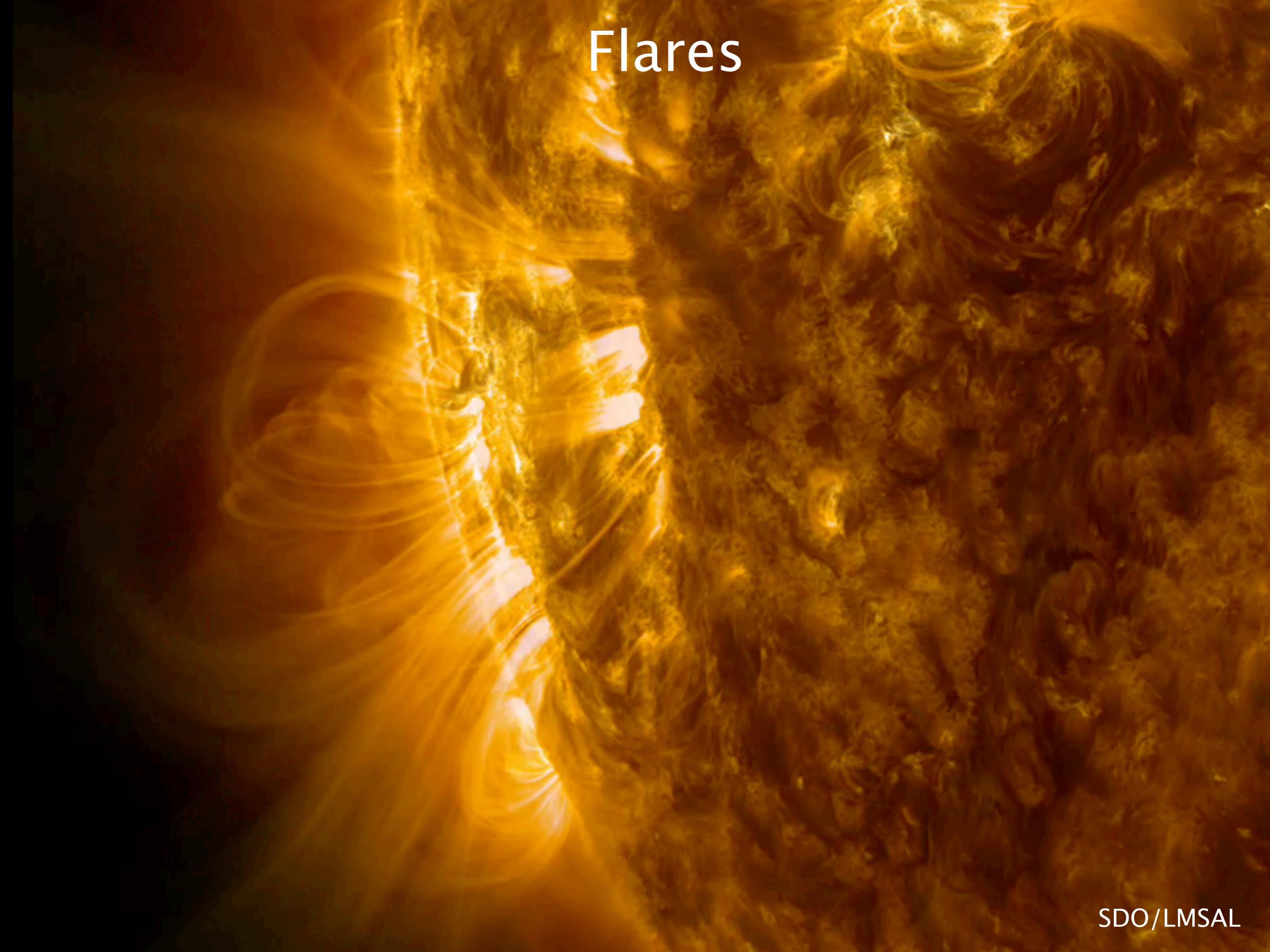
Aktive Regionen



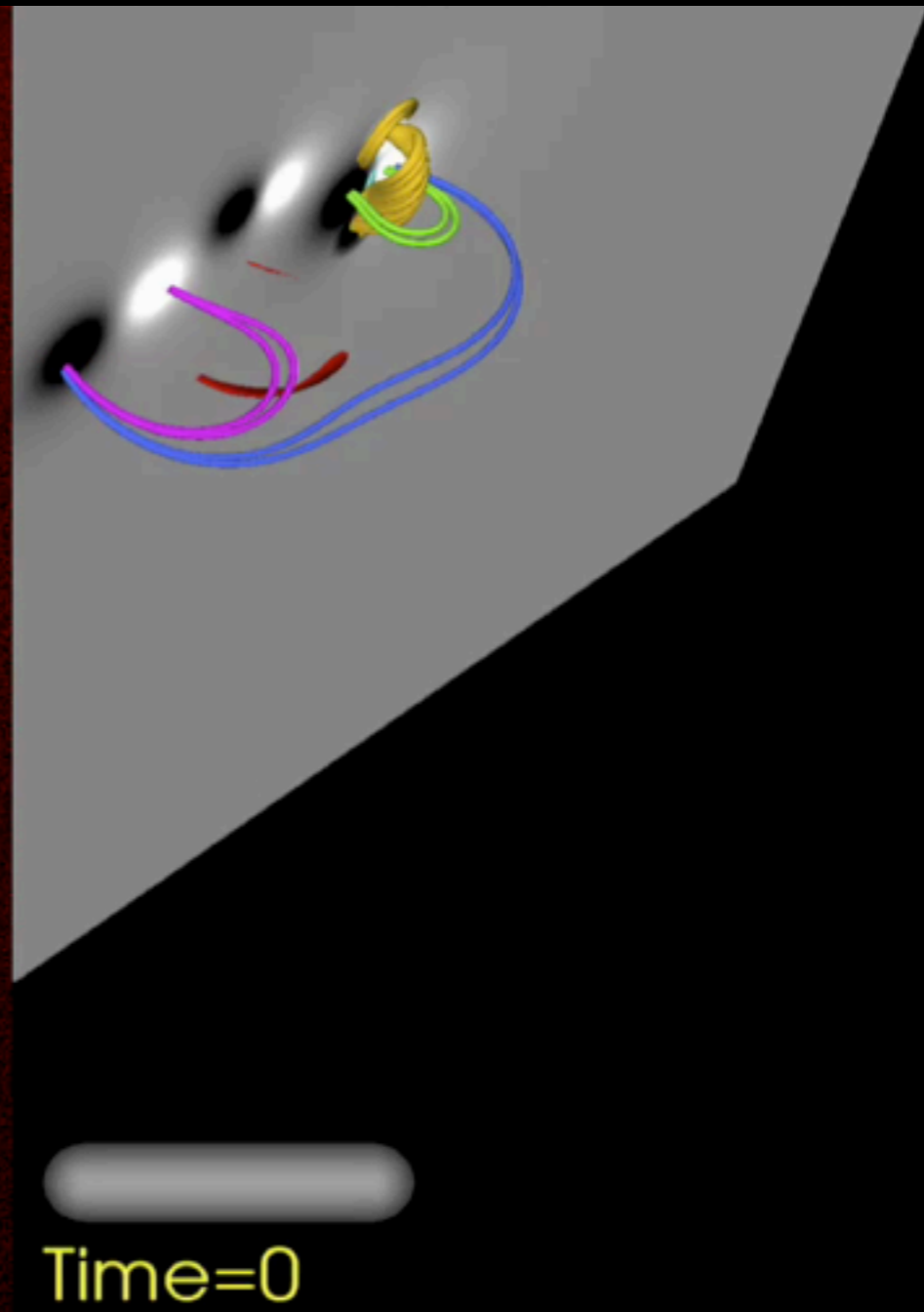
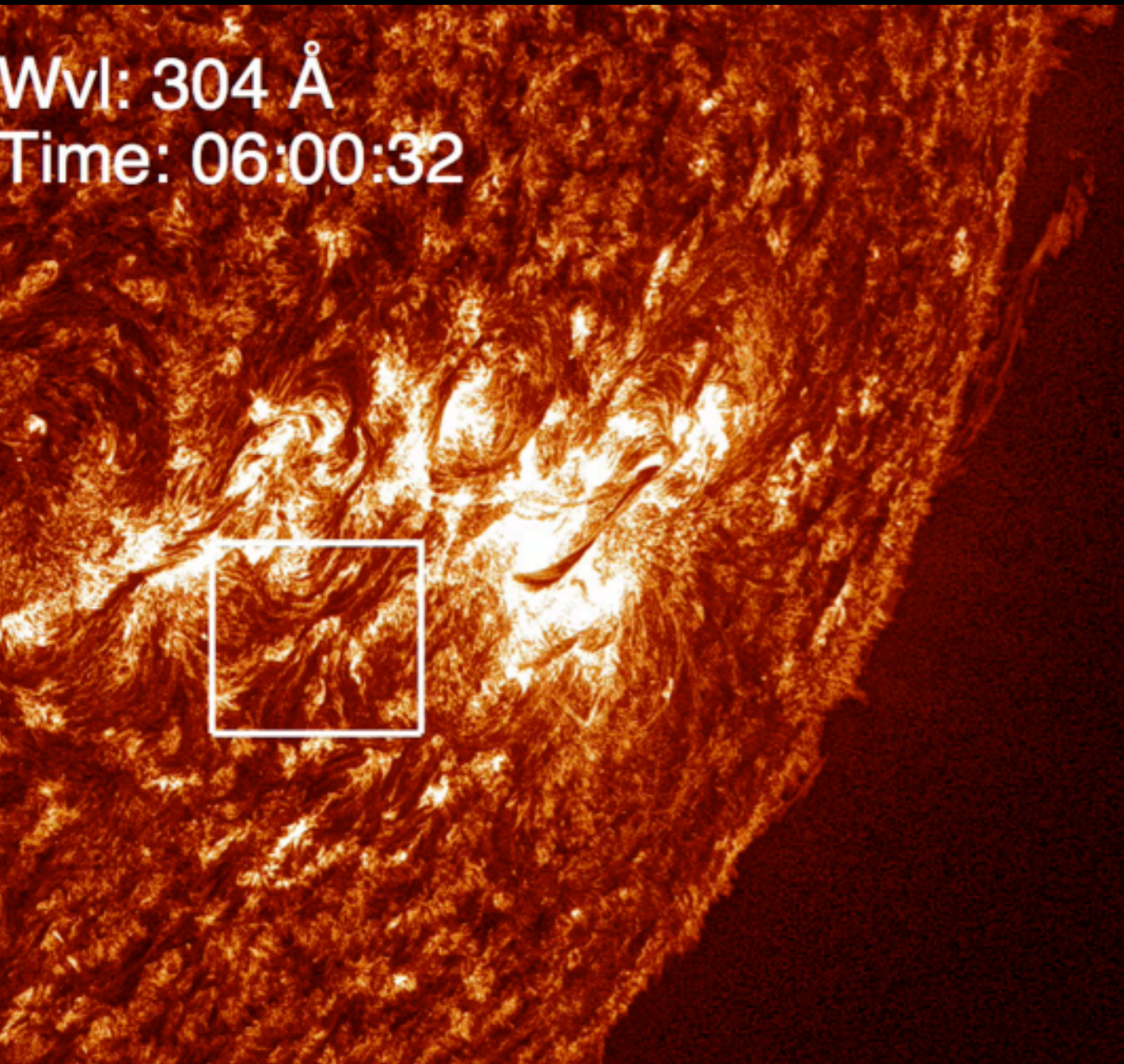
Protuberanzen



Flares

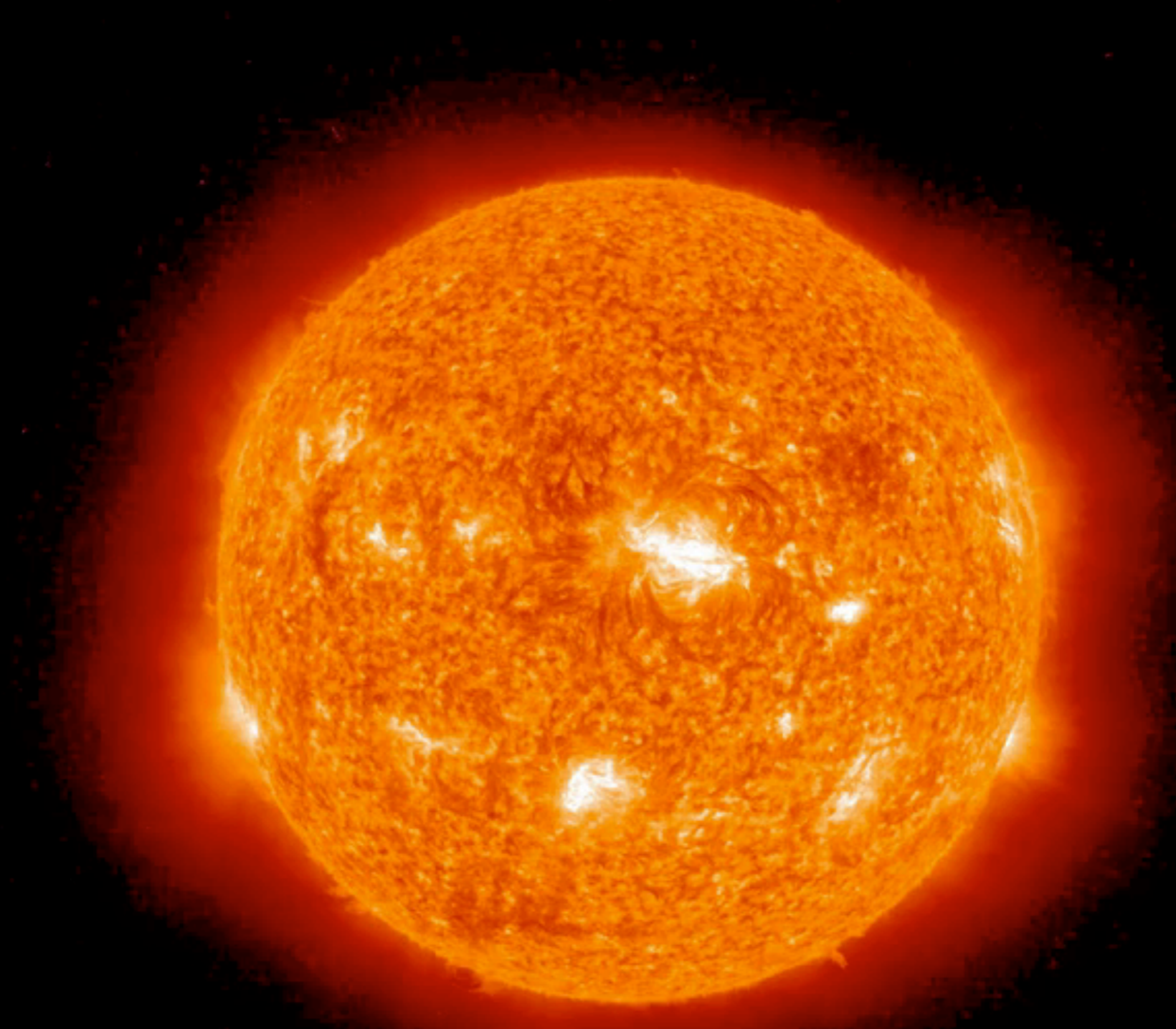


Simulationen

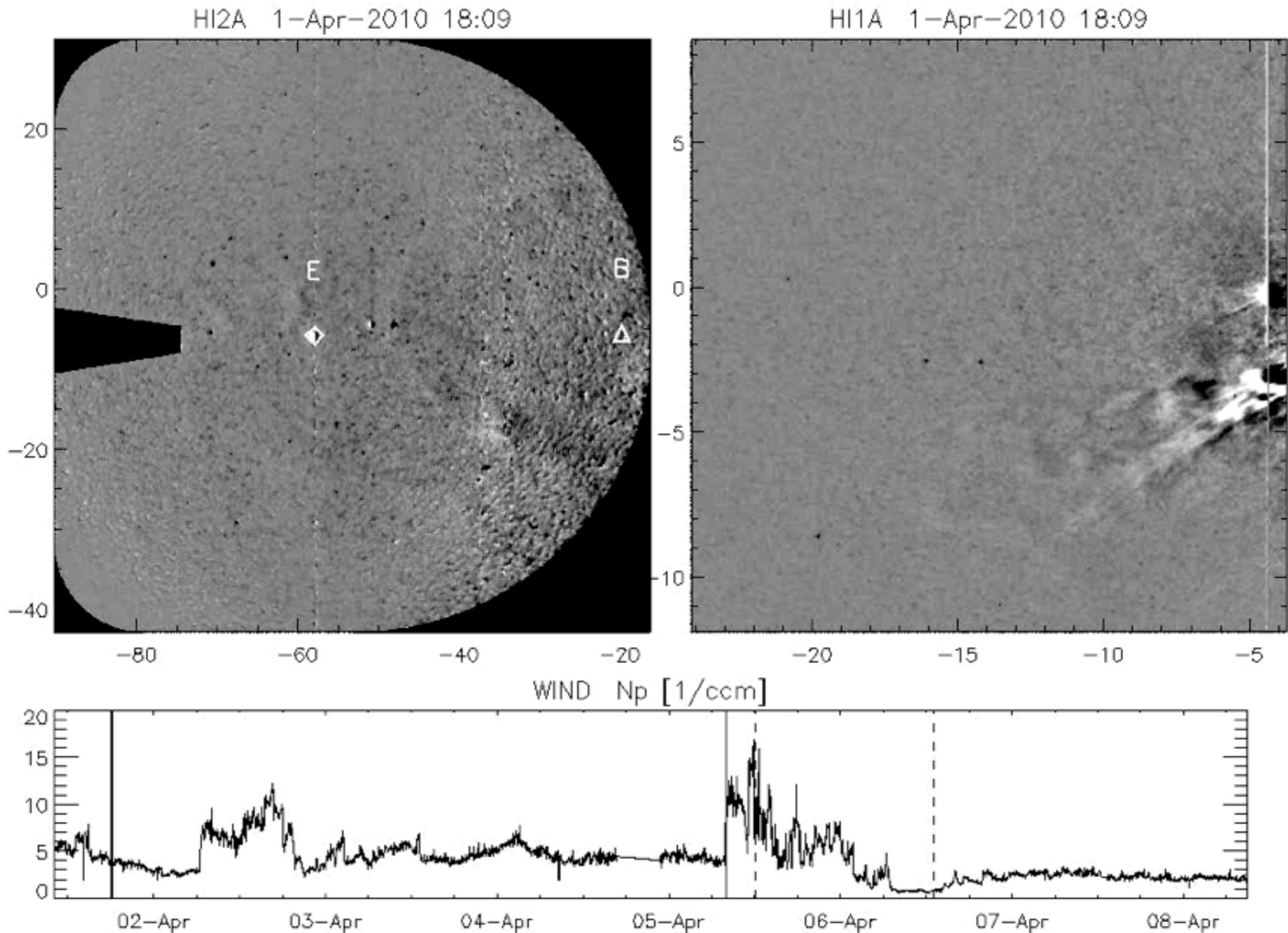


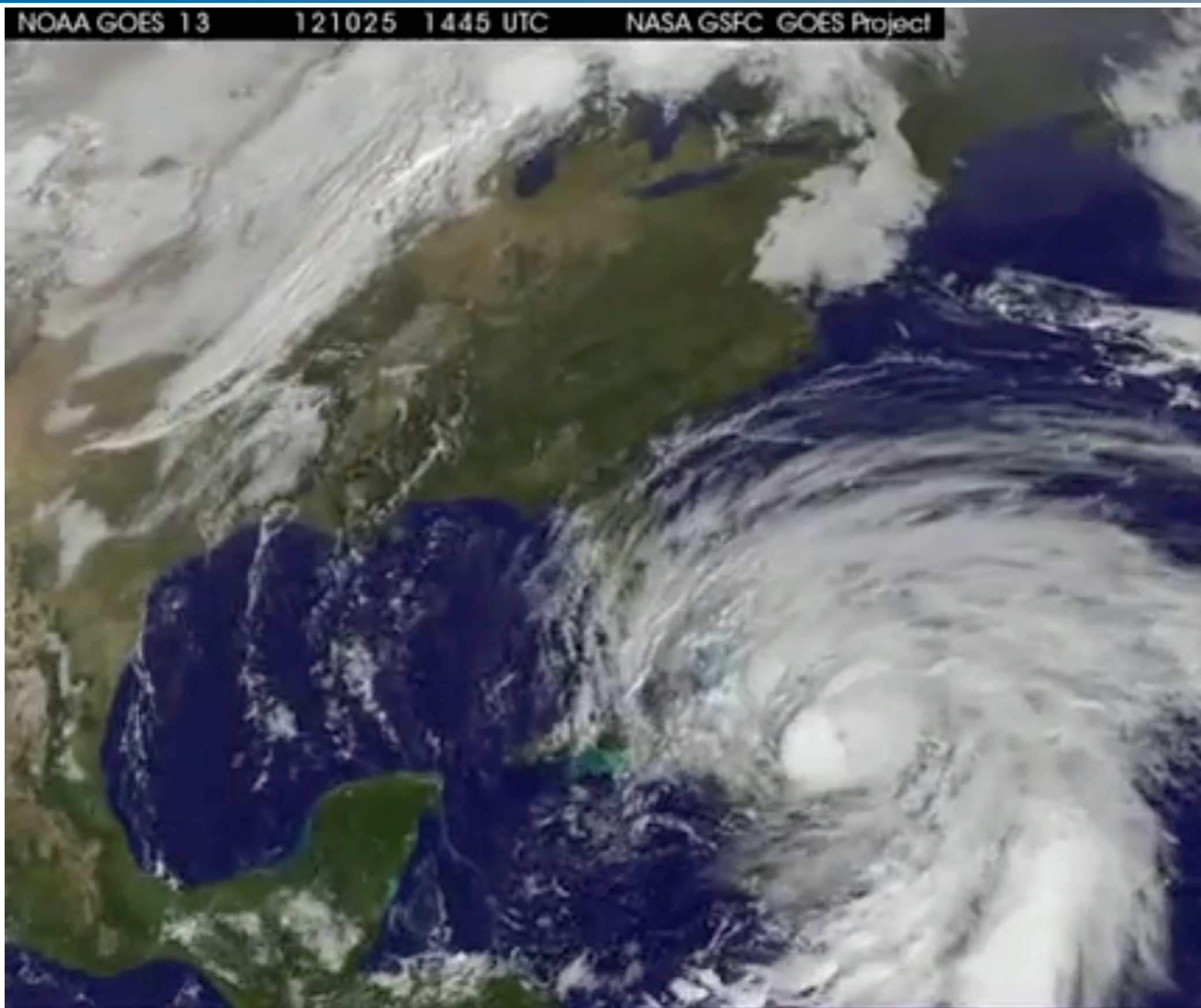
SDO/LMSAL

van Driel-Gesztelyi et al. 2014 ApJ



STEREO AHEAD





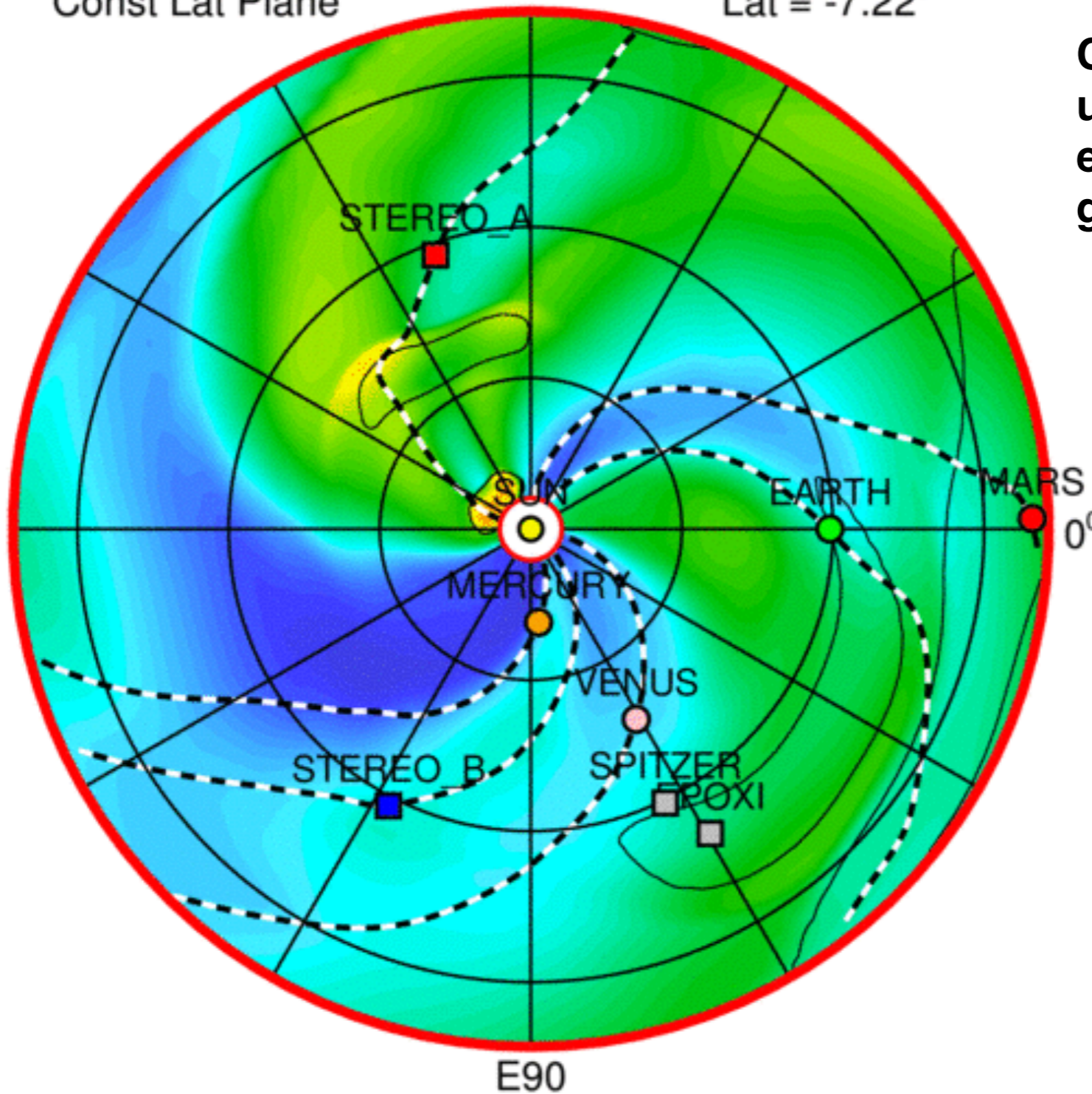
Hurricane Sandy
2012
NASA GOES

2012-03-01T00:00

Const Lat Plane

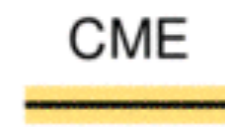
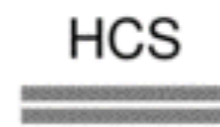
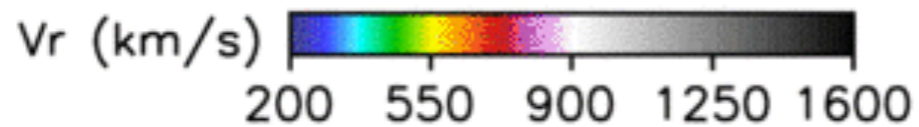
W90

Lat = -7.22°



CME Geschwindigkeit und Magnetfeld entscheiden über Intensität des geomagnetischen Sturms

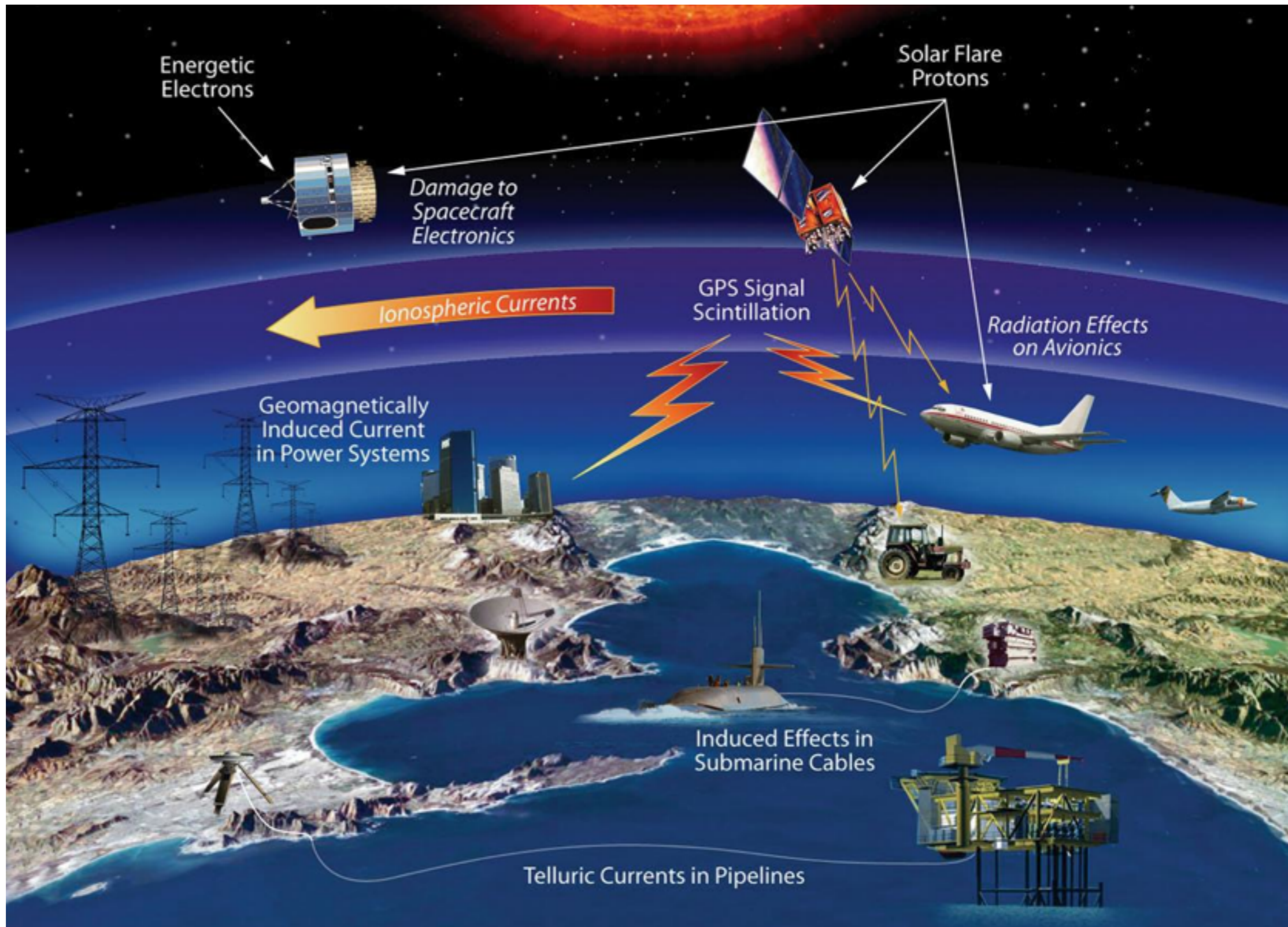
Enlil
NASA / GSFC
D. Odstrcil



Skala G1-G5

indices
„Richter“ scale

Dst:
minor storm
-100 nT
very strong
-500 nT

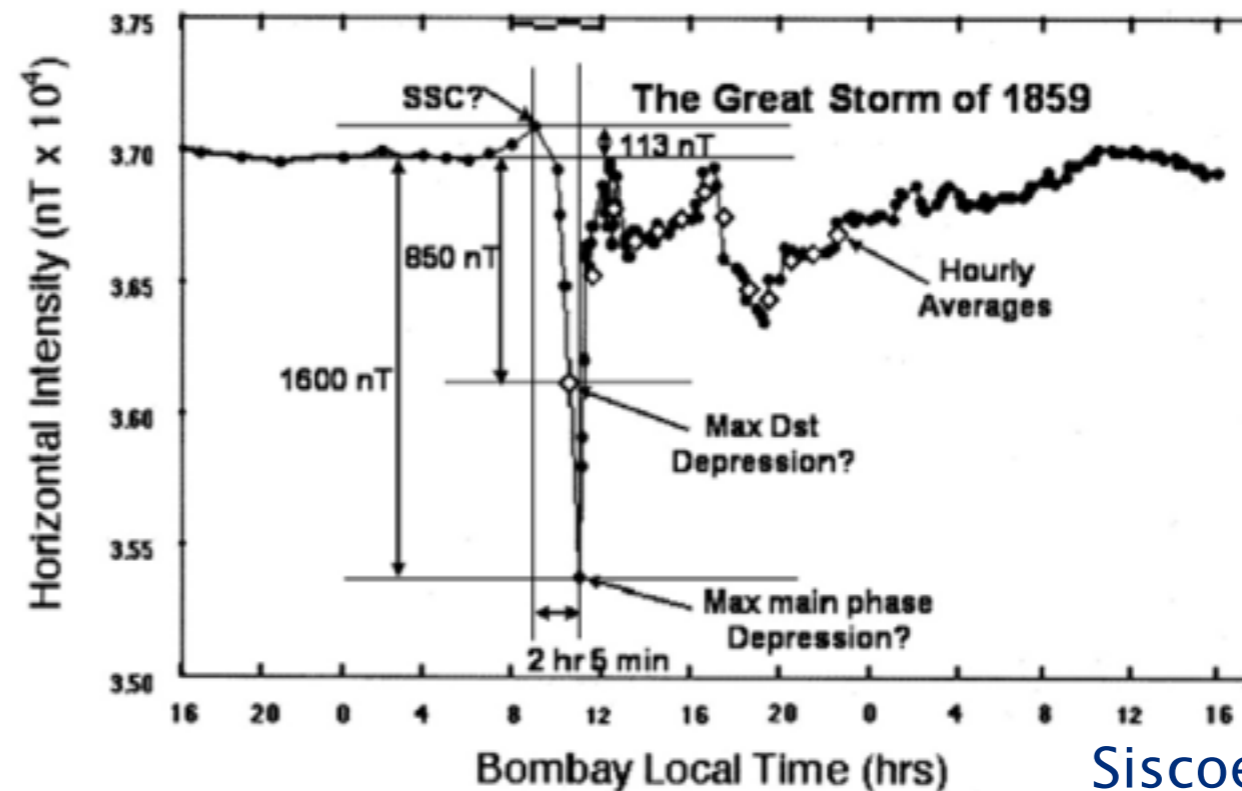
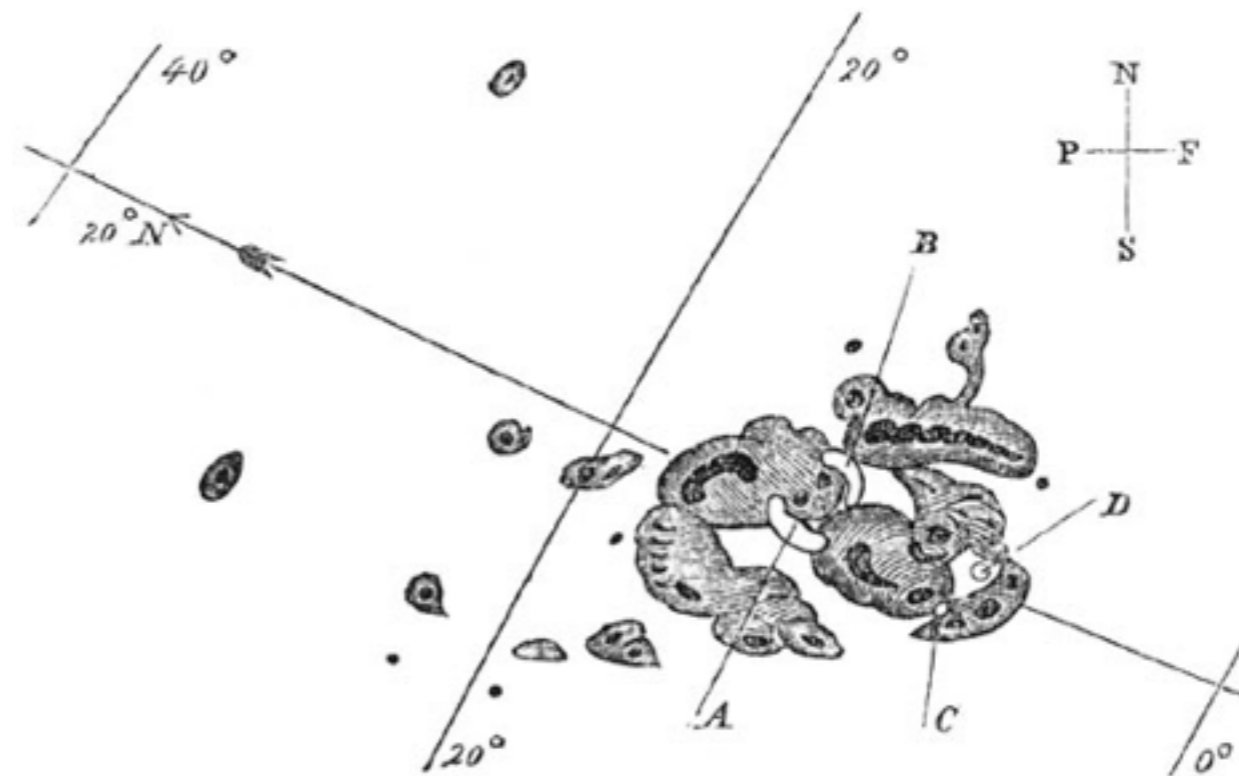




Reid Wiseman
twitter @astro_reid
#spacevine

Extreme Sonnenstürme

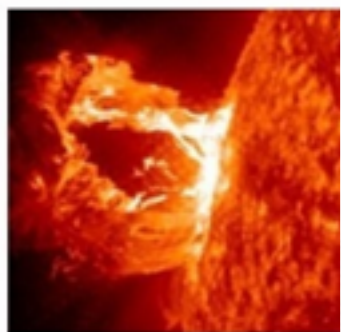
Zeichnung von Carrington



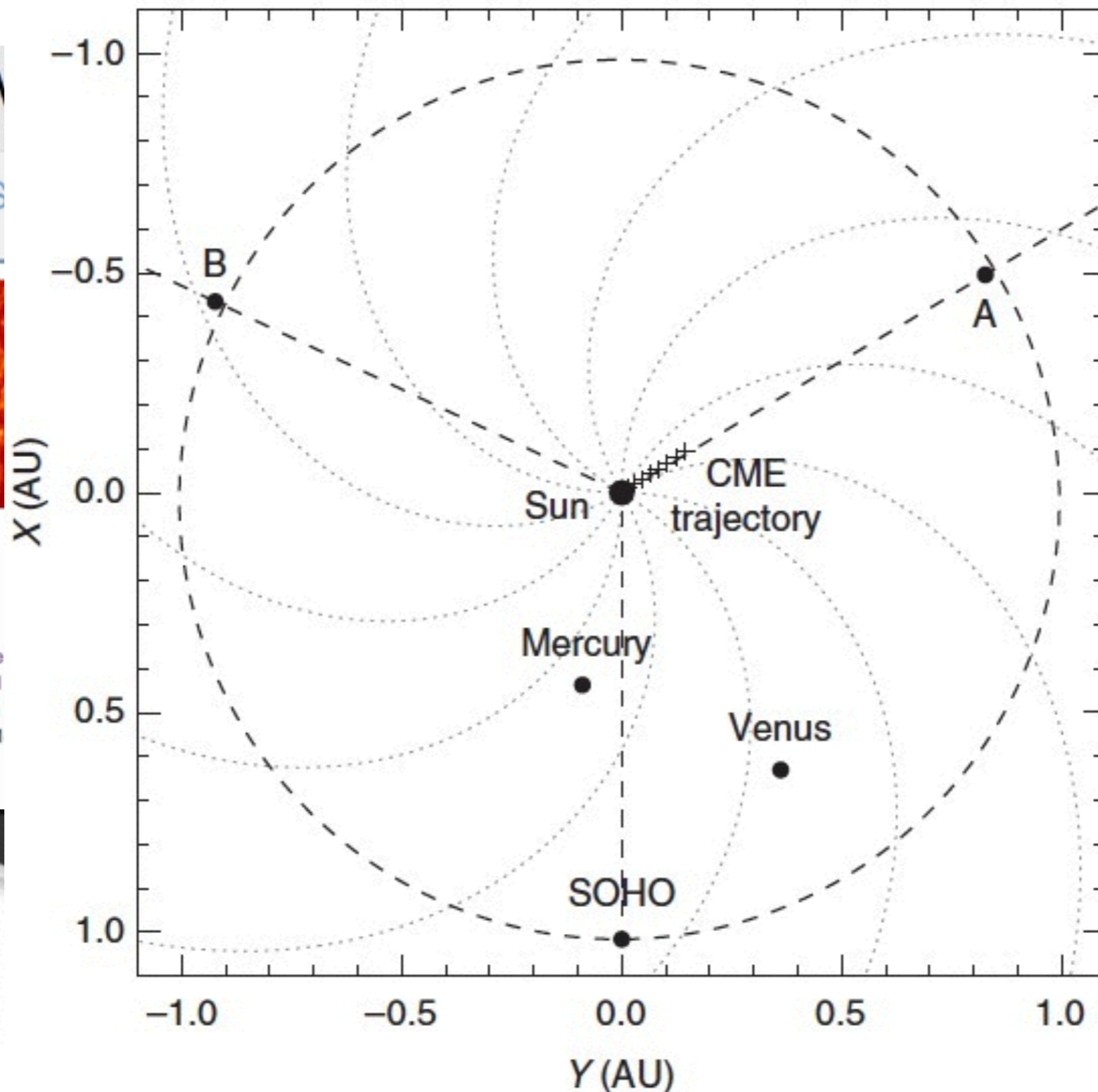
Siscoe et al., 2006

- Britischer Astronom **Richard C. Carrington** beobachtet am 1. September 1859 Lichtbrücken auf Sonnenflecken (selten!) - schliesst daraus auf Sonneneruption
- 18h später trifft die resultierende CME Erde
- **Auroras** bis Kuba und Hawaii
- **Telegrafen** in USA und Europa fallen aus, Betreiber bekommen Elektroschocks
- Carrington stellt als **erster die Verknüpfung zwischen seiner Beobachtung und geomagnetischen Effekten her**
- **Dst von etwa -1000 nT (unsicher)**

NEAR M



Die Studie in "Nature Communications":
 "Observations of an extreme interplanetary space caused coronal mass ejections" von erschienen am 18. März 201



en hätte



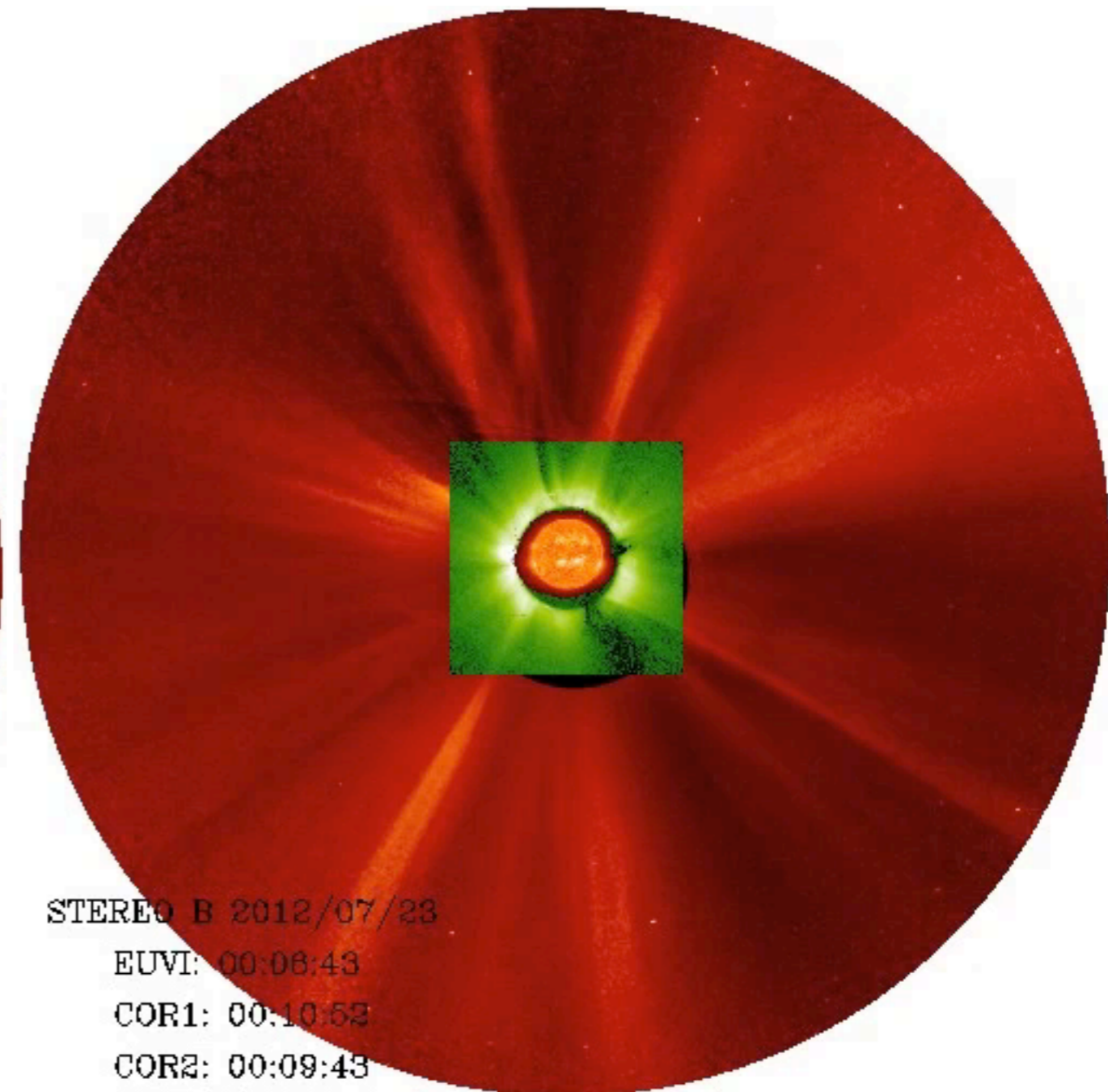
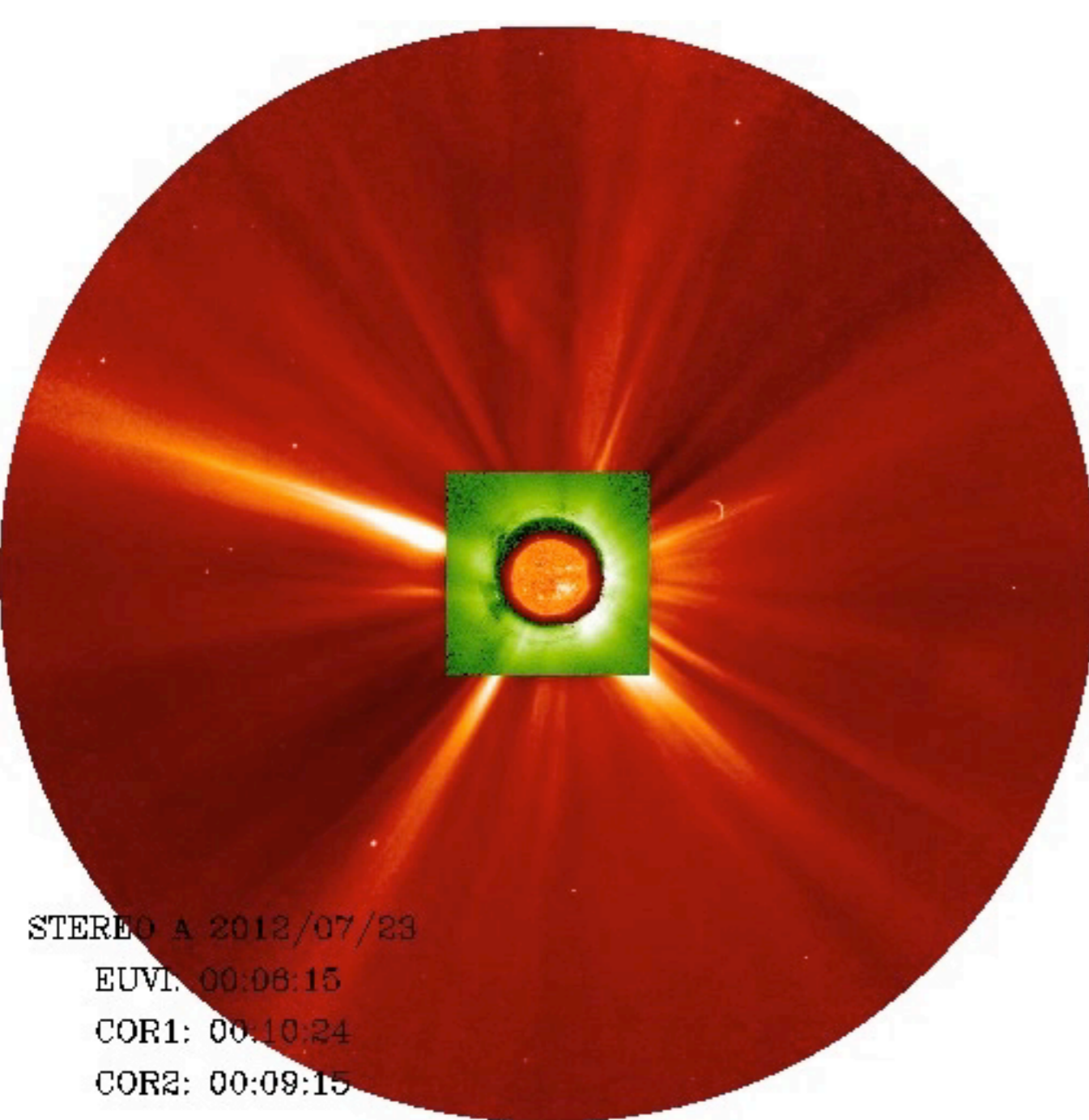
et: Koronaler
 r Erde vorbei

ische
 Maximum
 er "flaches"
 ner diesen Jahres -
 em Sonnensturm.
 licher Elektronik
 h aus.

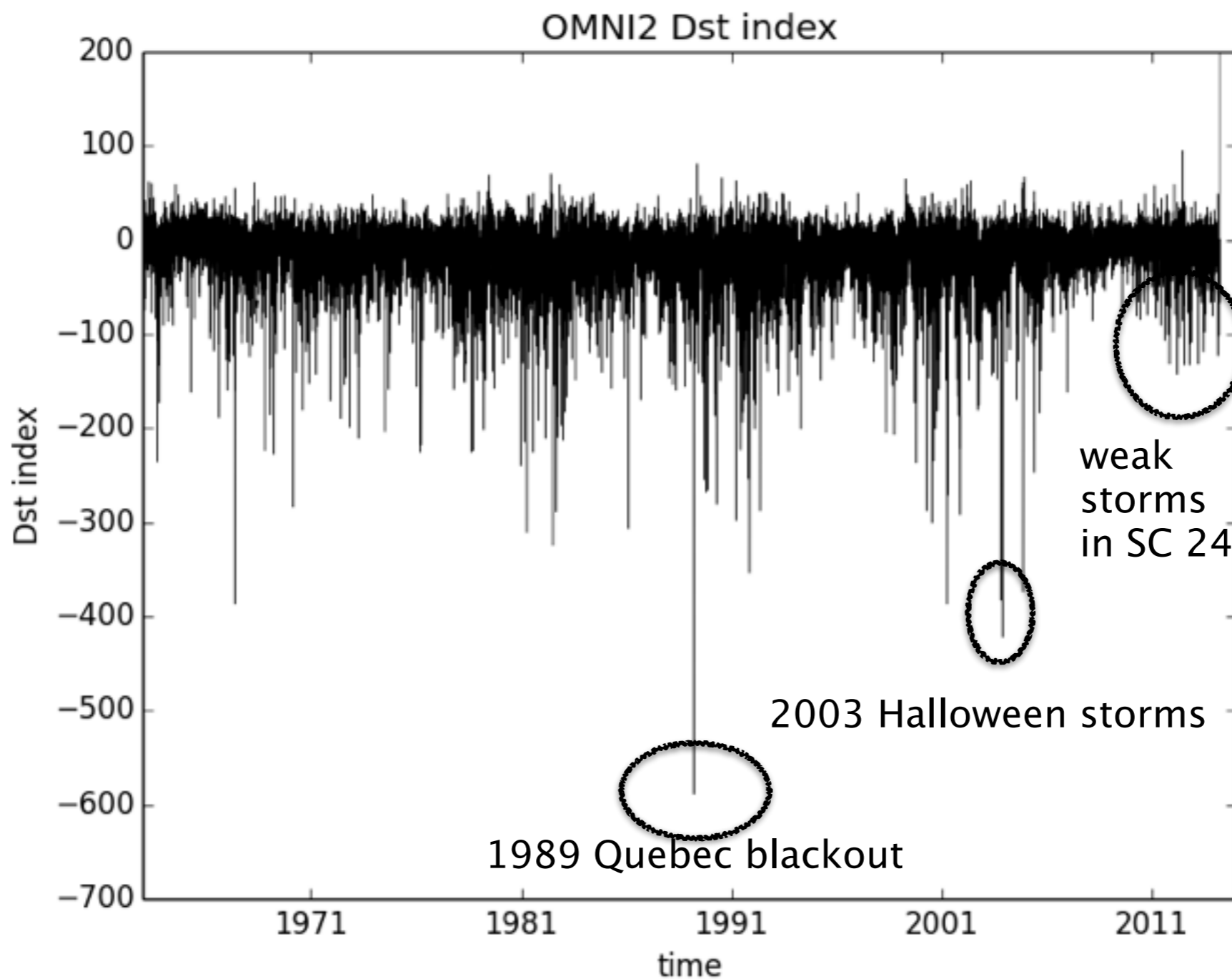
nnen, heißt es von
 uli 2012 hätte
 n er nur eine
 wäre die aktive
 n Rotation der
 en. So jedoch zog
 rz hintereinander
 om Juli 2012

- Diese CME traf die Erde nicht! Aber die Raumsonde STEREO-A

- Erste Beobachtungen eines Super Sonnensturms aus mehreren Perspektiven
sehr frühe Interaktion der Schlüssel zur Entstehung,
Geschwindigkeit: Sonne 2500–3000 km/s → Erdbestand 2200 km/s



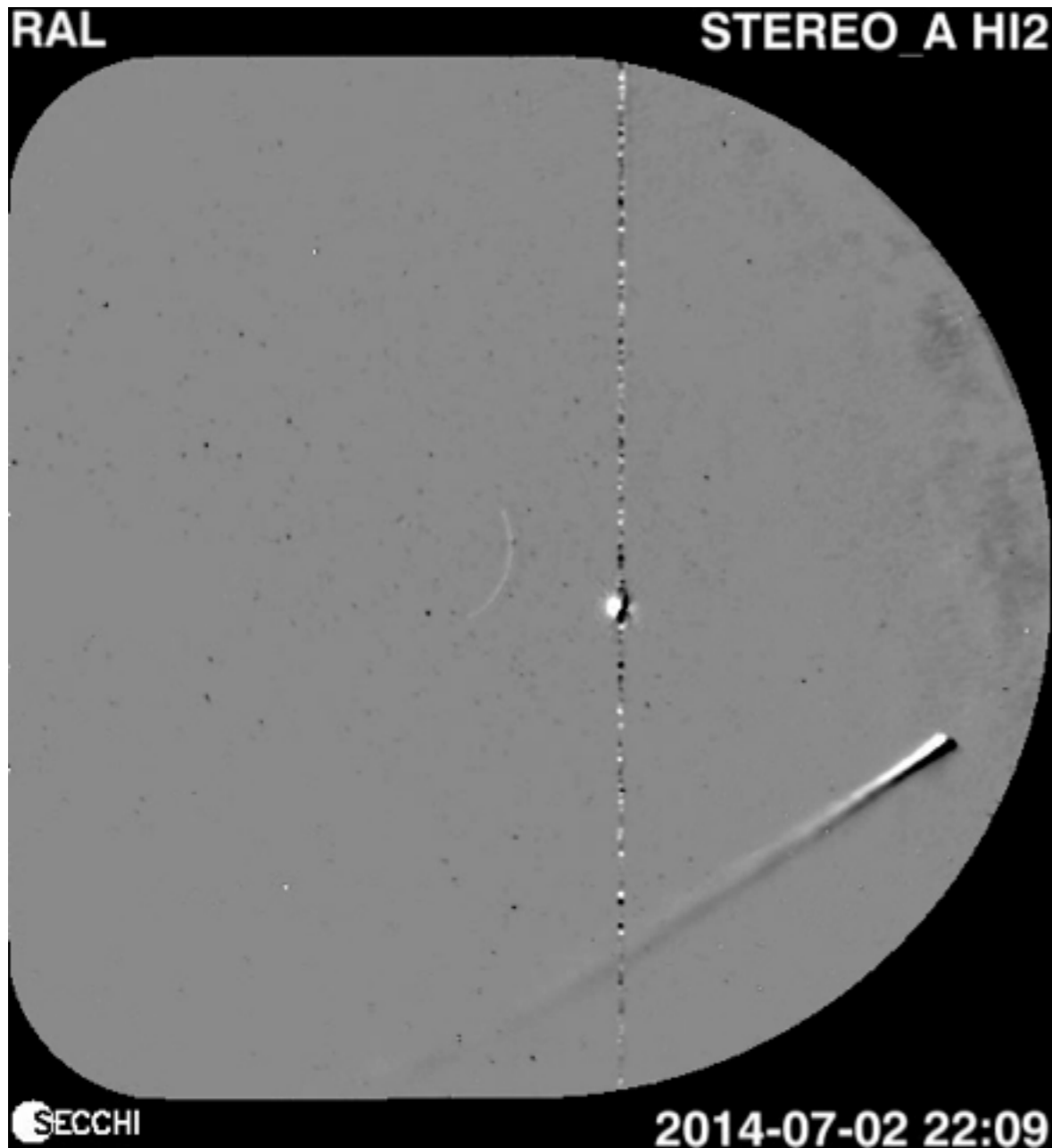
Liu et al., 2014, Nature Communications



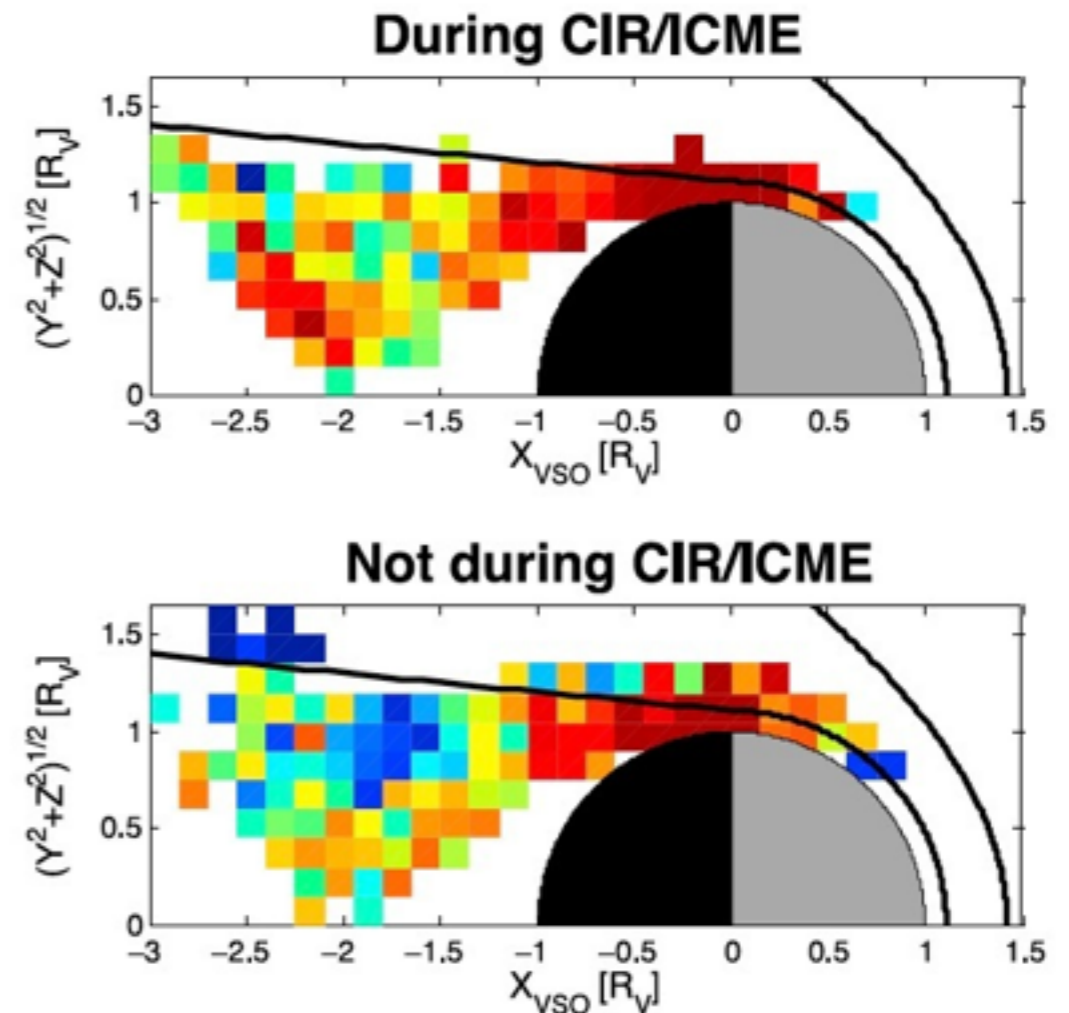
Carrington event
1859

falls CME am 23 July 2012
Erde getroffen hätte

Komet Jacques July 2014 STEREO/HI2

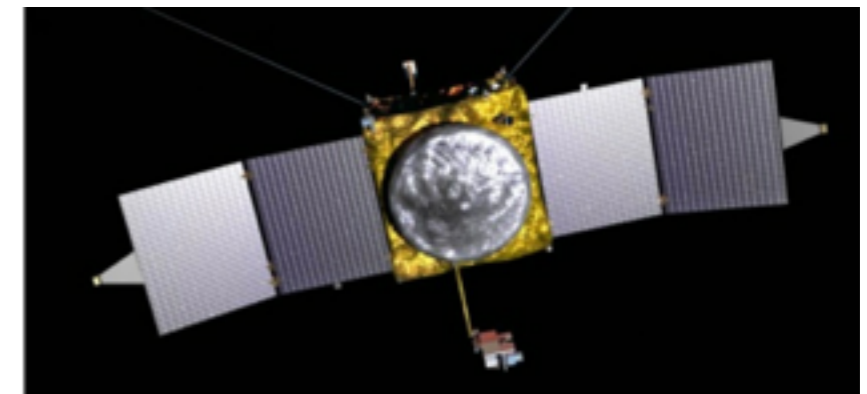


Venus O+: Edberg et al. 2011, JGR
Venus Express Daten



Mars könnte einen signifikanten Teil seiner Atmosphäre durch CMEs verloren haben.

NASA MAVEN: Ankunft beim Mars 22. September 2014!



- **Sonnenstürme (CMEs) sind Ausbrüche von „Plasmawolken“ in Form von gebogenen magnetischen Röhren die sich in 0.5–5 Tagen von der Sonne zur Erde bewegen**
- **„Wetterkarten“ sind numerische Simulationen**
- **CME Richtung, Geschwindigkeit und Magnetfeld sind am wichtigsten**
- **Vorhersagen sind noch immer sehr unsicher, viele ungelöste Fragen:**
 - Entstehung
 - innere Struktur – südwärts oder nordwärts gerichtet
 - Wechselwirkung mit Sonnenwind
 - Form zwischen Sonne und Erde
- **10 % Chance dass eine extreme CME in einem Sonnenzyklus passiert, etwa alle 100 Jahre**
- **neue Missionen: 2017/2018 Solar Orbiter und Solar Probe Plus**

