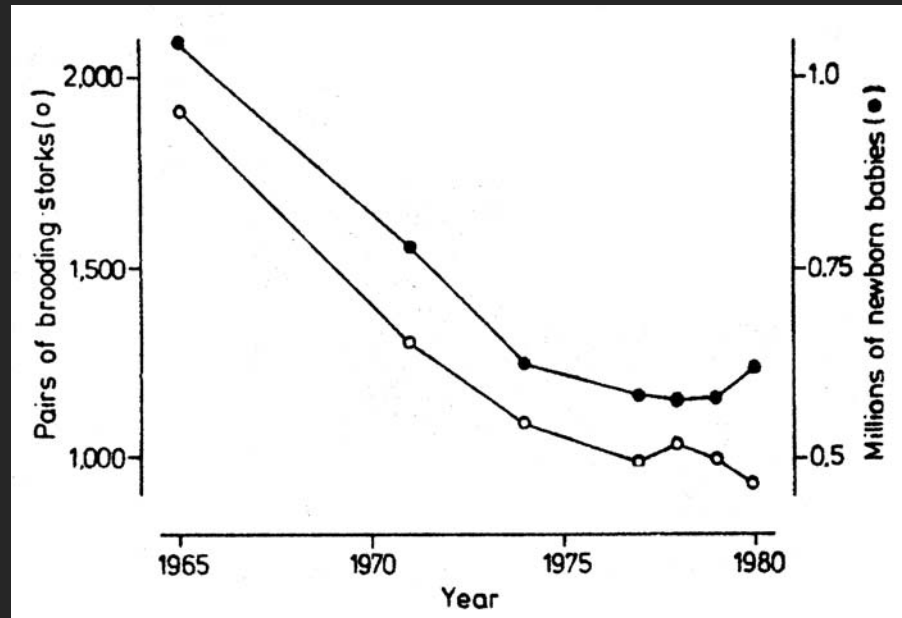


Solare Energiereiche Teilchen in der Atmosphäre – ein Mittler zwischen Solar-Terrestrischen Beziehungen?

May-Britt Kallenrode
Universität Osnabrück

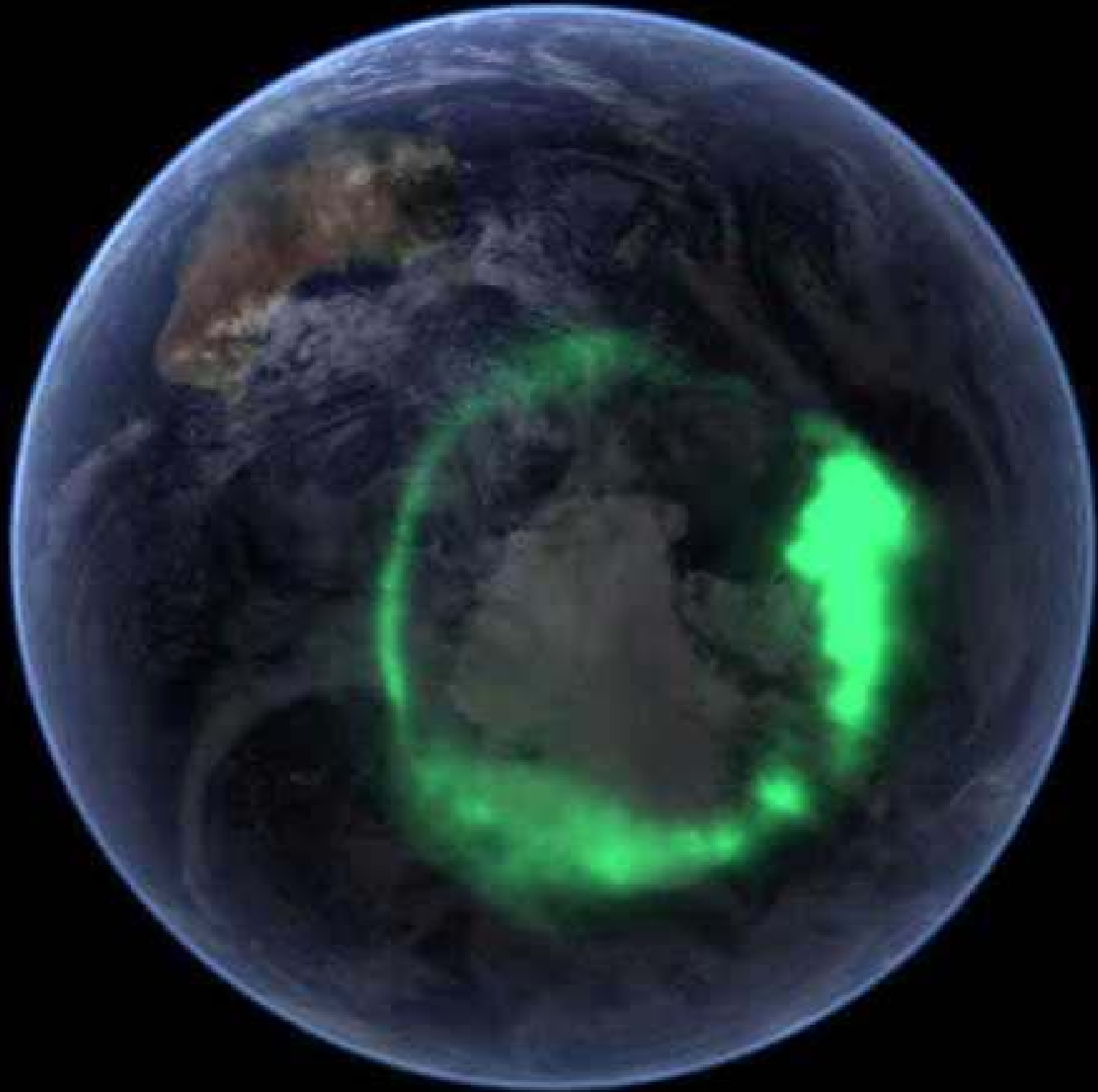


Siess, 1998, Nature

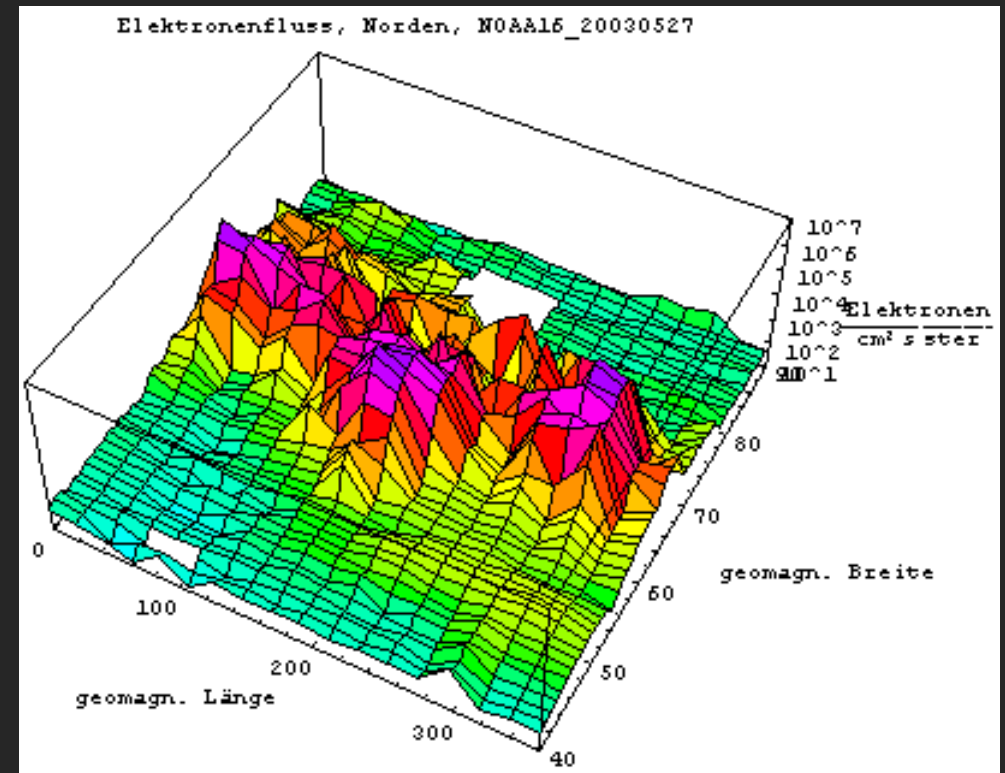
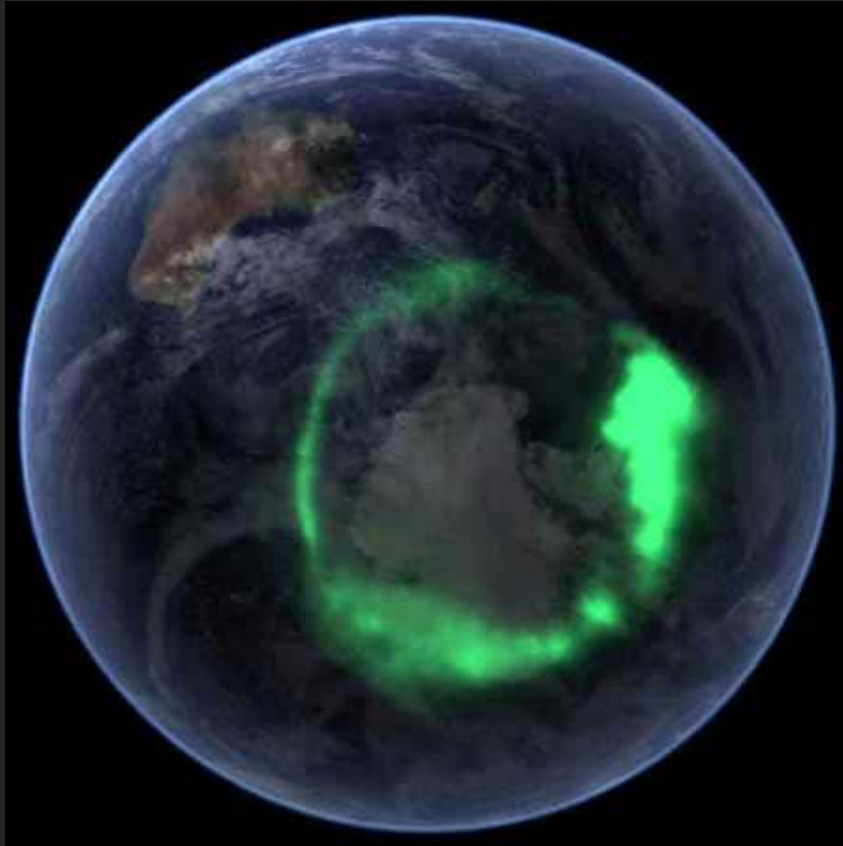
EINE WARNUNG – UND EINIGE BUNTE BILDER



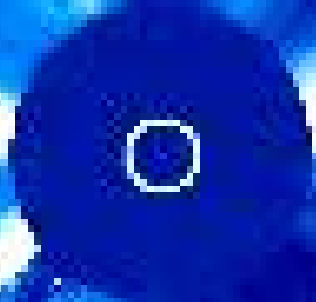




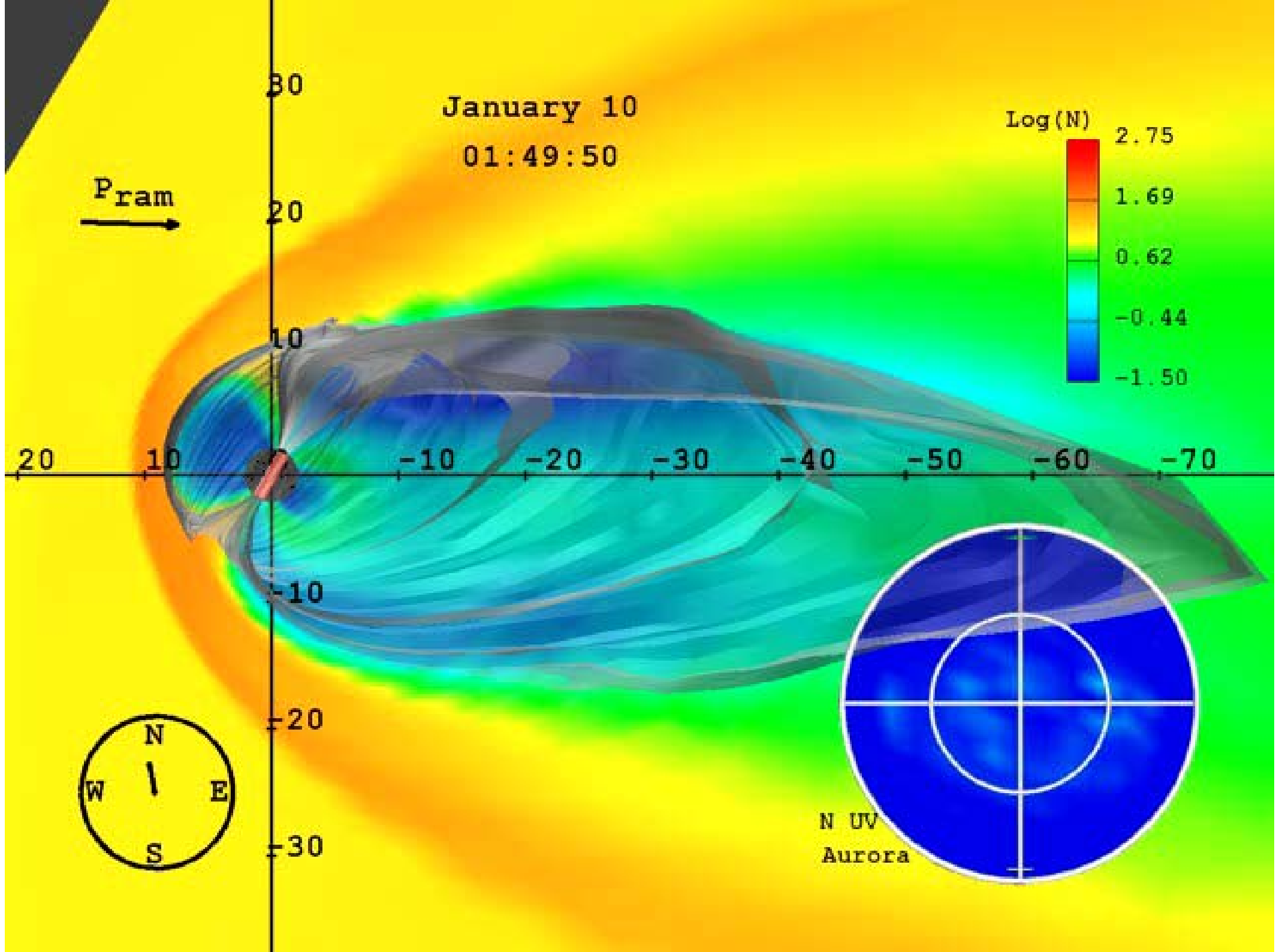
Oval: Polarlicht und Teilchen



[Wissing 2005]

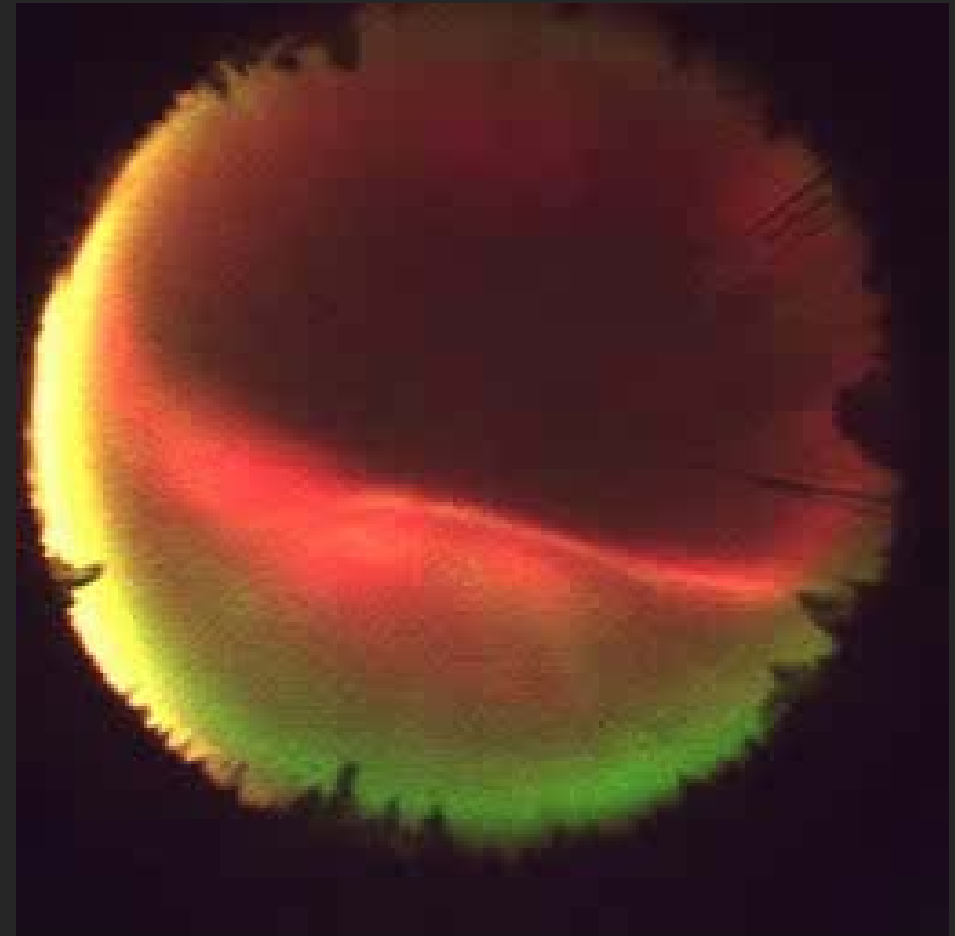


1999/08/01 00:18





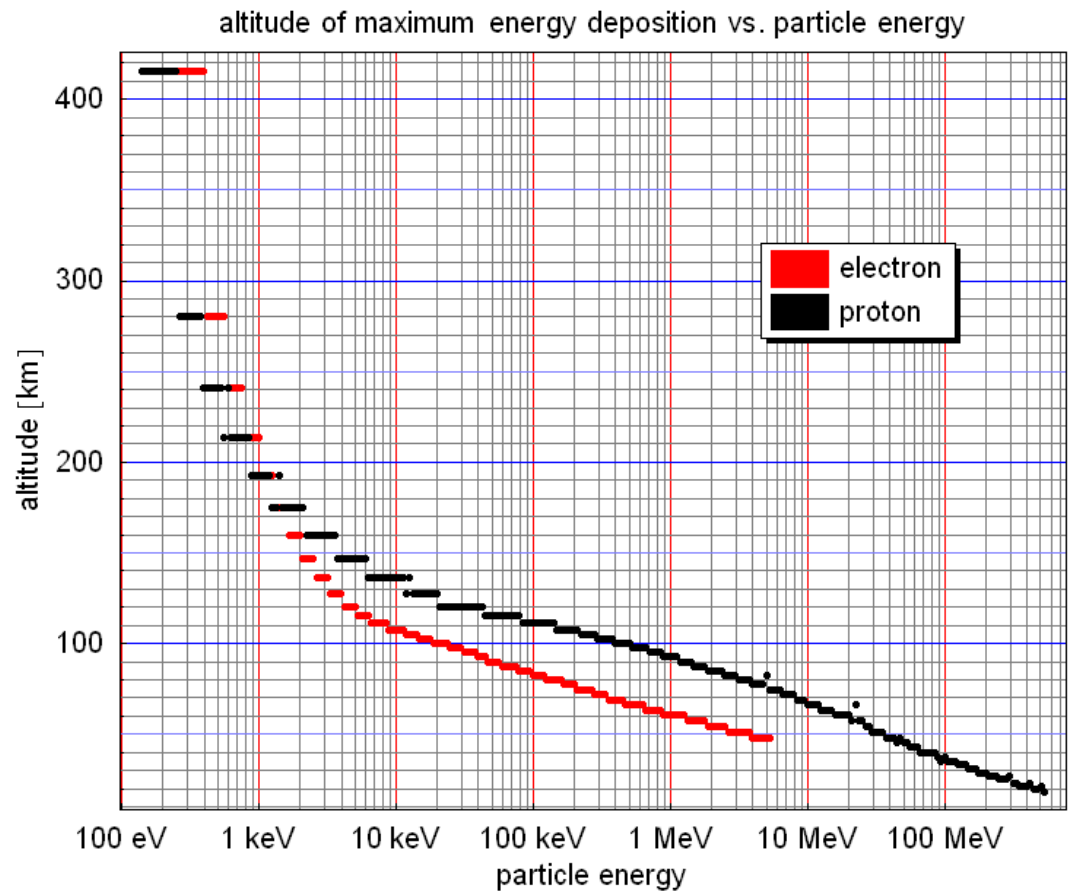
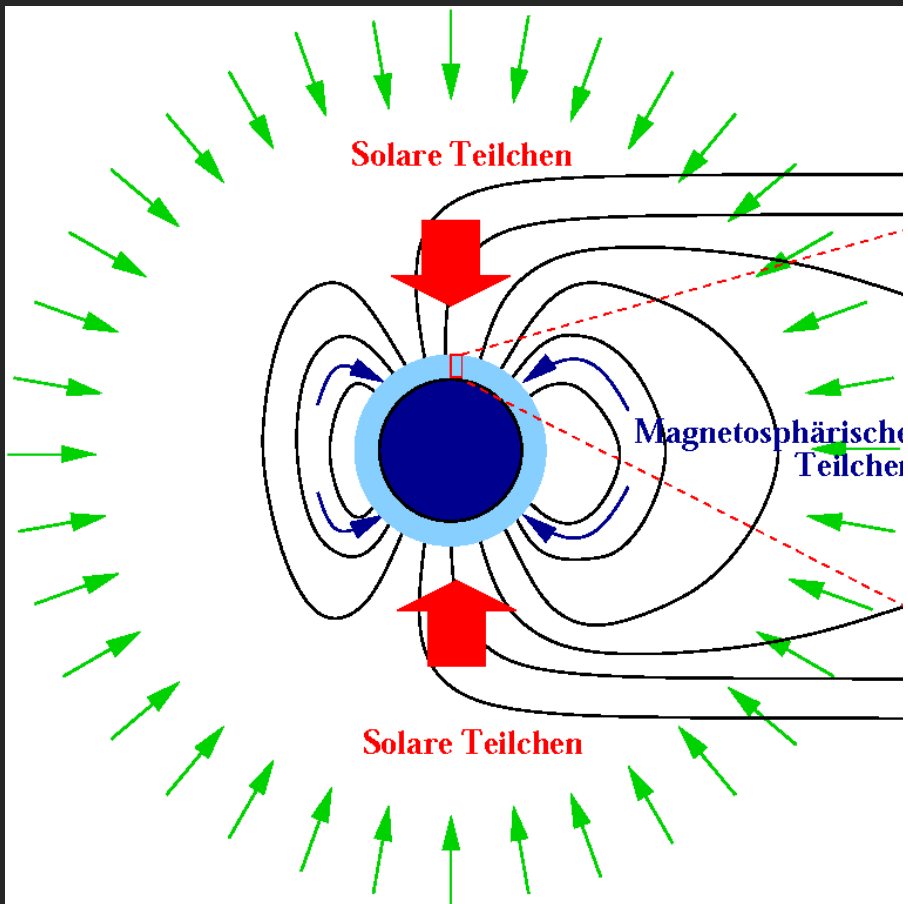
15:27:00 UTC
930/07 All Sky Camera Image
Station: SODANKYLÄ, N67.37 E26.63
28 Oct 2003
Filter: 531 nm
Exposure: 3000 ms
N
H + E
S



15:24:00 UTC
930/07 All Sky Camera Image
Station: SODANKYLÄ, N67.37 E26.63
28 Oct 2003
Filter: 531 nm
Exposure: 3000 ms
N
H + E
S

Atmospheric Ionisation Model OSnabrück

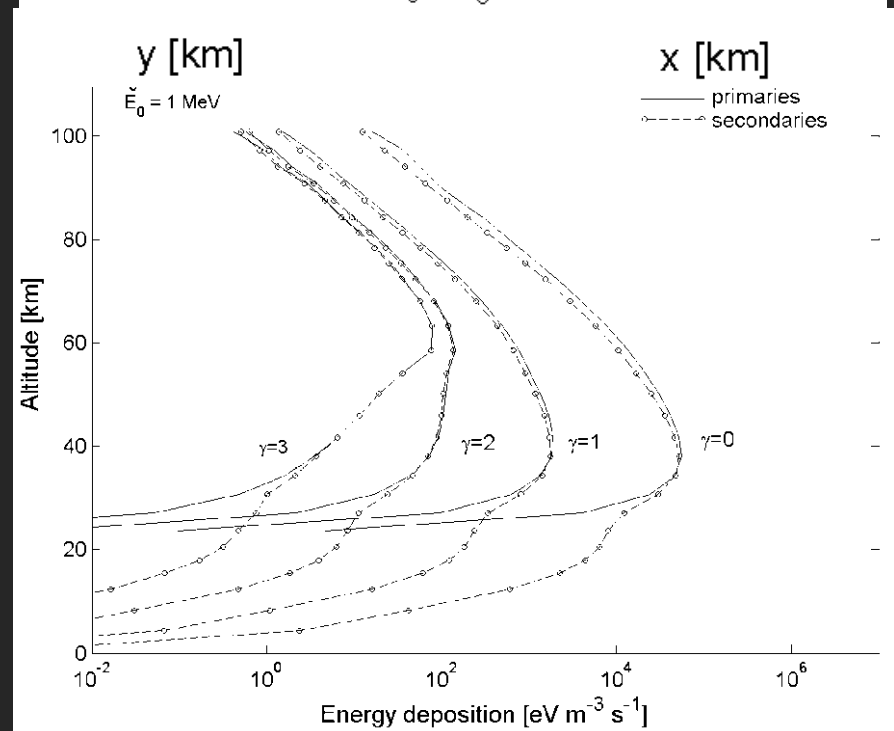
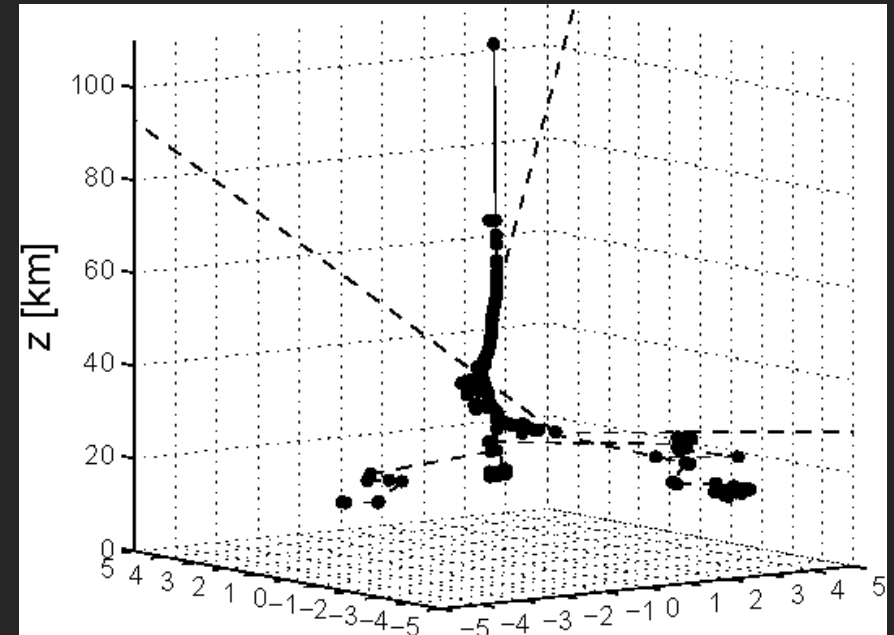
AIMOS



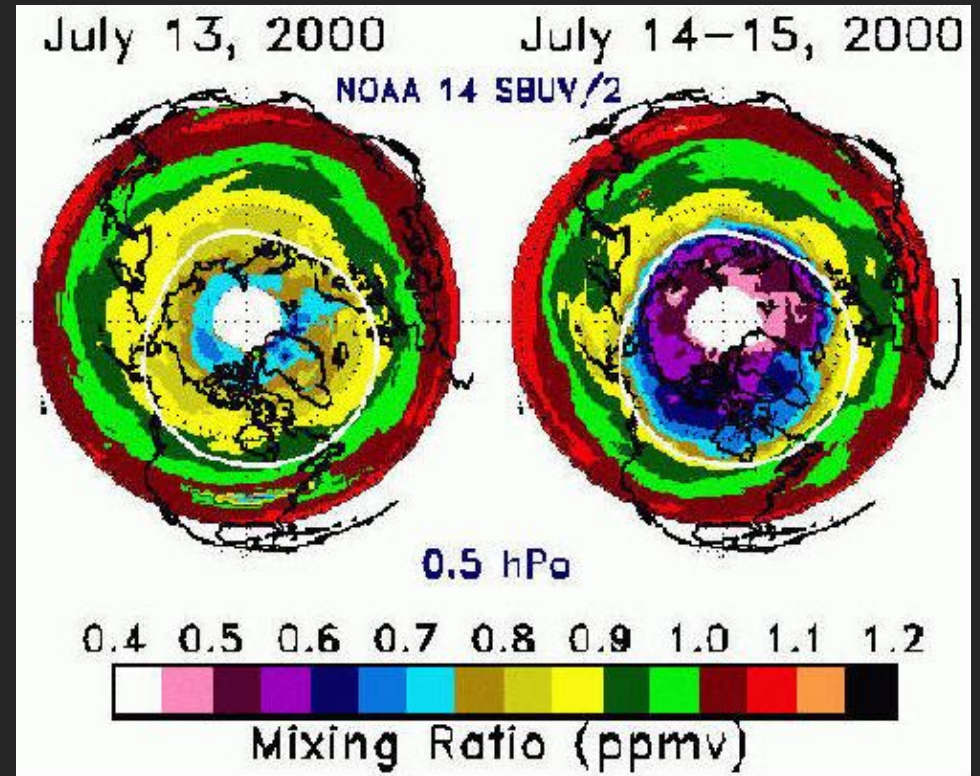
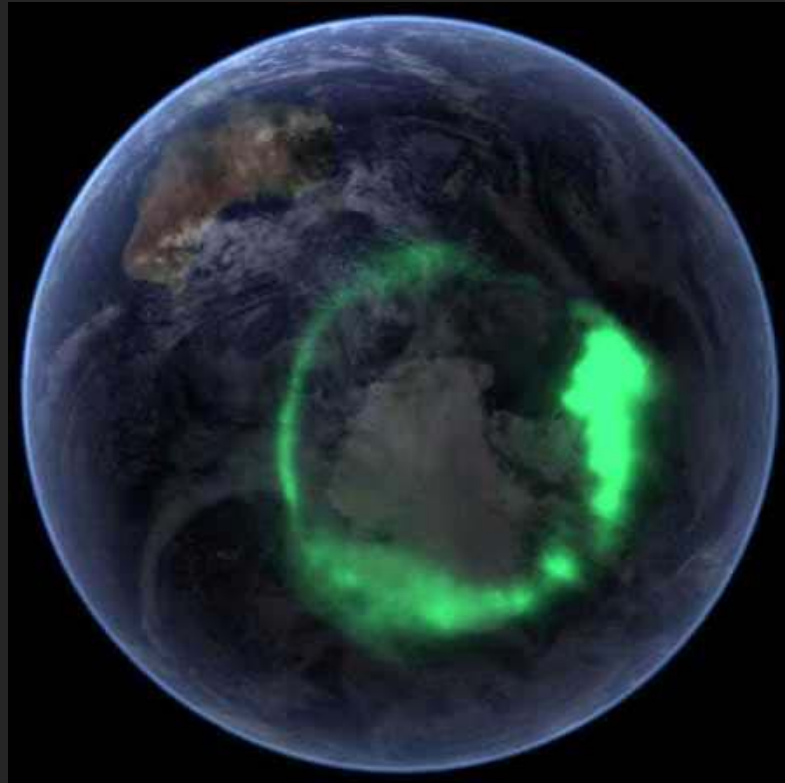
[Kallenrode, 2005, suw]

Modellbestandteile

- Empirisches Modell
 - Räumliche Verteilung Teilcheneinfall Oberkante Atmosphäre
 - In-situ Satellitenmessungen
 - POES: Polar Orbiting Environmental Satellite
 - 850 km, $i=98^\circ$
 - Mindestens 2 Satelliten mit nahezu senkrecht aufeinander stehenden Bahnebenen
- Physikalisches Modell
 - Höhenprofil der Ionisation (Energieverlust)
 - Monte-Carlo Simulation
 - Erlaubt auch die Berücksichtigung von Elektronen (Vielfachstreuung)
 - Erlaubt die Berücksichtigung von Sekundärteilchen
 - GEANT-4 (Cern)



Empirisches Modell

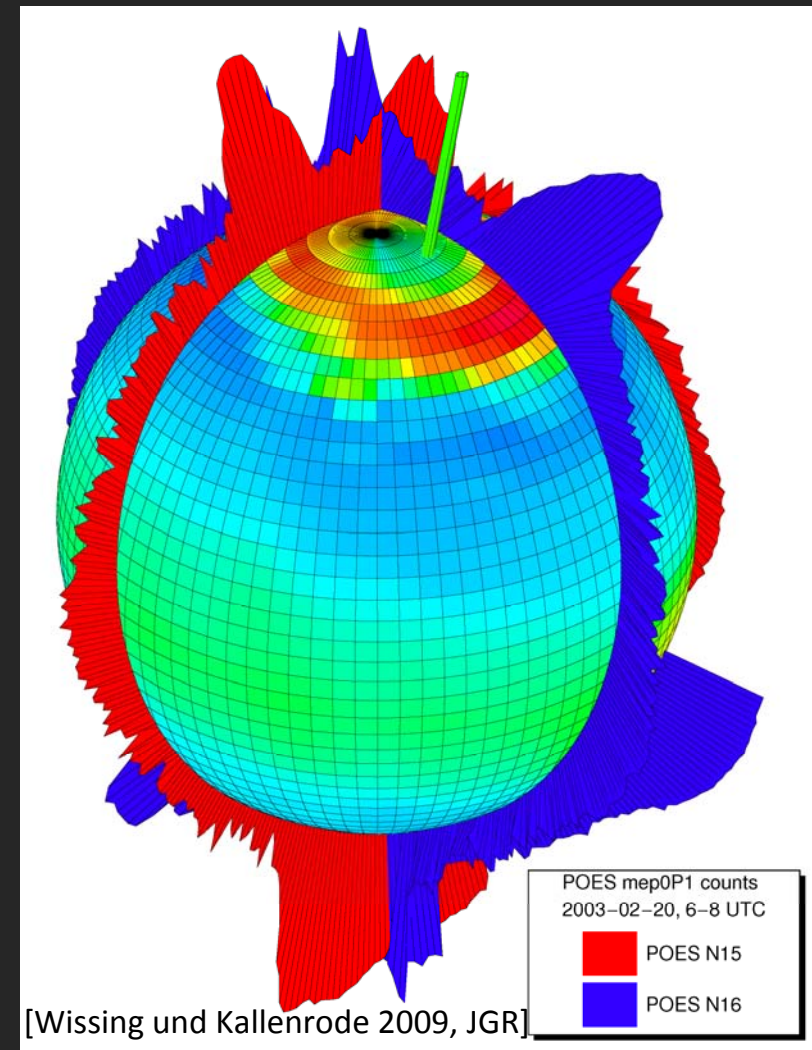
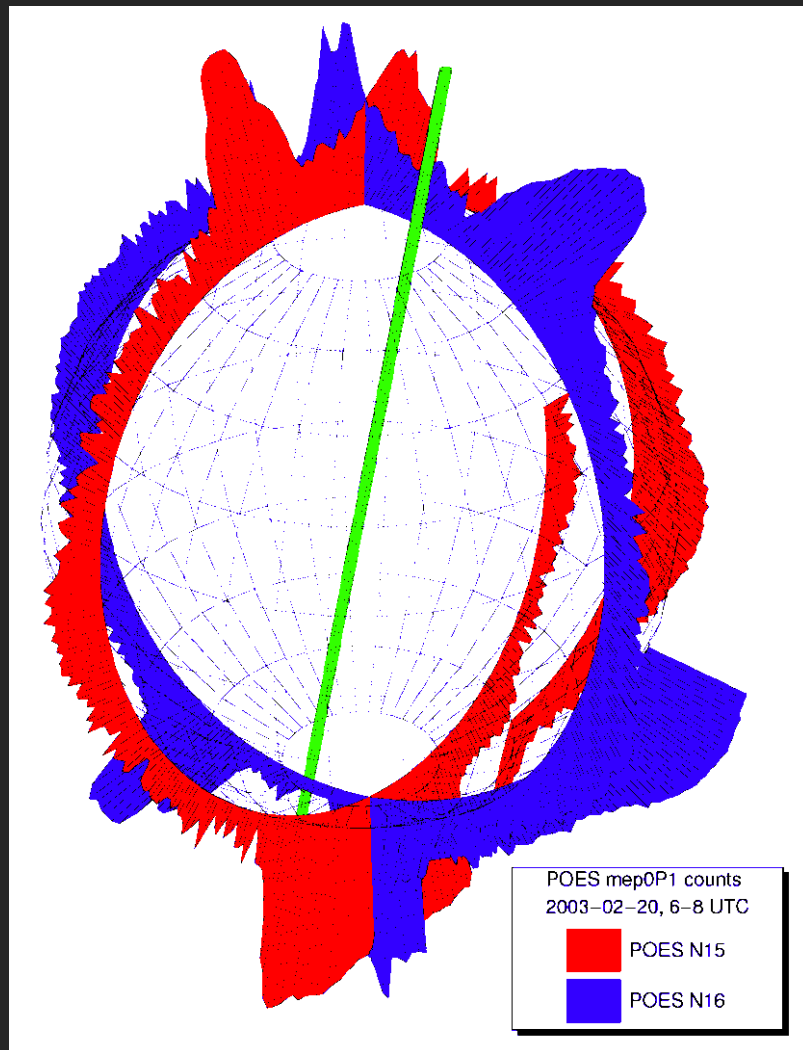


[Jackman et al., 2003 GRL]

- echter Schnappschuss (Momentaufnahme)
- Echtfarben
- Voraussetzung: remote sensing

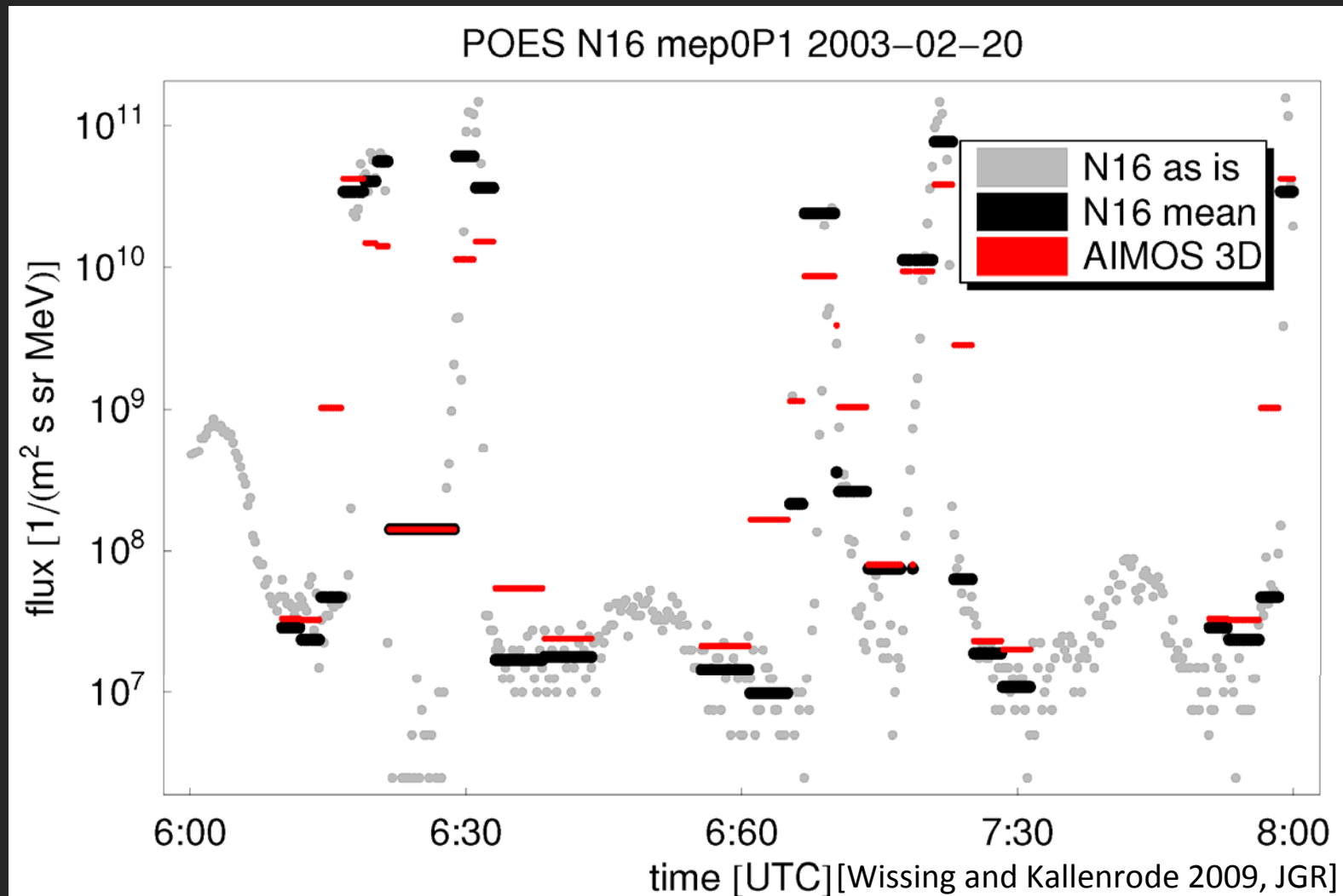
- Keine Momentaufnahme, sondern Montage
- Falschfarben
- Alls in-situ Daten z.B. Teilchen
- Alle remote sensing Daten bei kleinem Blickwinkel, z.B. Ozon und andere Spurengase

Vom Orbit zur Karte



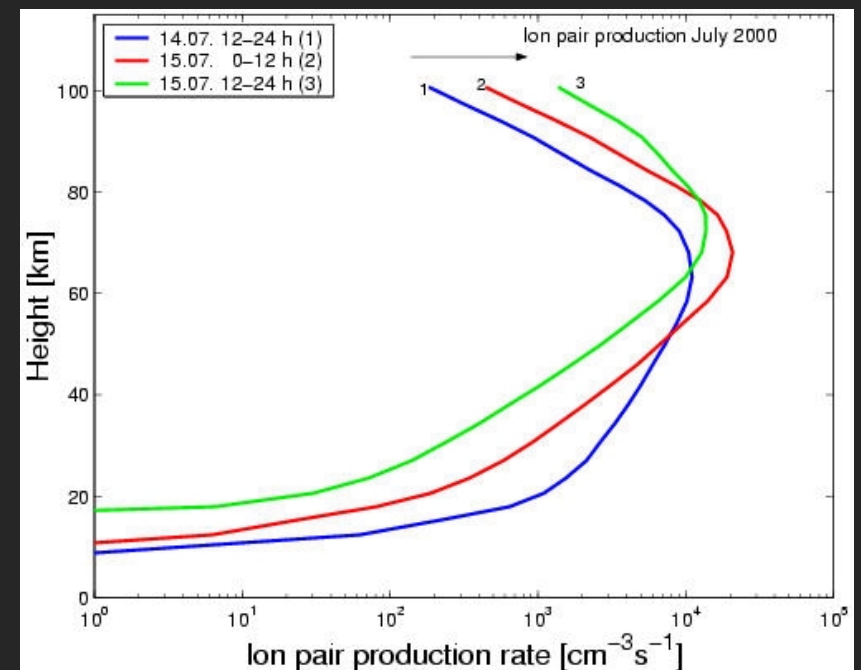
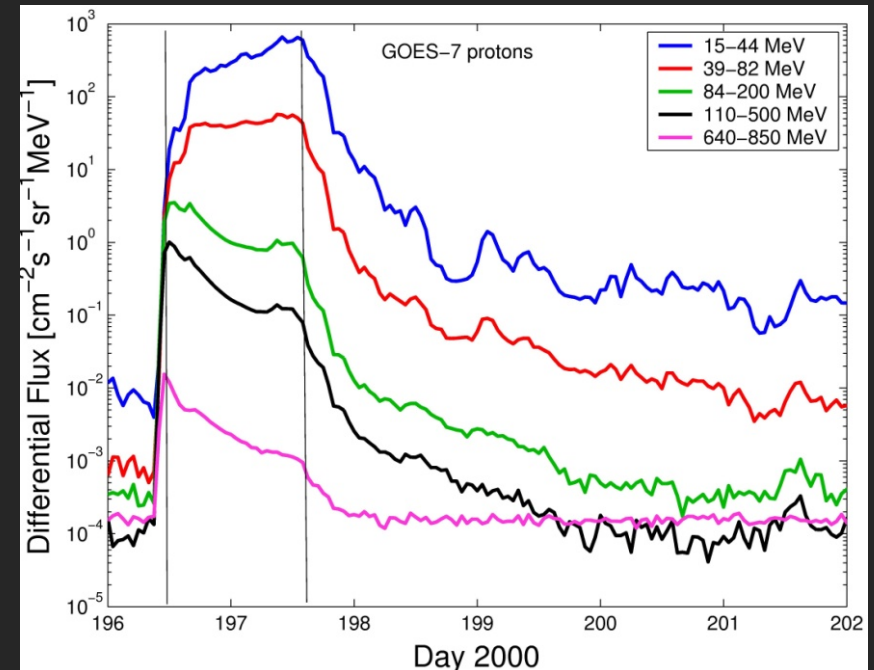
Sortierung nach:
magnetischer Lokalzeit; geomagnetischem Index; Jahreszeit; Phase im Solarzyklus

Test: „Vorhersage“

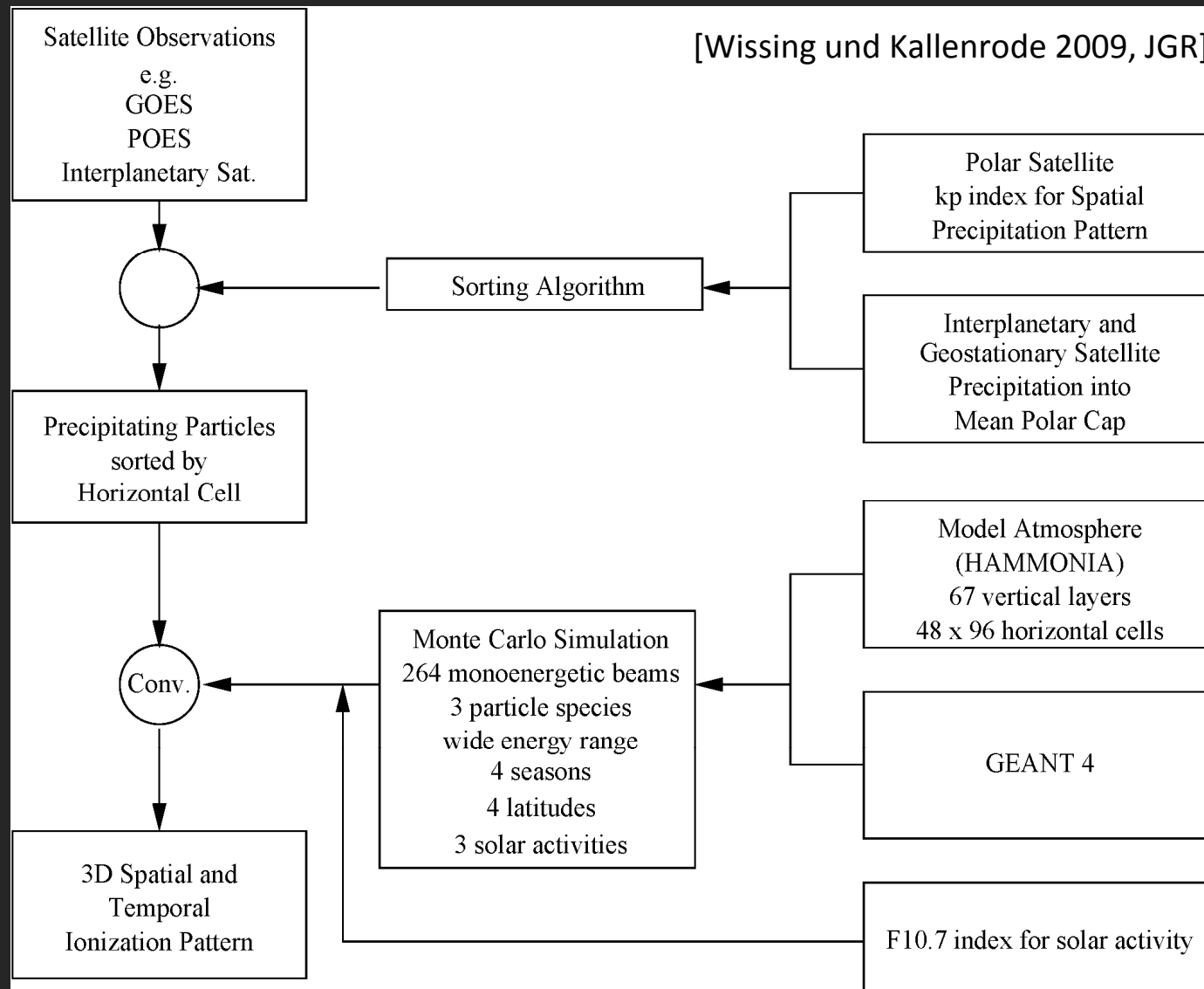


Monte Carlo Simulation

- Annahme: Einzelteilchen
 - Keine WeWi der Teilchen untereinander
 - Keine signifikante Veränderung des Targets
- Referenzruns
 - Simulation an festen Stützstellen in der Energie
 - Statistische Signifikanz (hinreichende Teilchenzahl)
 - Target hängt ab von
 - Geographischer Breite
 - Jahreszeit
 - Phase im Solarzyklus
 - Standardatmosphären
- Teilchenmessung → Ionisationsrate
 - Darstellung Teilchenintensitäten als Spektrum (broken power-law)
 - Faltung Referenzruns mit aktuellem Spektrum
 - Jeder Gitterzelle separat



Atmospheric Ionization Model Osnabrück (AIMOS)



Ziel: calculation.php?userID=JM&sessionpwd=683343077

logged in as Jan Maik

logout



AIMOS - Atmosphere Ionization Module OSnabrueck

- information**
 - What is AIMOS?
 - information (README)
- intern**
 - user data
 - definition: grid
 - definition: pressure
 - calculation
 - download
 - forum - faq
- Admin**
 - Mitglieder verwalten

2	Bernd Funke	28 Schichten, ca. 20-70km
3	0.01 Pa	nur die Schicht um 0.01 Pa
4	0.016 Pa	nur die Schicht 0.016 Pa
5	SOCOL	Marco Calisto ETH Zürich SOCOL Modell
6	Charles WACCM	Charles WACCM
7	Alexei CAO	Alexei Krivolutsky CAO

select options for calculation - at the moment 2002 doy 1 to 2005 doy 365 are available (doy=day of year, [information: how to convert date to day of year](#))

grid ID:

pressure ID:

time intervals:

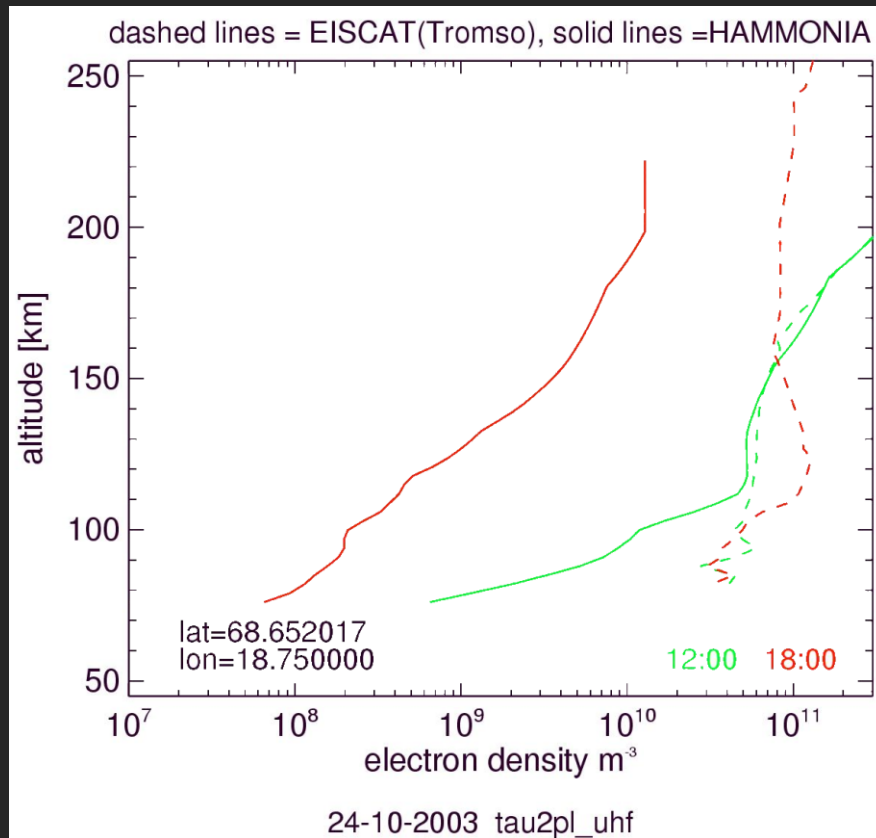
starting day: year:

ending day: year:

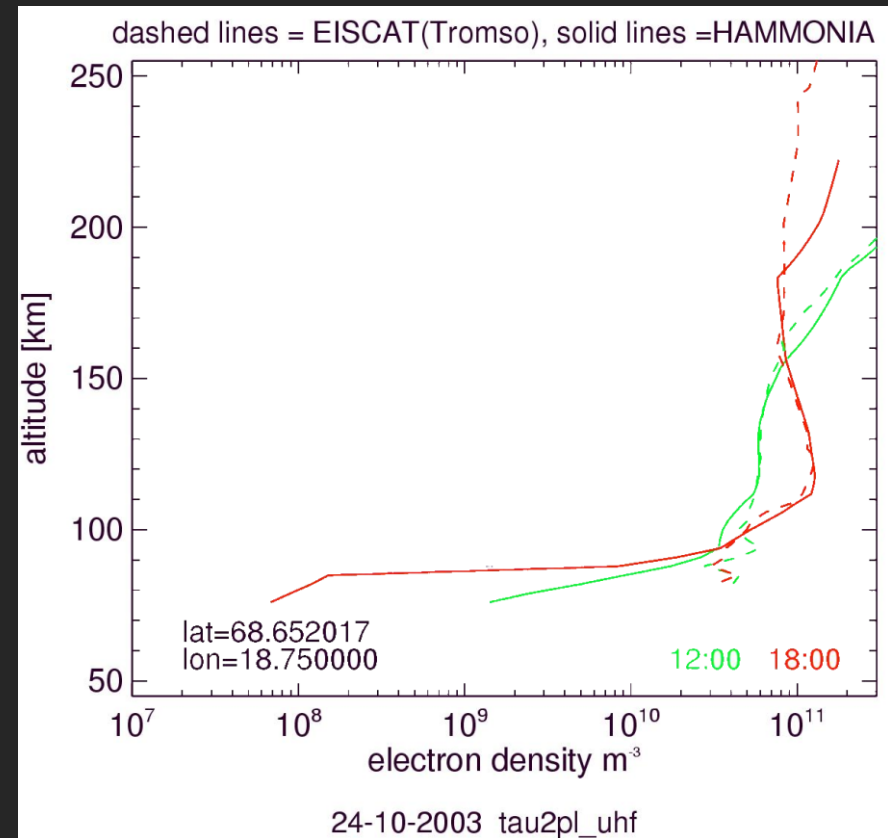
You can only do one calculation at a time. Remeber to download the results afterwards. They will be overwritten by your next calculation!

Test: EISCAT

Ohne Teilchen

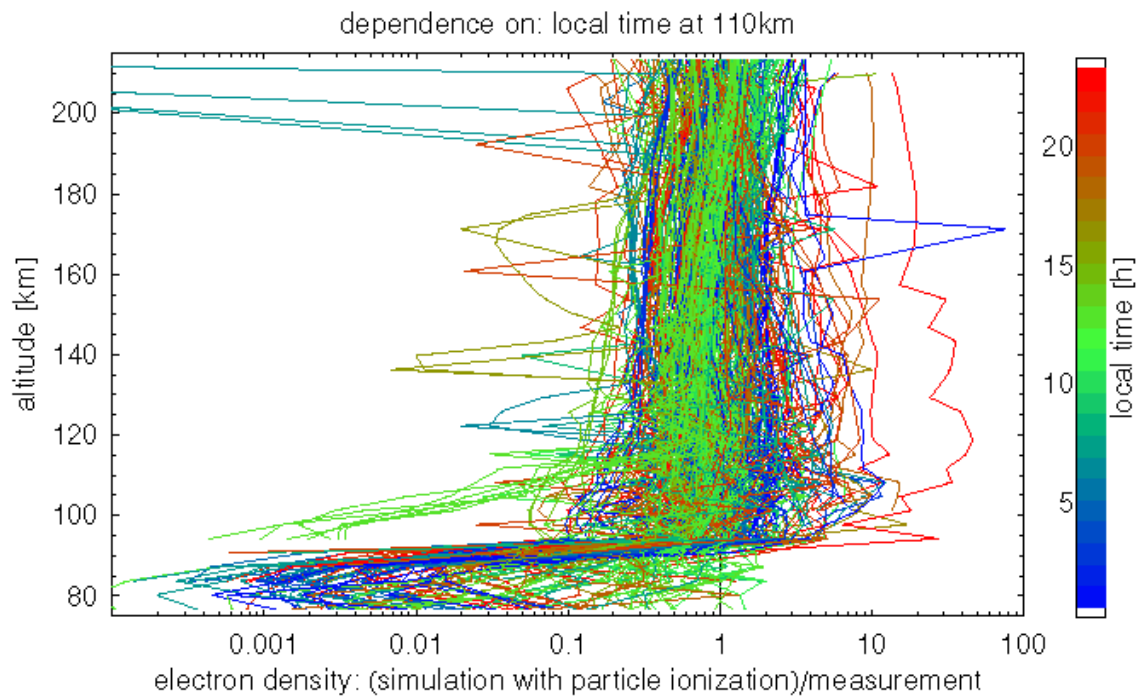
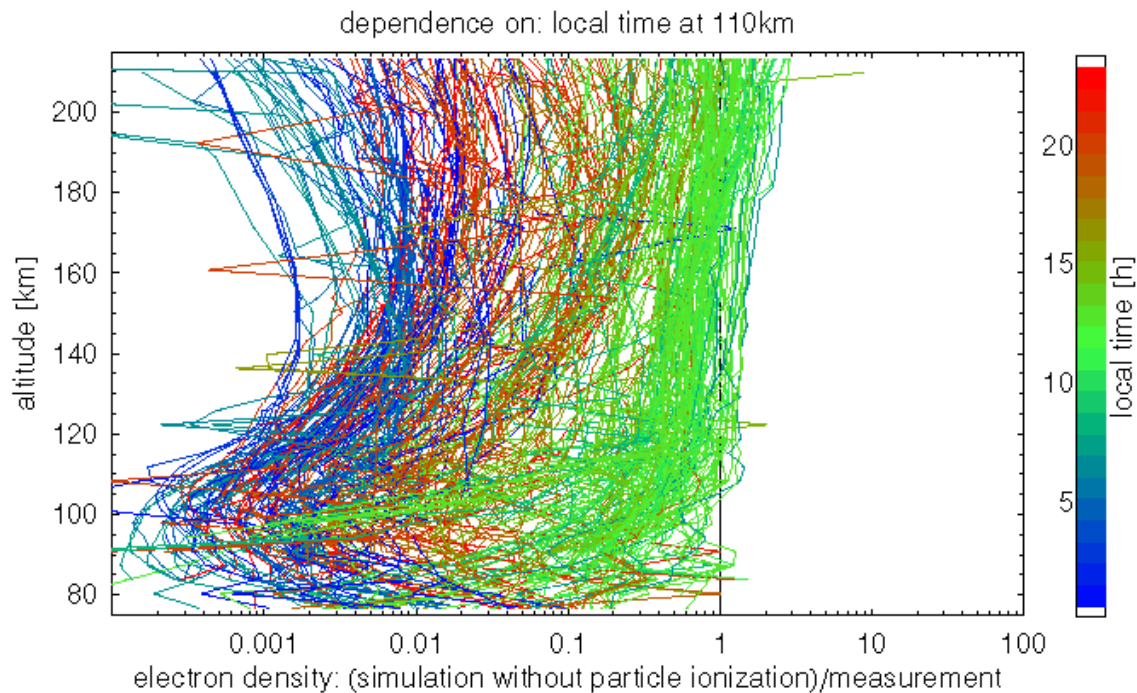


Mit Teilchen



Elektronendichten im Klimamodell

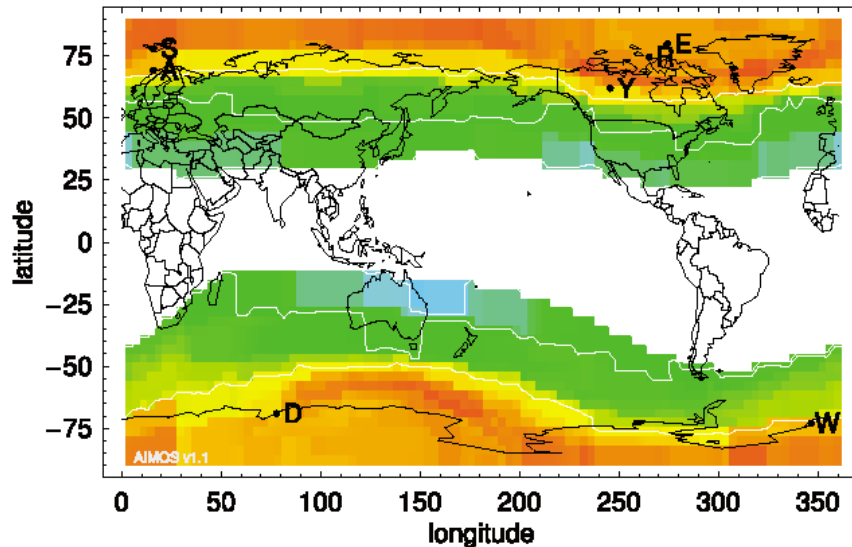
- HAMMONIA Elektronendichten
- EISCAT Messungen
- Abweichungen um Größenordnungen, insbesondere nachts
- Klimamodell brauchen die Information über die energiereichen Teilchen!



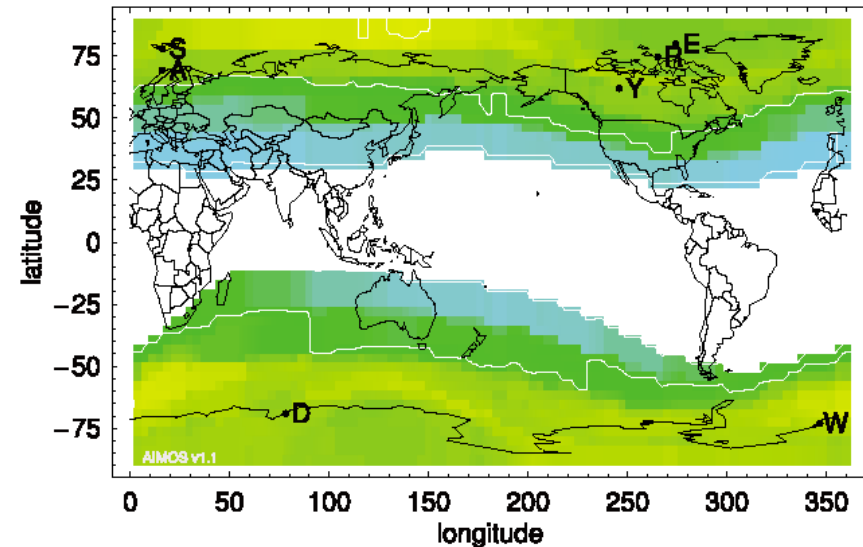
[Wissing et al. 2010b, JGR]

Warum dieses MischMasch?

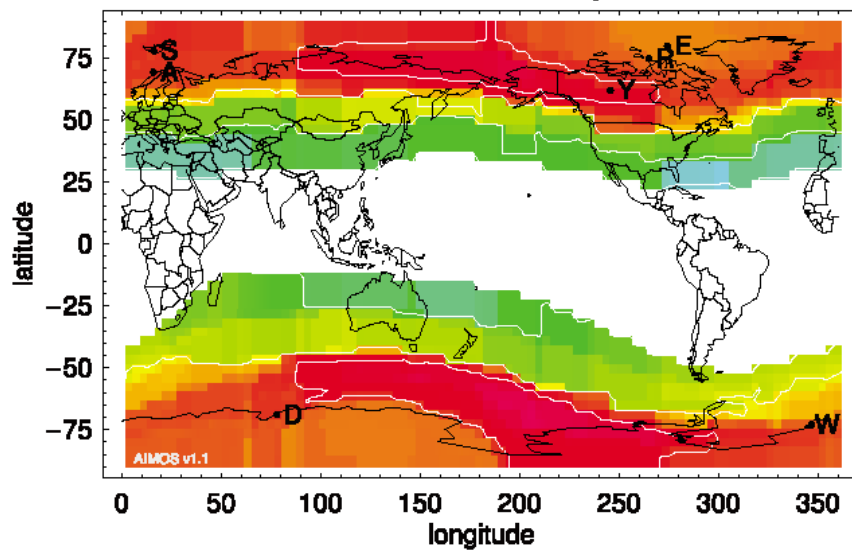
electron ionization rate total column (day 296, 10-23-2003)



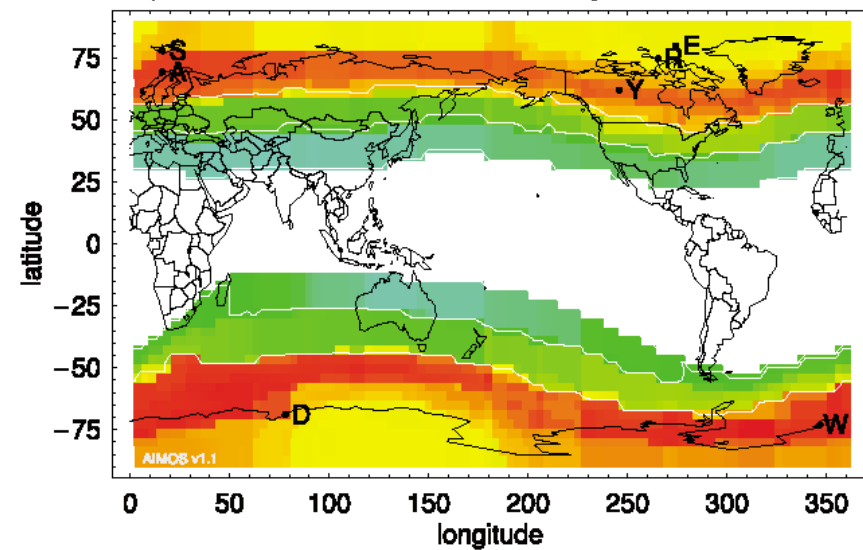
proton ionization rate total column (day 296, 10-23-2003)



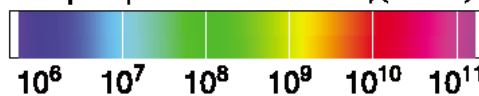
electron ionization rate total column (day 297, 10-24-2003)



proton ionization rate total column (day 297, 10-24-2003)



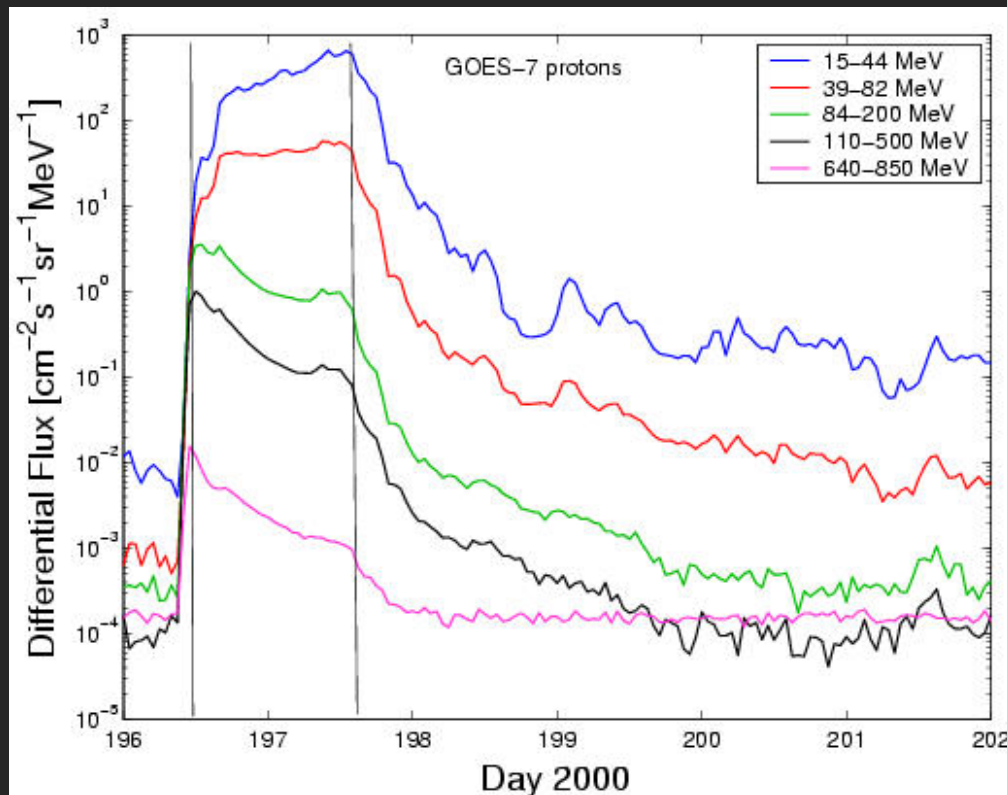
ion pair production column/(s cm²)



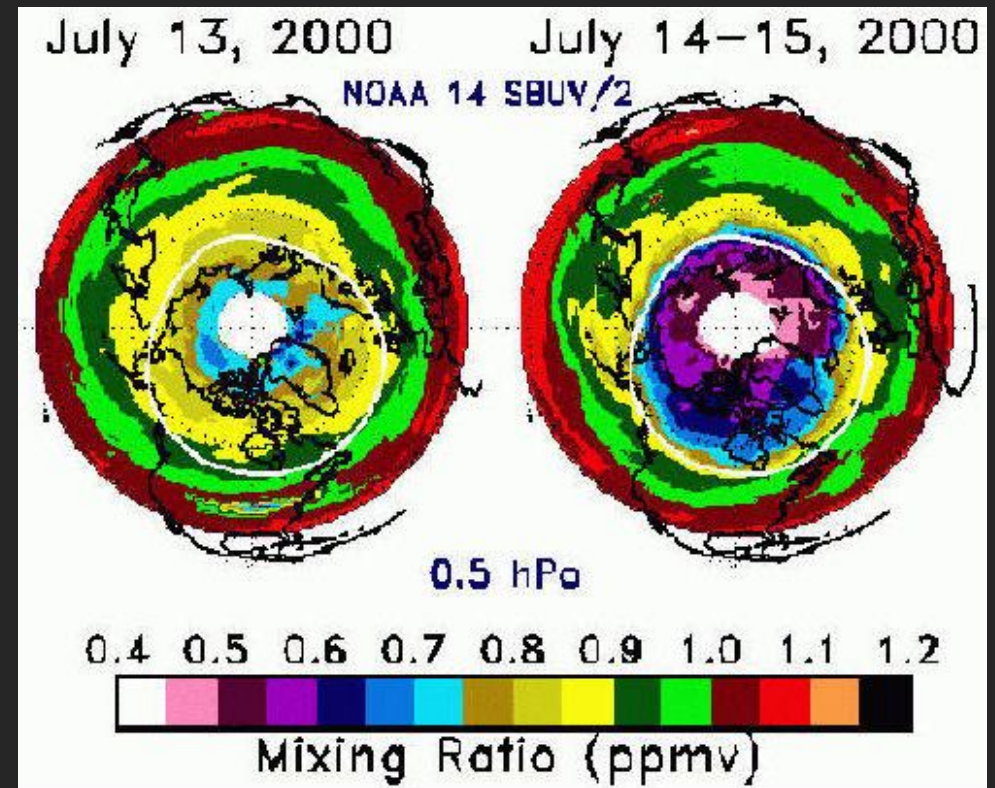
[Wissing et al. 2010a, JGR]

Beispiele: Sonne und Ozon

Solare Teilchen

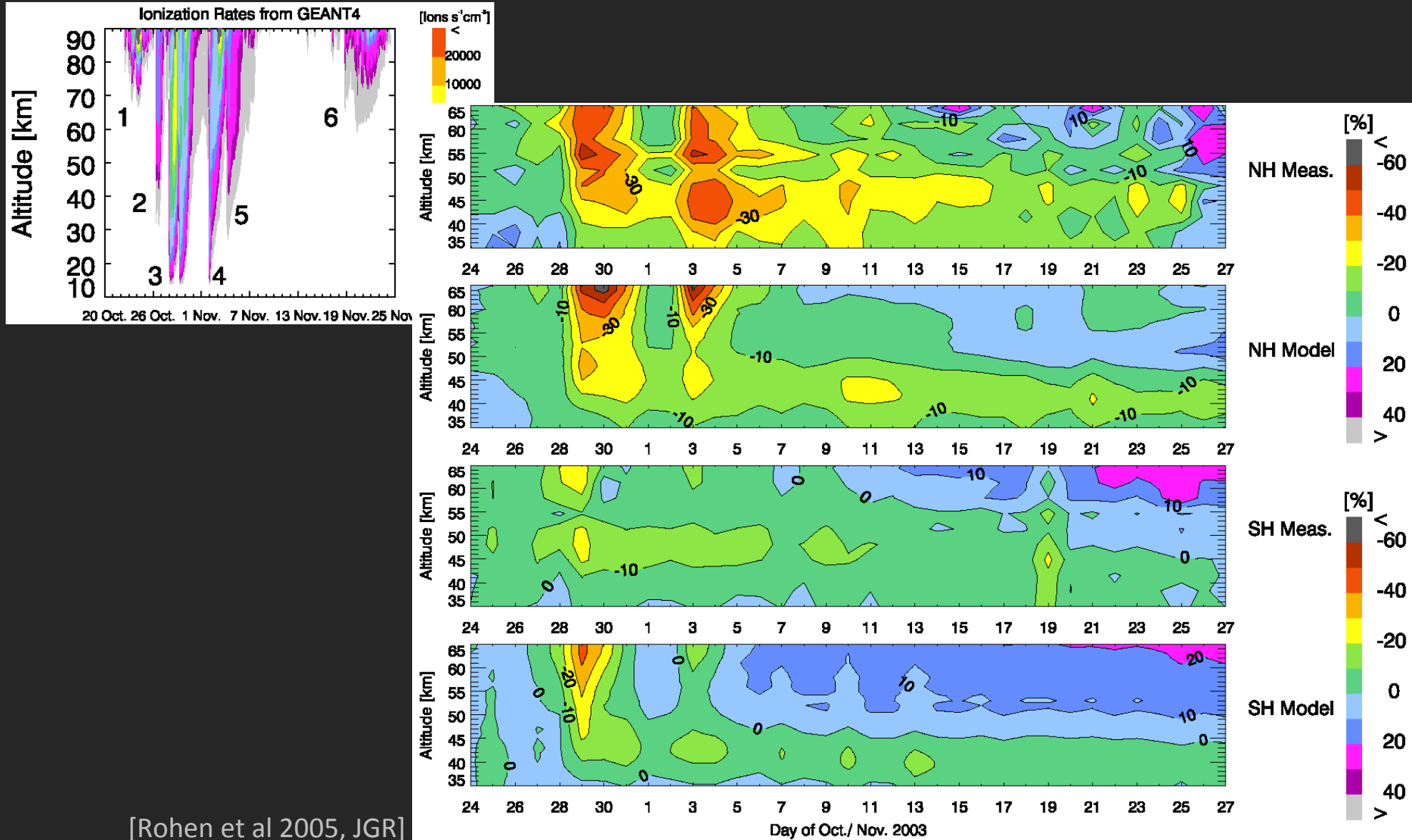


Ozon

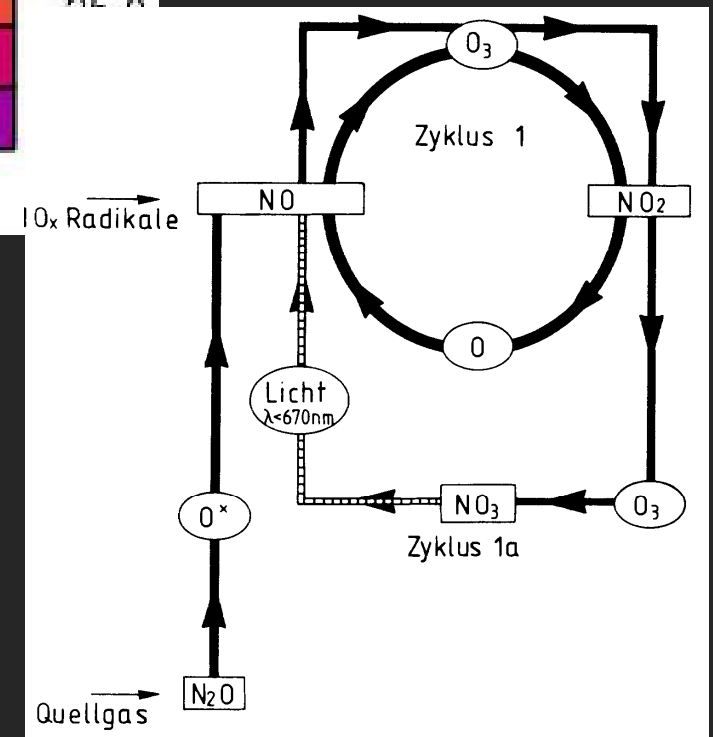
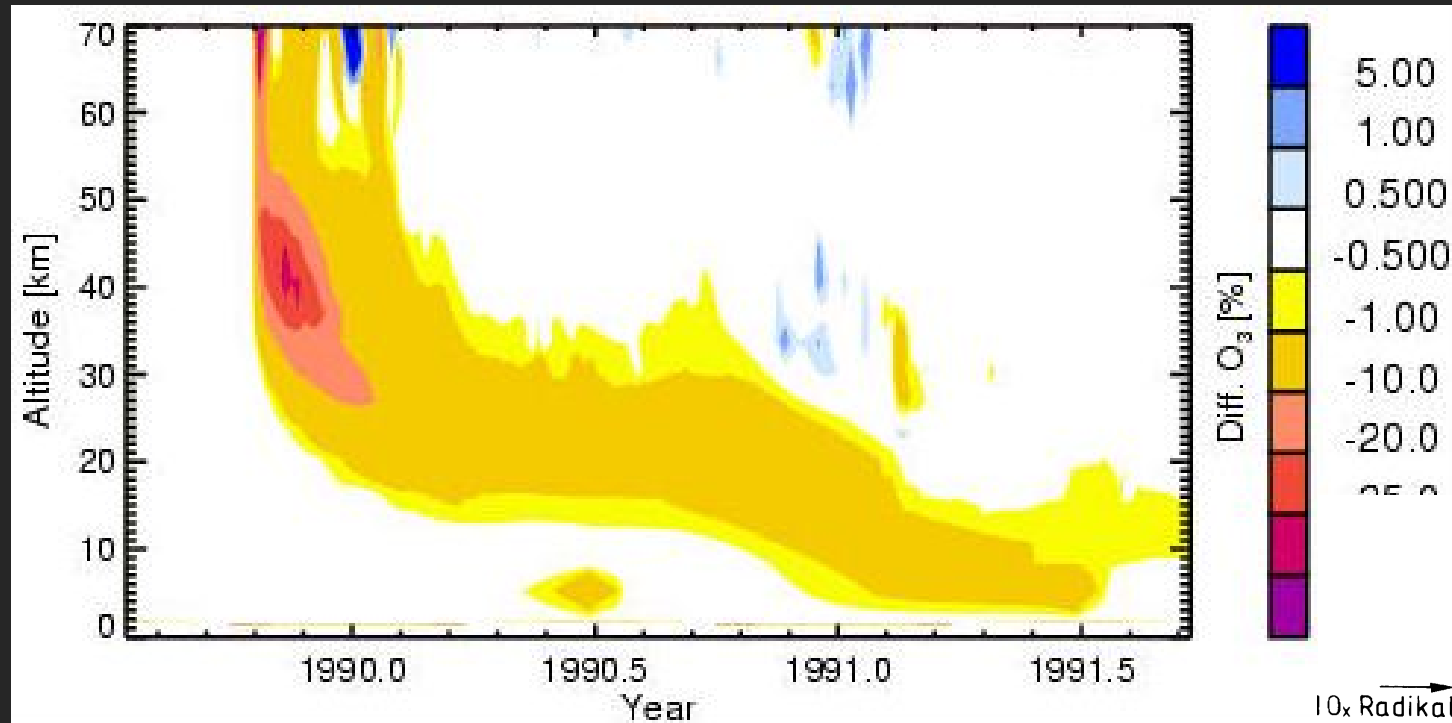


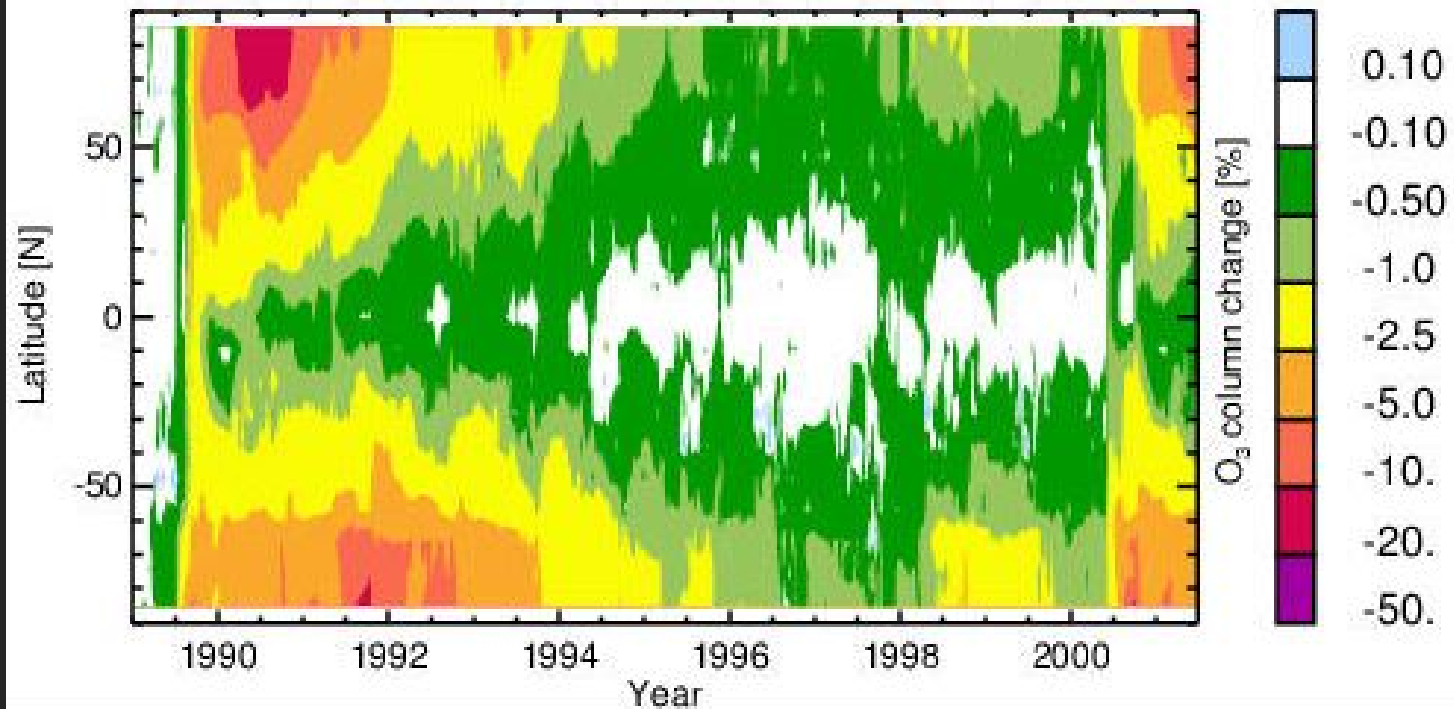
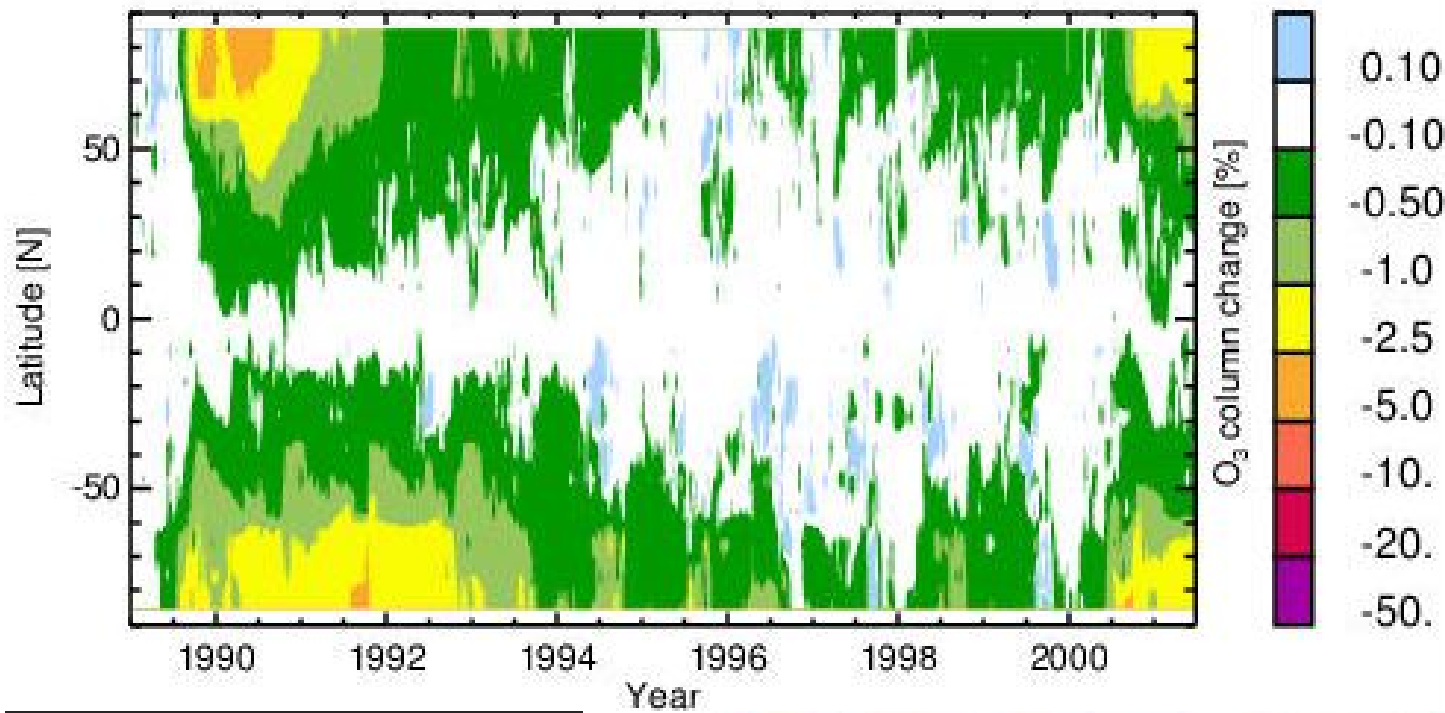
[Jackman et al., 2003 GRL]

Ein komplexeres Beispiel



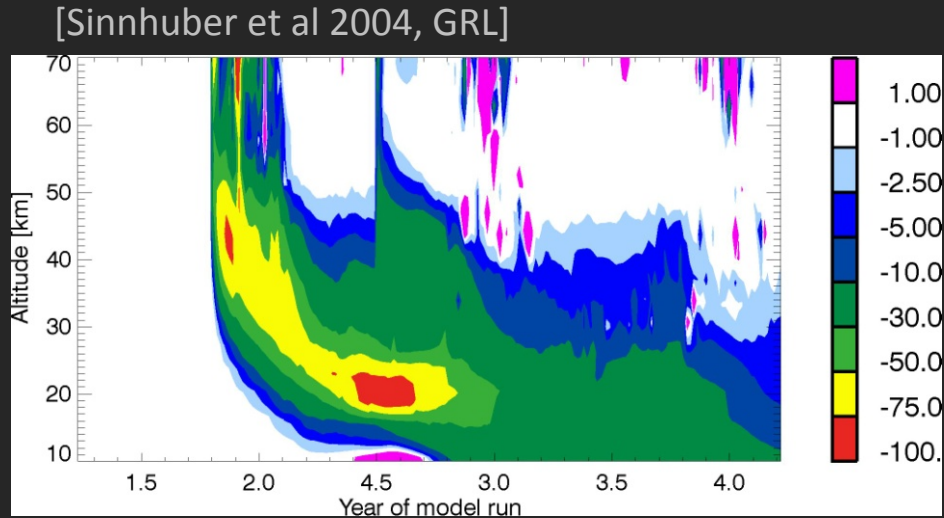
Längerfristige Betrachtungen



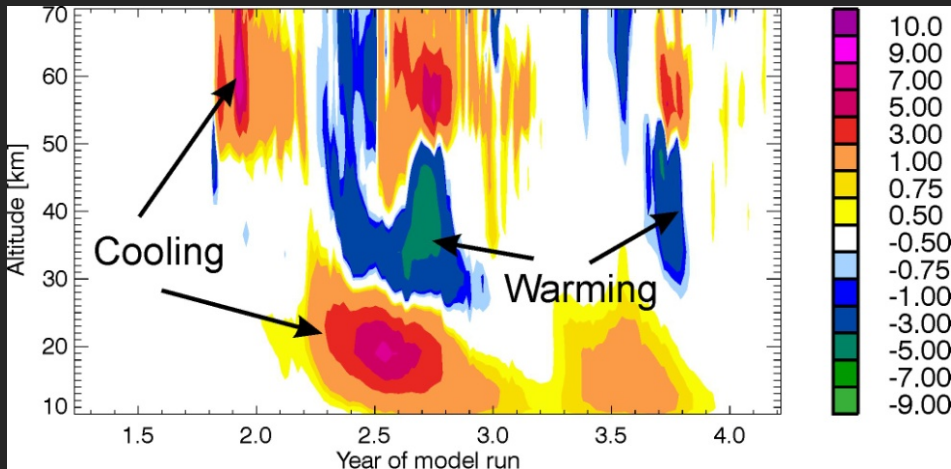


Teilchen, Ozon und Temperatur

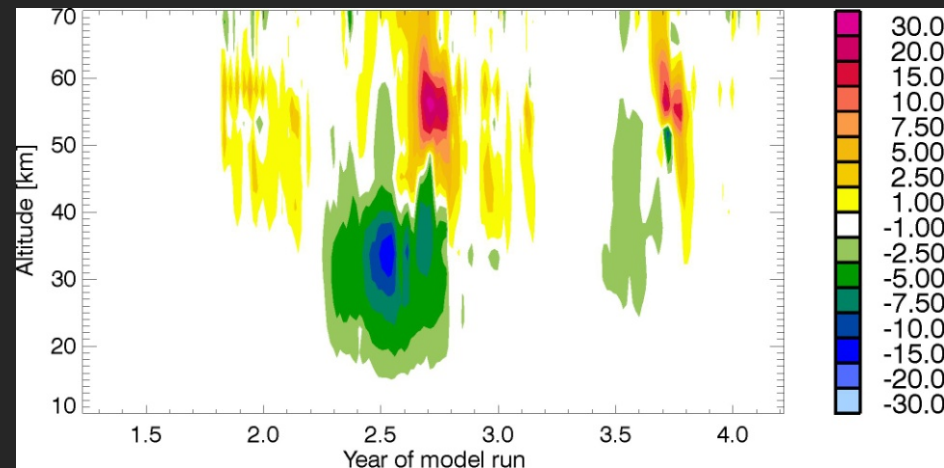
Ozonabnahme 75N



Temperaturänderung 75N



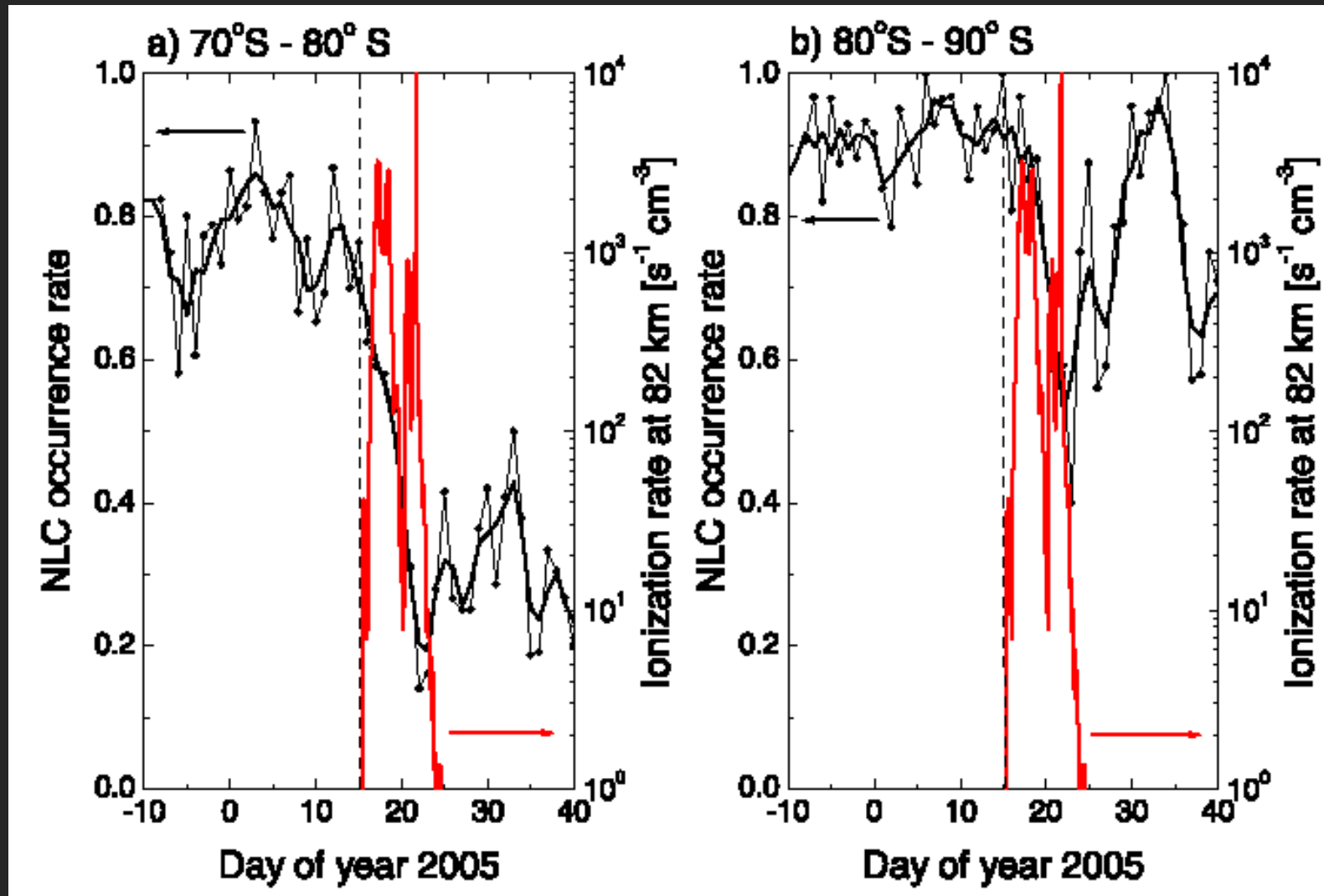
Änderung Windgeschwindigkeiten 75N



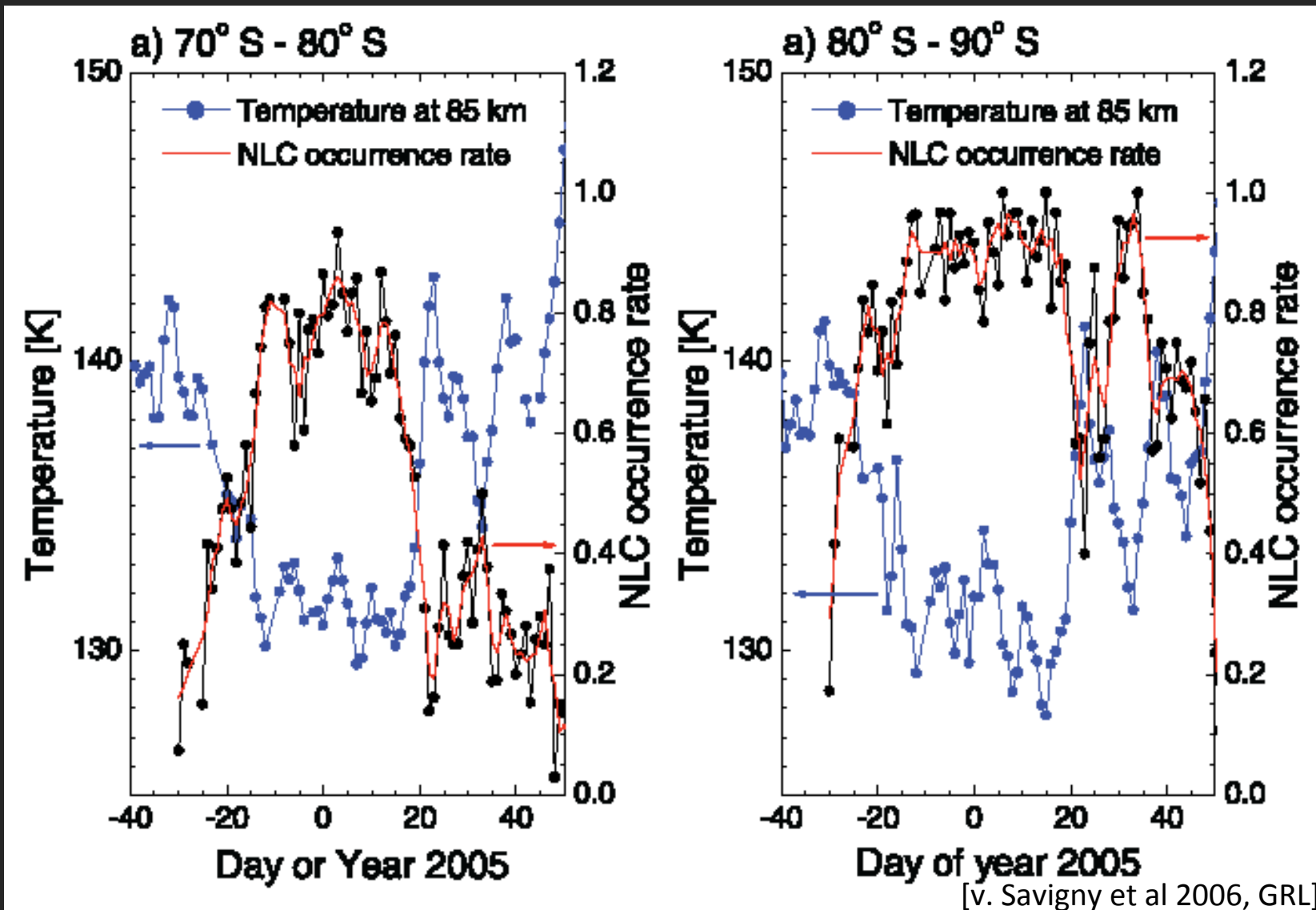
Nachtleuchtende Wolken (NLC)

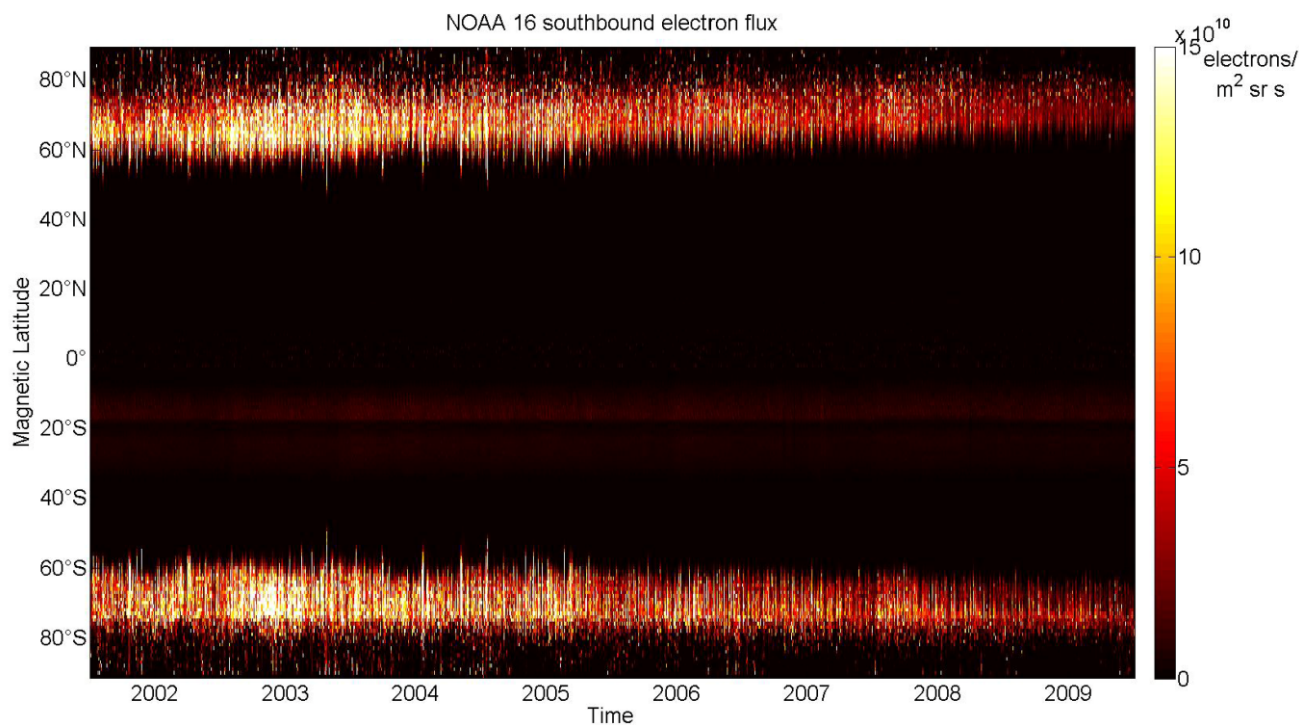
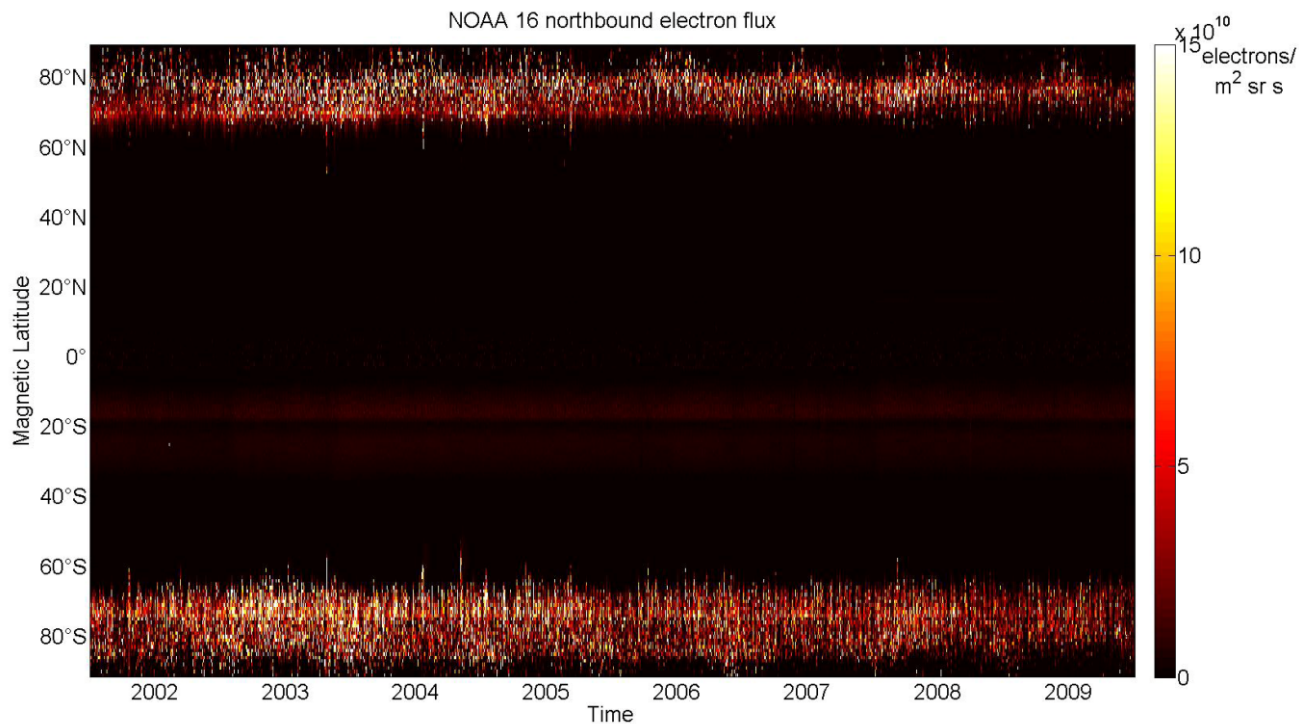


NLCs und Teilchen



NLCs und Temperatur





Aktuelles

- Ein ungewöhnliches solares Minimum
- Das Polarlichtoval wird kleiner und zieht sich Richtung Pol zurück
- Die Elektronenflüsse im Polaroval sind deutlich reduziert
- Die solaren Teilchen sind abwesend
- Flüsse der galaktischen kosmischen Strahlung sind erhöht
- Konsequenzen?

Zusammenfassung

- Energiereiche Teilchen aus verschiedenen Quellen (Sonne, Magnetosphäre, galaktische kosmische Strahlung) ionisieren die Atmosphäre
- Die räumliche und zeitliche Verteilung dieser Teilchen variiert mit solarer und geomagnetischer Aktivität
- Entsprechende Variationen zeigen sich auch in den Ionisationsraten
- Aus der Beobachtung von Polarlichtern sind die Variationen ebenso wie die Tatsache der Anregung und Ionisation schon länger bekannt
- Die Ionisation greift in die Atmosphärenchemie ein: Produktion von Stick- und Wasserstoffoxiden und Ozonabbau
- Ozon ist ein Strahlungsaktives Gas: Änderungen führen zu Änderungen der Temperaturverteilung
- Änderungen in der Temperaturverteilung sind offensichtlich in nachleuchtenden Wolken. Sie sind auch mit der Änderung von Windgeschwindigkeiten verbunden
- → energiereiche Teilchen greifen in Chemie und Dynamik der Atmosphäre ein und haben damit über Rückkopplungen das Potential das Klima zu beeinflussen
- Modelle sind vereinfachte Beschreibungen der Realität. Sie basieren auf Annahmen und unvollständigen Daten. Tests und Weiterentwicklung haben noch einen weiten Weg zu gehen.

Dank

- Arbeitsgruppe (inkl. Ehemalige)

- Jan Maik Wissing
- Christoph Kaliczinski
- Holger Badorrek
- Torsten Stamer
- Vanessa Kachel
- Jörg Schröter

- Externe

- M. Sinnhuber, J. Notholt, C. von Savigny et al. (IUP U Bremen)
- H. Schmidt, J. Kieser (MPI Hamburg)
- M. Calisto (ETH Zürich)
- E. Rozanov (Met. Obs. Davos)
- Ch. Jackman (NASA Goddard)
- W. Singer (IAP Kühlungsborn)
- G. Förster (GFZ Potsdam)
- G. Stiller, Th. Reddmann (KIT)
- K.-H. Glassmeier, A. Stadelmann (TU Braunschweig)
- J. Vogt (Jacobs Uni Bremen)
- G.-H. Voigt (FH Aachen)
- M. Rietveld (EISCAT Tromsö)
- Phil Erickson (MIT Haystack Obs.)
- M. McCready (SRI Int.)