

# SWACI – ein neuer Ionosphären-Wetterdienst

**N. Jakowski, S. Stankov, C. Mayer, C. Becker, S. Schlüter**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),  
Institut für Kommunikation und Navigation, Neustrelitz, Germany



# Übersicht

- **Das Projekt SWACI**
- **Zielstellungen**
- **SWACI- Service, die Produkte**
  - Bodengestützte Messungen
  - Radiokkultationsmessungen auf CHAMP
  - Rekonstruktion der oberen Ionosphäre/Plasmasphäre
- **Kooperationsbeziehungen, Partner**



# Space Weather Application Center – Ionosphere SWACI

## Das Projekt

- **Gemeinsames Projekt der DLR Institute: Institut für Kommunikation und Navigation und Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum in der Außenstelle Neustrelitz**
- **75% finanziert durch das Wirtschaftsministerium MV**
- **Laufzeit: 1 Juli 2004 – 31. Dezember 2006**

## Motivation

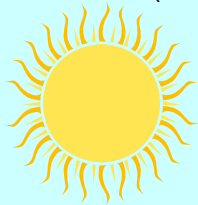
- **Die Ionosphäre beeinflusst die Radiowellenausbreitung in modernen Radiosystemen auf Frequenzen bis zu 10 GHz.**
- **Ionosphärische Störungen und Irregularitäten beeinträchtigen Genauigkeit, Funktionalität und Sicherheit der Nutzung von Globalen Navigationssatellitensystemen (GNSS).**

# SWACI - Zielstellung

## Reduzierung des Ionosphären- einflusses durch:

**Monitoring** der Ionosphäre mittels:

- **GNSS Bodenstationen** (DLR, BKG, IGS)
- **LEO Satelliten** mit GNSS-Empfängern  
CHAMP (GRACE, TerraSAR-X).



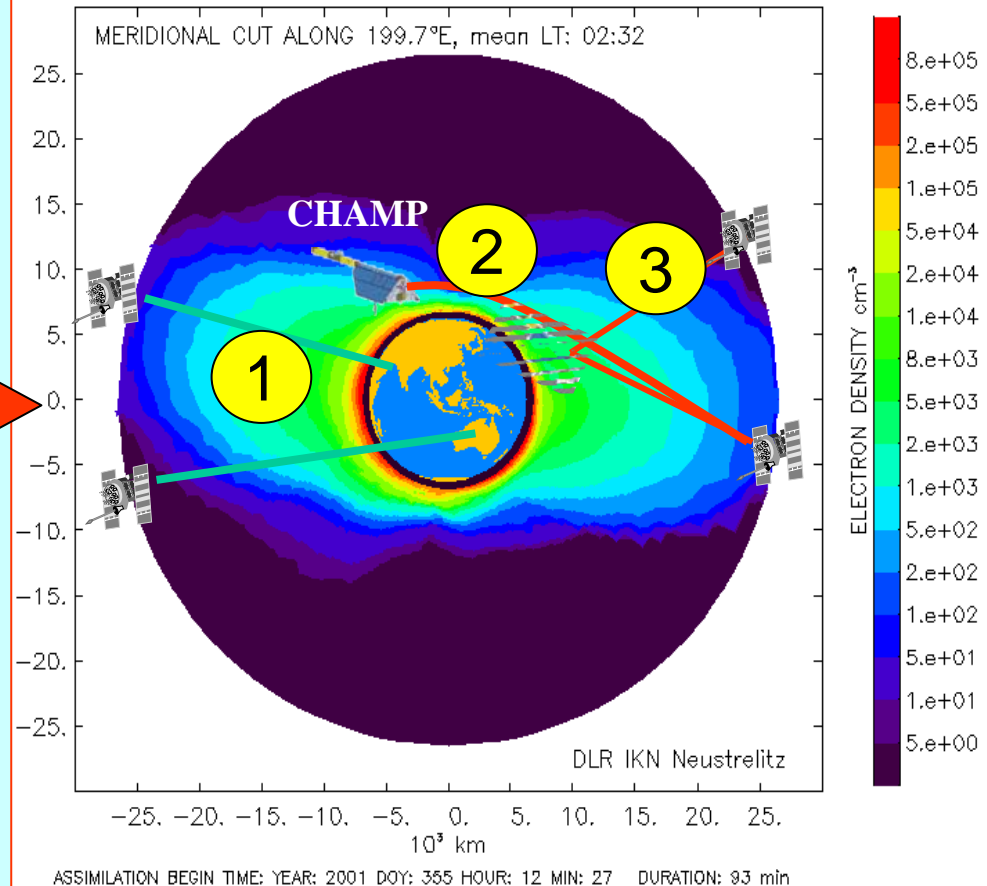
Strahlung / Sonnenwind

**Operationelle Bereitstellung** globaler  
ionosphärischer Informationen

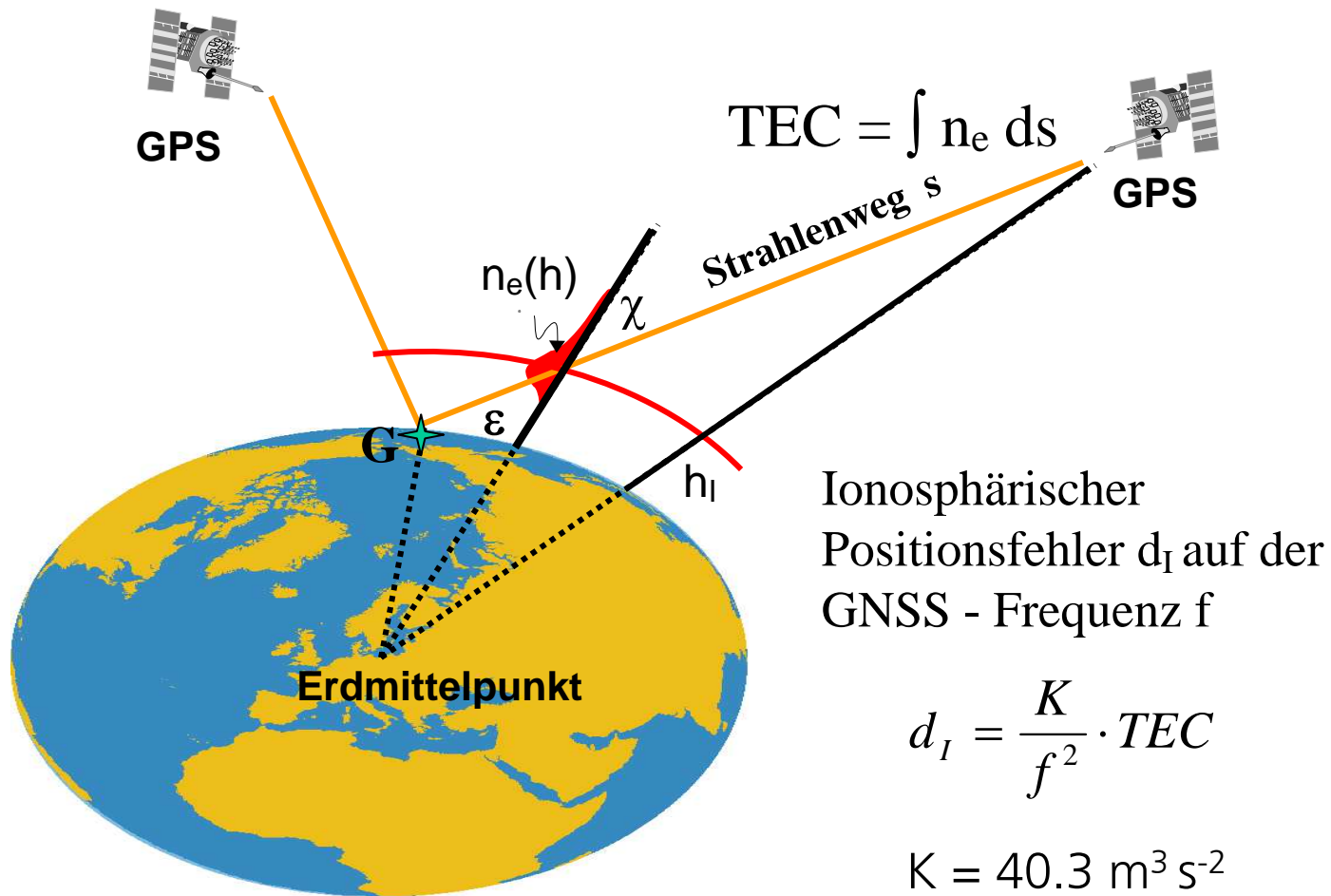
**Warnungen** vor starken ionosphärischen  
Störungen

**Vorhersage** des zu erwartenden  
ionosphärischen Verhaltens

**Post-Prozessierung** historischer Daten für  
Analyse und Modellierung



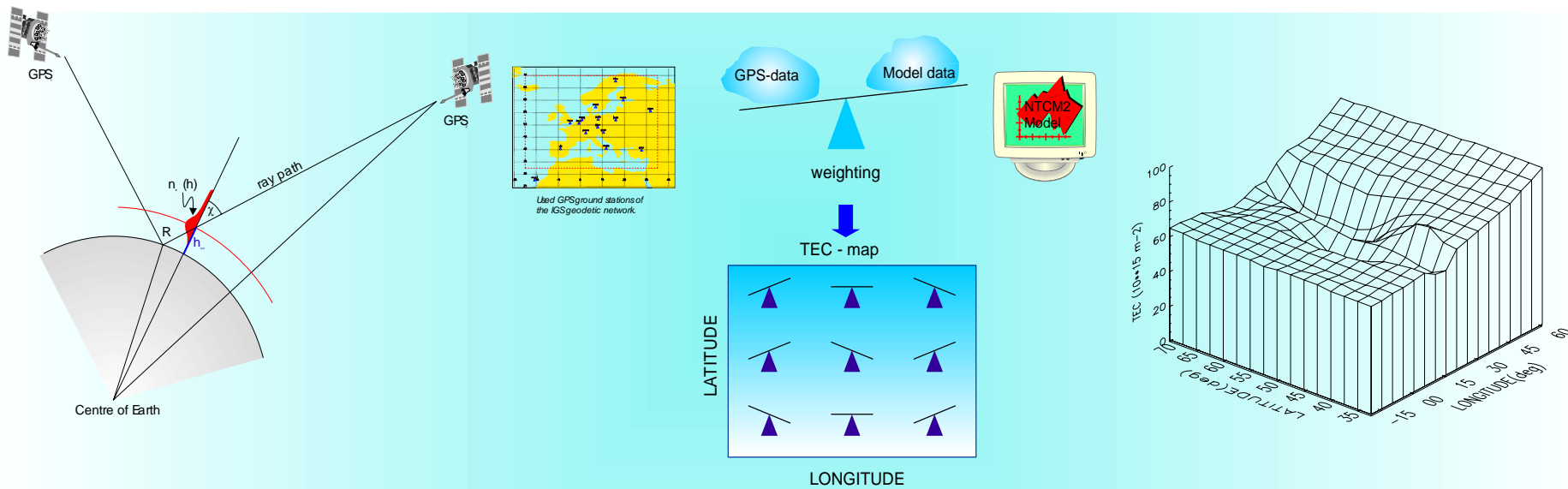
# Bodengestützte GNSS- Messungen



## Messprinzip



# Prinzip der TEC-Kartengenerierung im DLR



Messung  
Kalibrierung

Transformation  
in die Vertikale

Wichtung Messung- Model  
Assimilation der Daten in ein TEC Modell

TEC- Karte

● TEC Karten über Europa

● TEC Karten über Polarkappe

<http://www.kn.nz.dlr.de/daily/tec-eu> (\*)

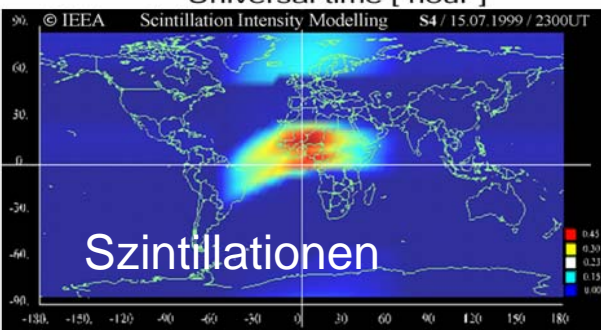
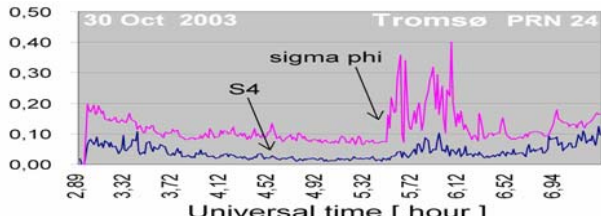
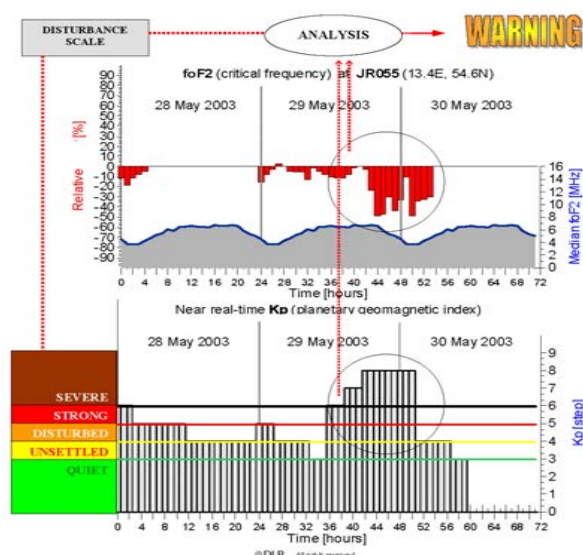
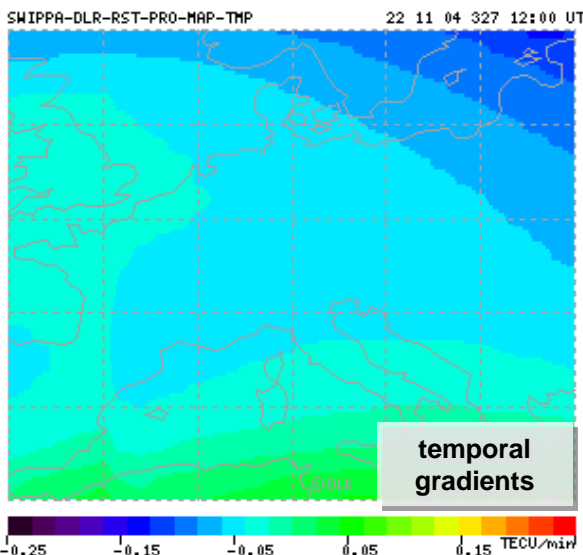
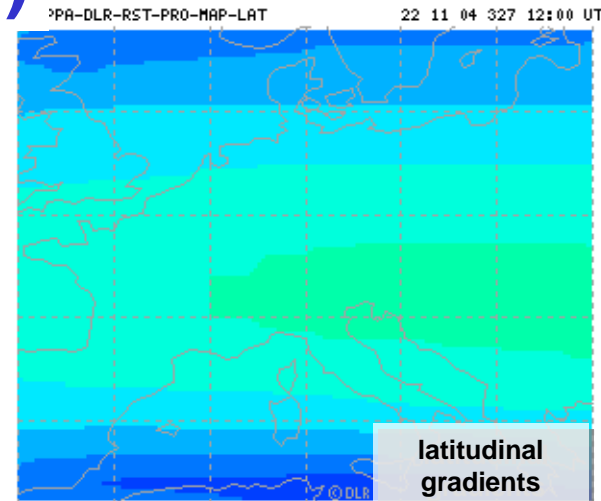
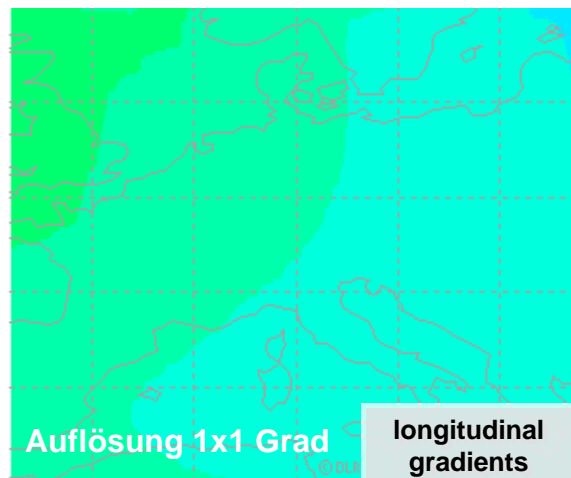
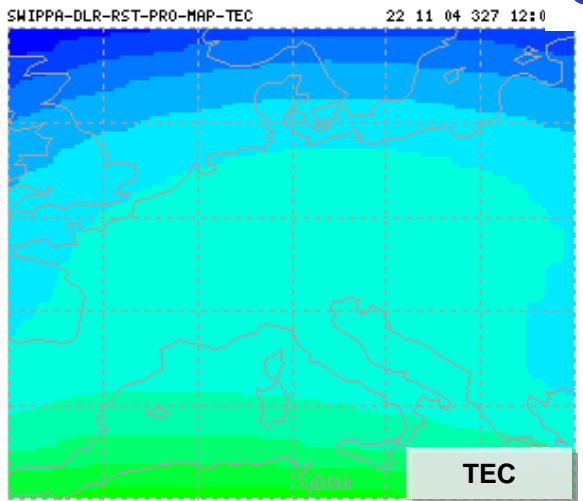
**operational (5 min):** <http://www.kn.nz.dlr.de/swaci>

<http://www.kn.nz.dlr.de/daily/tec-np> (\*)

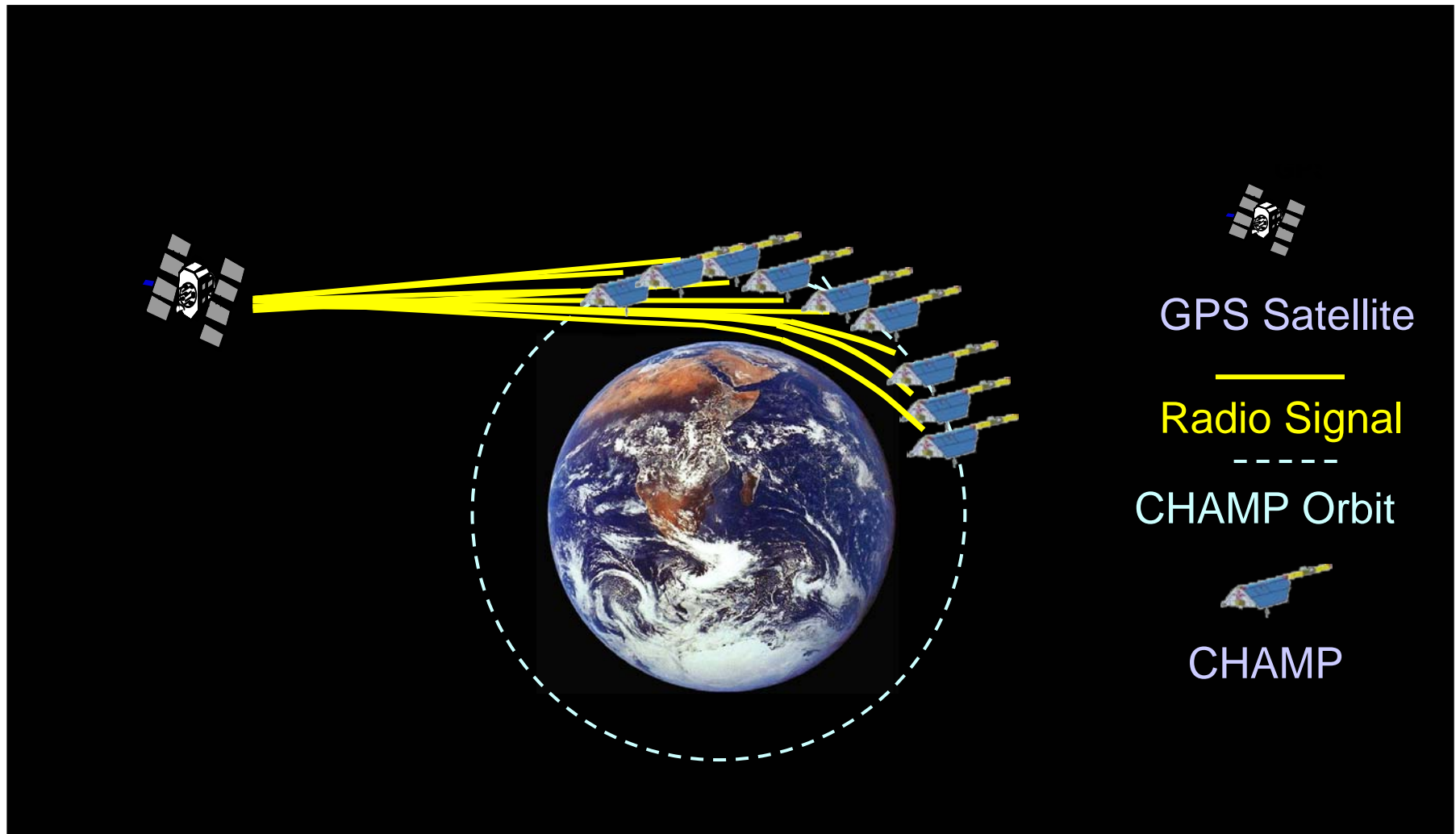
(\*) bodengestützte GPS- Messungen von IGS Stationen, Verzögerung 1 Tag



# SWACI Produkte (1)

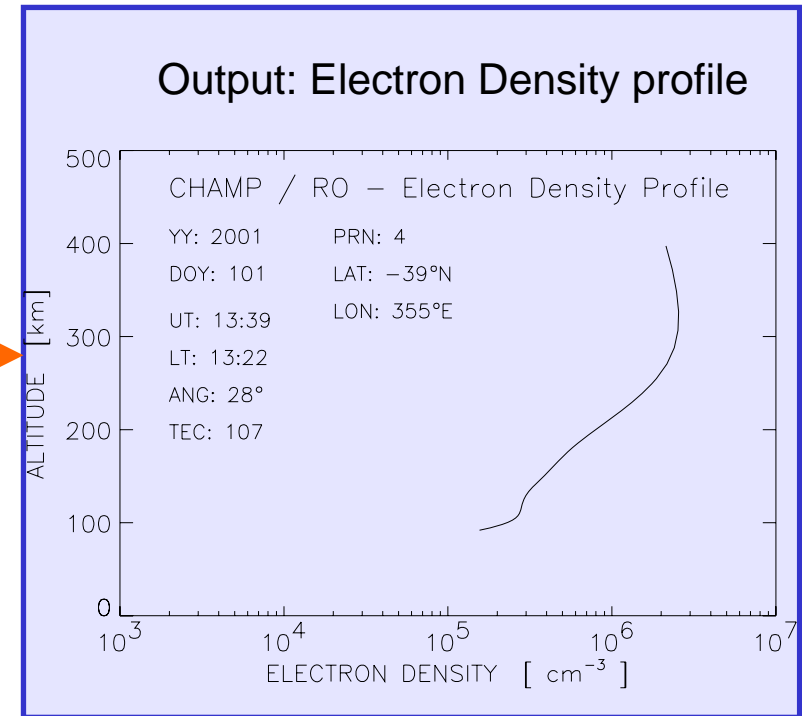
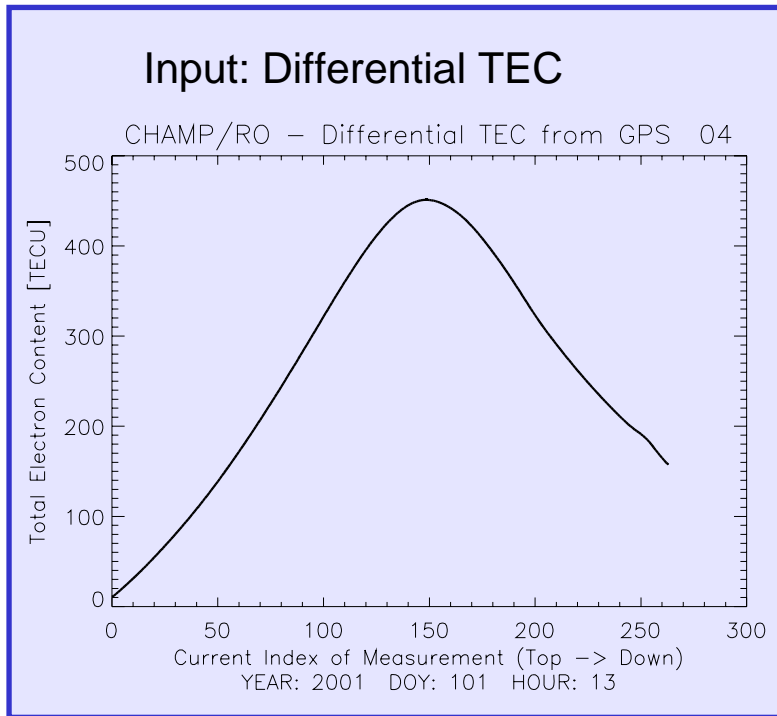


# GPS Radio Occultation auf CHAMP





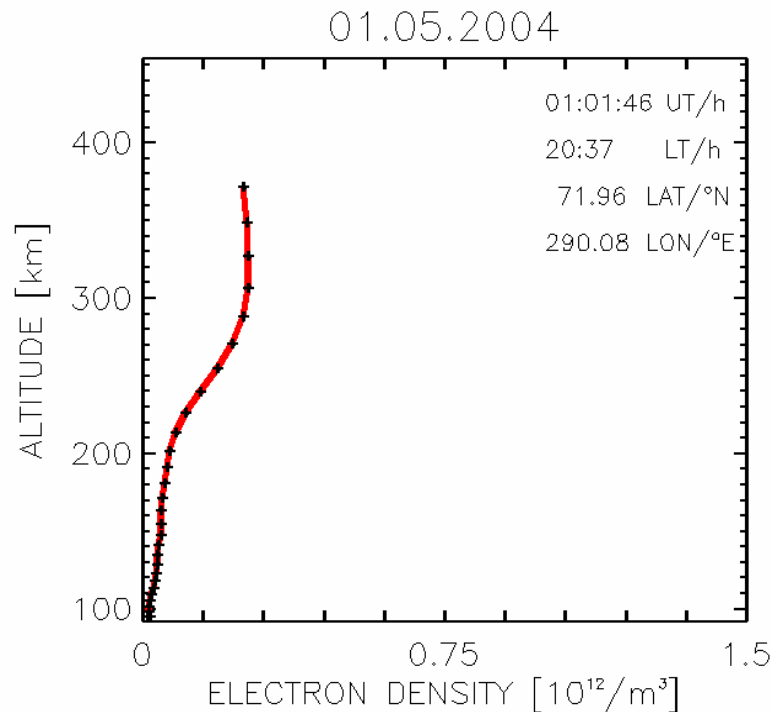
# Ableitung der Elektronendichteprofile



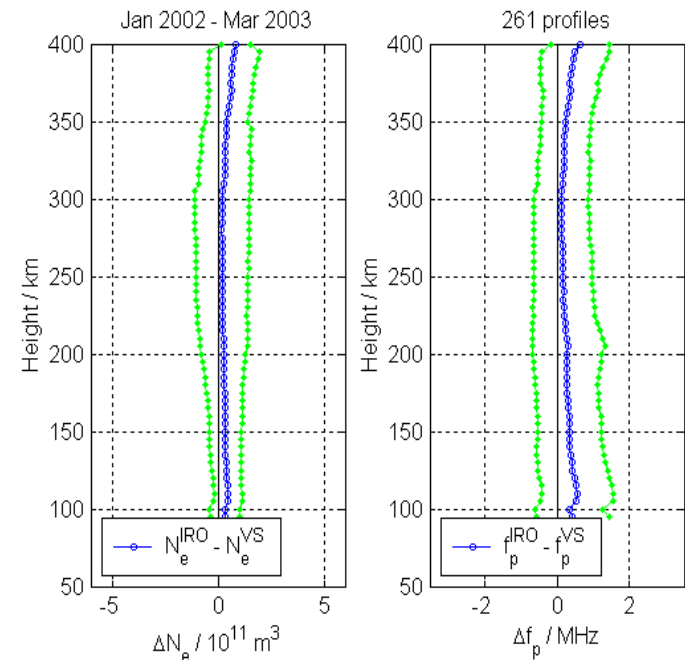
- **Bahnhöhe von CHAMP befindet sich in der Höhe der F2 Schicht**
- **Entwicklung einer modellunterstützten Inversionstechnik**
- **Annahme sphärischer Symmetrie ermöglicht operationelle Bereitstellung**

# SWACI – Produkte (2)

## Vertikale Elektronendichteprofile, Datenbasis für Modelle



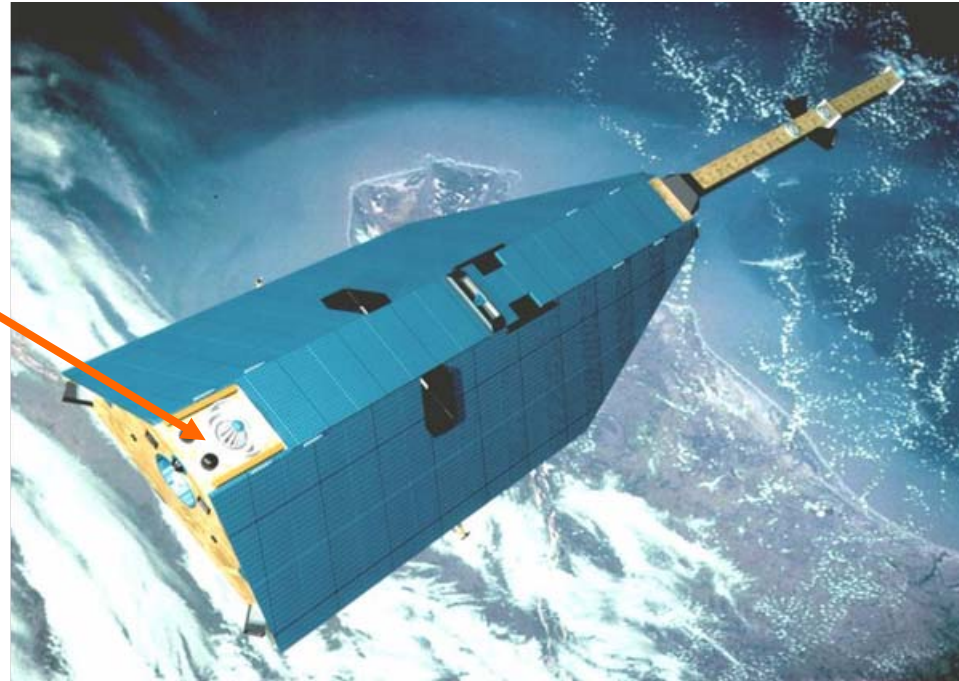
Profile vom 1. Mai 2004



Validierung der Profile mit Ionosondendaten von Juliusruh

# Monitoring der hohen Ionosphäre / Plasmasphäre auf CHAMP

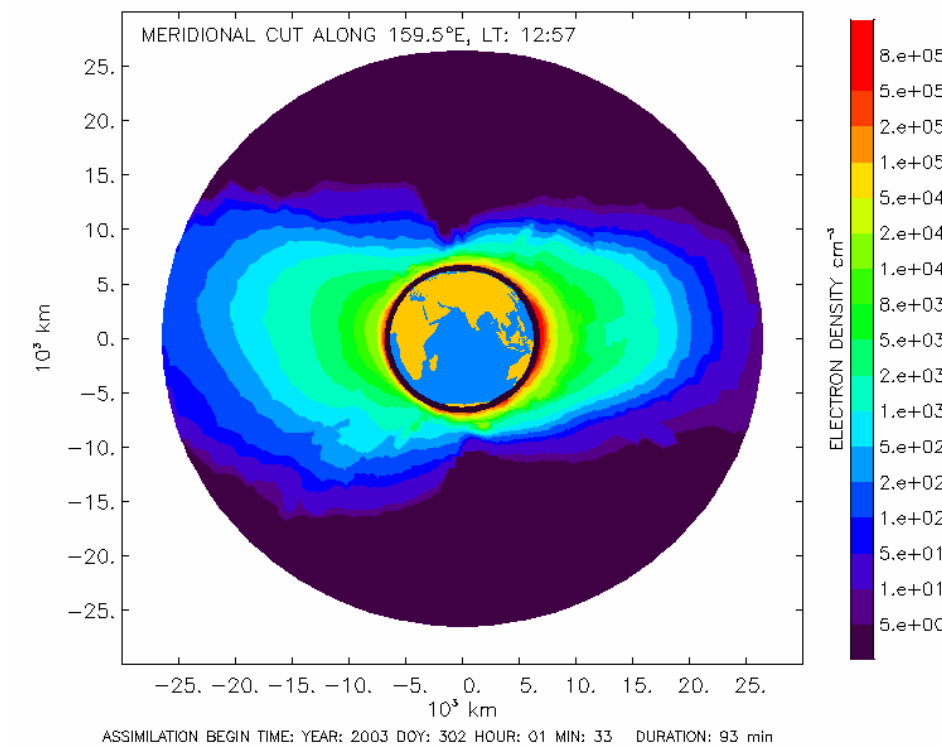
GPS Zenit-Antenne



- Start: 15 Juli 2000,  $i = 87^\circ$ ,  $h = 450$  km
- Gegenwärtige Höhe:  $h \approx 350$  km

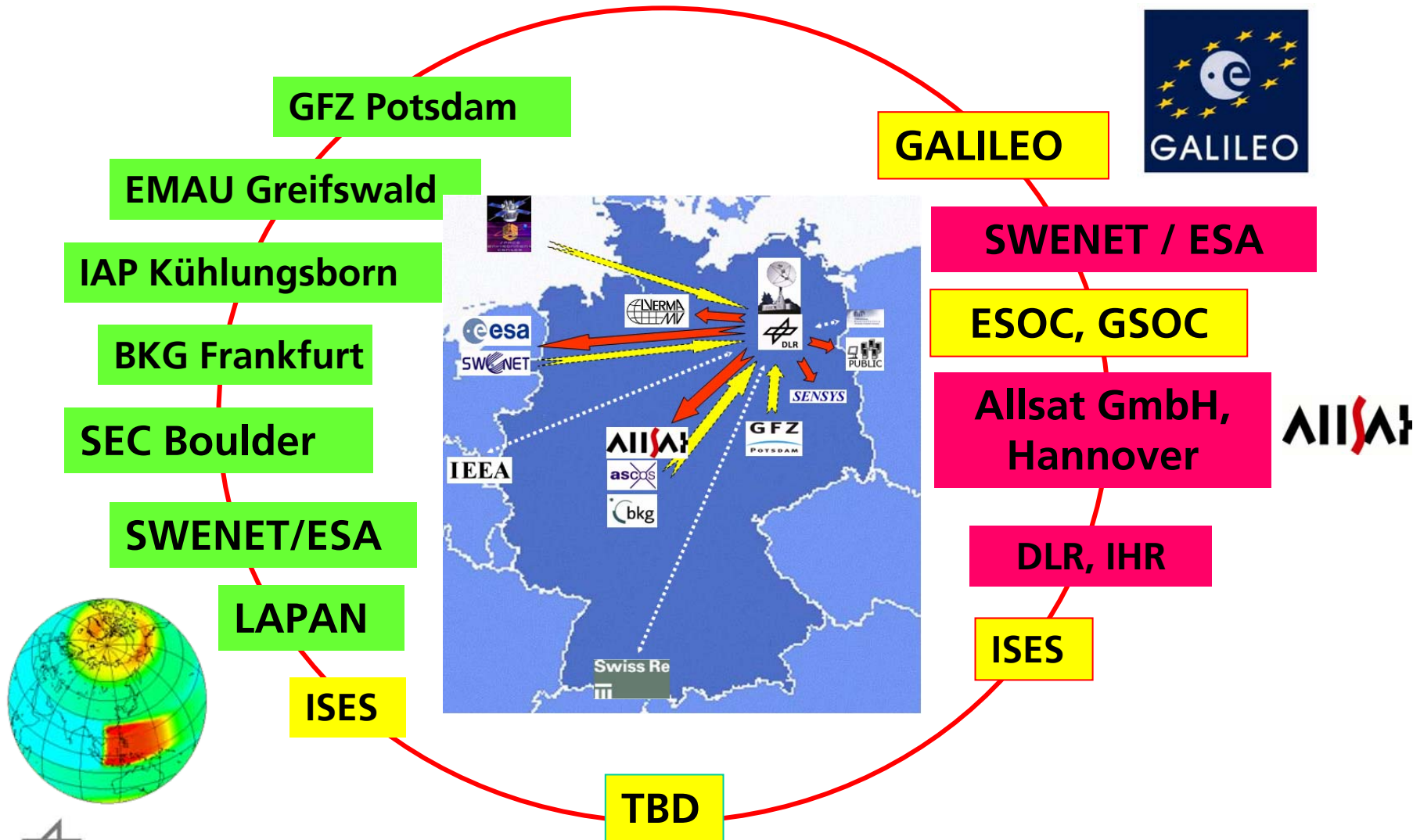
# SWACI – Produkte (3)

- **Vertikale Elektronendichteverteilung in der hohen Ionosphäre und Plasmasphäre (29.- 31. Okt. 2003)**



- **15-16 Rekonstr./Tag**
- **Operationell seit 10. Juni 2005**
- **Daten und Bilder im Web:**  
<http://www.kn.nz.dlr.de/swaci>
- **Breite Datenbasis für die Entwicklung globaler Modelle**

# SWACI - Partner / Nutzer



# Zusammenfassung

- **Das vom Land Mecklenburg – Vorpommern zu 75% geförderte Projekt SWACI liefert seit dem 25. September 2005 einen operationellen Ionosphärenwetterdienst.**
- **Grundlage dieses Dienstes sind aktuelle boden- und satellitengestützte GNSS-Messungen aus Europa.**
- **Zusatzinformationen zum Weltraumwetter (solare und geomagnetische Aktivität) werden direkt vom SEC Boulder bzw. vom GFZ Potsdam bezogen und verarbeitet.**
- **Ein Schwerpunkt des Projekts ist die Entwicklung von Vorhersagealgorithmen für Kurzzeit-Prognosen zum Störungsgrad der Ionosphäre.**
- **Hauptnutzer sollen GNSS-Dienste sein.**
- **Eine breite internationale Zusammenarbeit wird angestrebt, u.a. Über das Space Weather European Network (SWENET).**