

The background of the slide features a composite image. At the top, a large, glowing red sun or planet is visible against a black space background. Several Galileo satellites are shown in orbit, with blue lines representing their signal paths. Below the satellites, a ground station is depicted on a mountain peak, with a green laser beam directed towards a satellite. In the foreground, a cross-section of the Earth's crust is shown, with a yellow submarine-like vessel on the ocean floor and various ground stations on land. The overall scene illustrates the integration of satellite technology with geoscientific research.

Galileo

Wissenschaft & Präzisionsanwendungen

- **Einführung**
- **Wechselwirkung Galileo/Wissenschaft**
- **Präzisionsanwendungen**
- **Jüngste Galileo Aktivitäten**

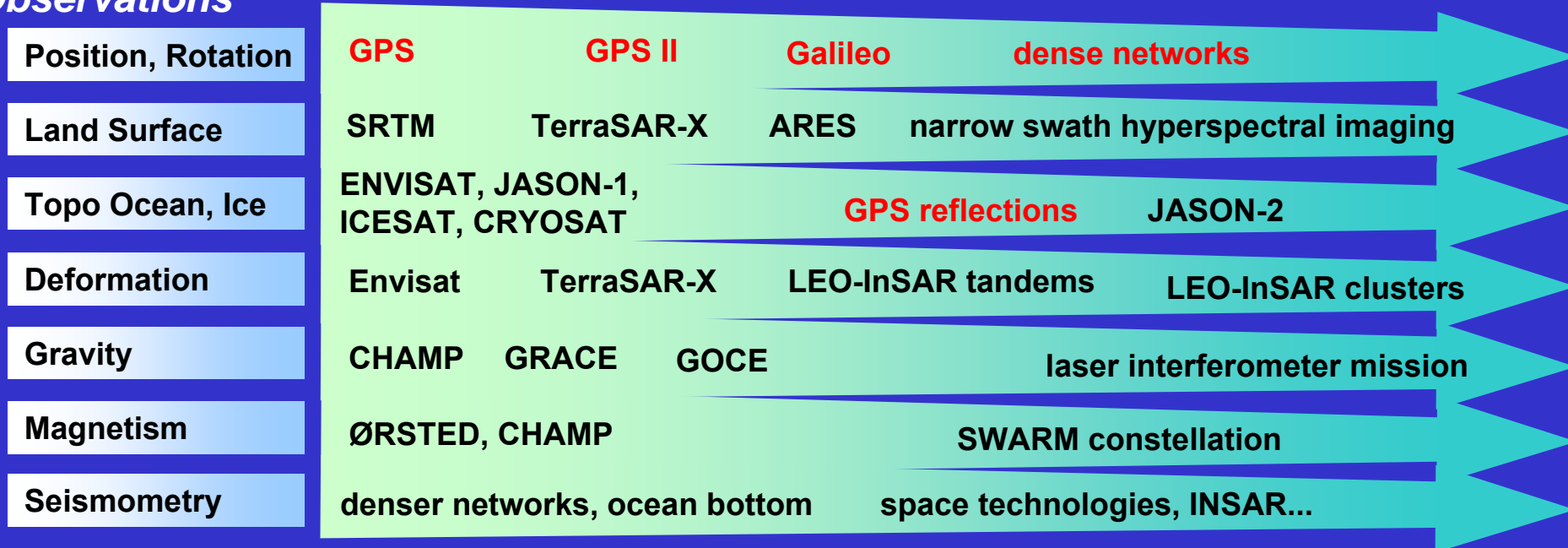
Christoph Reigber

GeoForschungsZentrum Potsdam

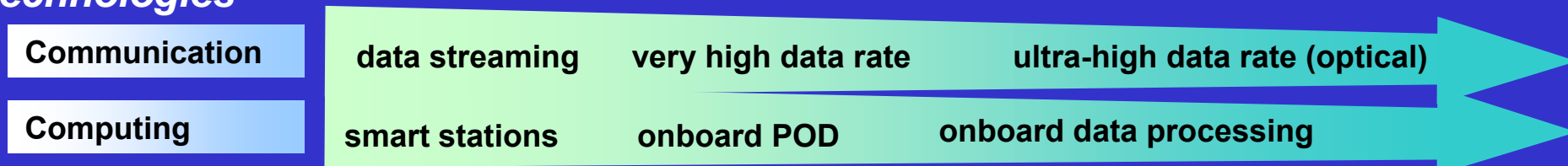
Developments over the Next Decade

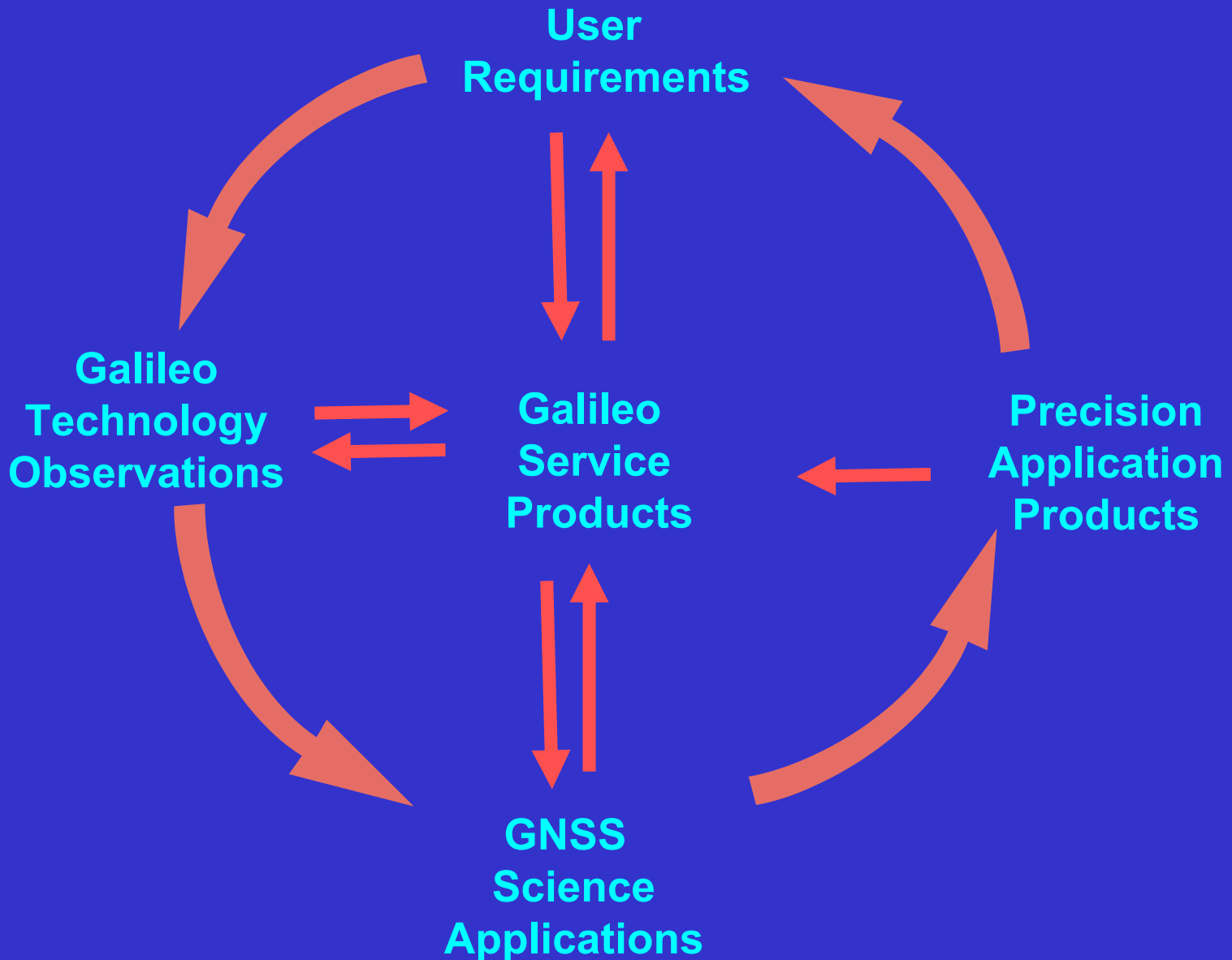
The next 5-10 years will become fundamental for unraveling global geoproceses

Observations

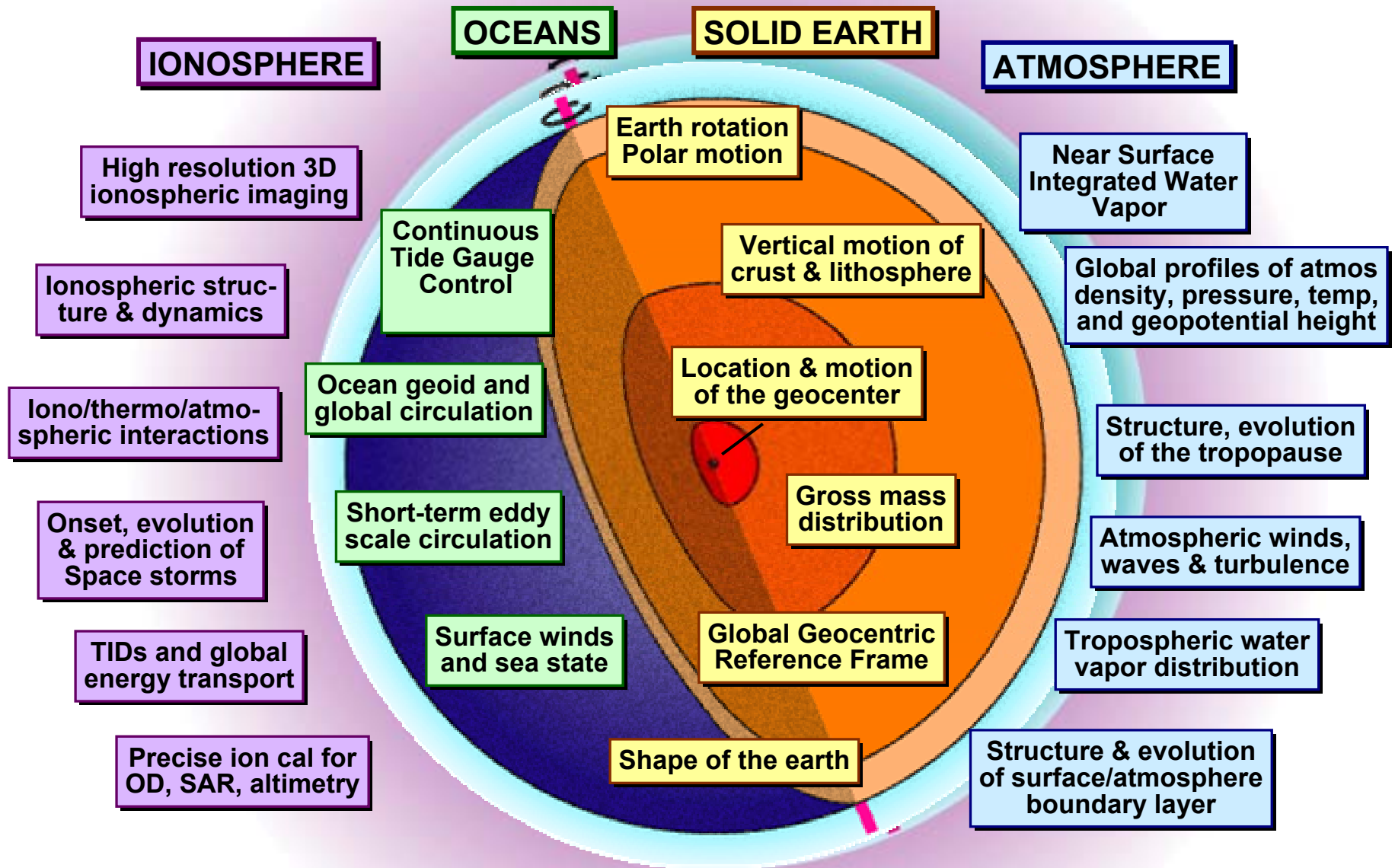


Technologies





Probing the Earth with Ground & Spaceborne GNSS Receiver



Observational Needs

| | | | | |
|--|--|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| 3-D continuous in space surface deformation maps (InSAR) | | | | |
| monthly, mm/yr | | weekly, sub-mm-level accuracy | | continuous-time, sub-mm |
| | | | | |
| 3-D continuous in time surface deformation (GPS, GALILEO) | | | | |
| local, mm-level accuracy | | regional, sub-mm-level accuracy | | global, sub-mm |
| | | | | |
| Time-varying direct gravity signal | | | | |
| 1 mm/yr geoid rate, 400 km scale | | .1 mm/yr geoid rate, 200 km scale | | .01 mm/yr geoid rate, 100 km scale |
| | | | | |
| Time-varying and static tensor gravity gradient signal for mass changes | | | | |
| 10^{-3} E, 500 km scale | | 10^{-5} E, 100 km scale | | 10^{-9} E, 10 km scale |
| | | | | |
| Time-varying vector magnetic field signal | | | | |
| | | | | |
| Earth rotation | | | | |
| milliarcsecond accuracy | | 10^{-1} milliarcsecond accuracy | | microarcsecond accuracy |
| 2000 | | 2010 | | 2020 |

Bedeutung GALILEO für Wissenschaft

(Annahme: gemeinsame Nutzung mit GPS)

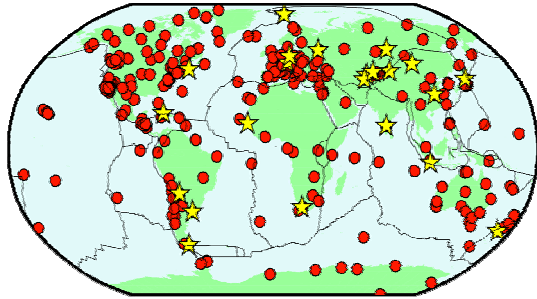
- ***Verdopplung Anzahl der Sendersatelliten im Raum (auf ca. 50)***
- ***Laufende Verbesserung des SIS durch Konkurrenzsituation zwischen Galileo und GPS***
- ***Stabileres und genaueres globales geodätisches Referenzsystem***
- ***Genauere Zeithaltung***
- ***Schneller verfügbare, genauere GNSS Präzisionsprodukte für Geodäsie, Geodynamik, Ozeanographie, Meteorologie/Klima***
- ***Breite Fächerung möglicher GALILEO Präzisionsprodukte durch Mitarbeit bei Systemdesign***

Bedeutung Wissenschaft für GALILEO

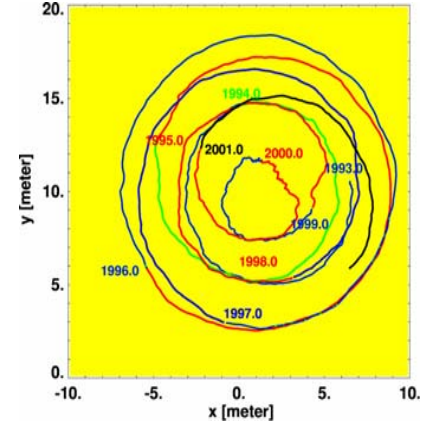
(Annahme: gemeinsame Nutzung mit GPS)

- ***Laufendhaltung eines genauen, globalen geozentrischen Bezugsrahmens inkl. Rotationsinformation auf Basis GALILEO Beobachtungen***
- ***Konsistente Einbindung des GALILEO terrestrischen Bezugssystem in GPS und ITRF Bezugssysteme und damit genauer Zugang zu globalem terrestrischem RF***
- ***Schnelle Bereitstellung cm - genauer GALILEO Bahnen und damit Zugang zu quasi- raumfestem RF***
- ***Schnelle Bereitstellung von Uhrkorrekturen für Sendersatelliten***
- ***Bereitstellung von genauen prädizierten GALILEO Bahnen für RT Anwendungen***
- ***Bereitstellung von GALILEO Produkten für Präzisionsanwendungen***

Galileo Geodetic System Provider (GGSP) und IGS



GGSP Globale GALILEO-Datenanalyse



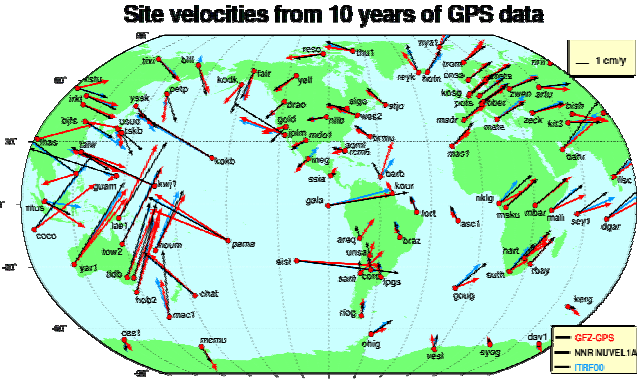
Bereitstellung des Referenzsystems (RF)

**Globale Referenz für
- Plattentektonik
- Meeresspiegeländerung**

Erdrotation

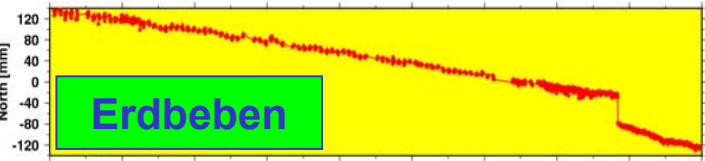
Uhren-Lösungen

Einfacher Zugriff auf globales RF



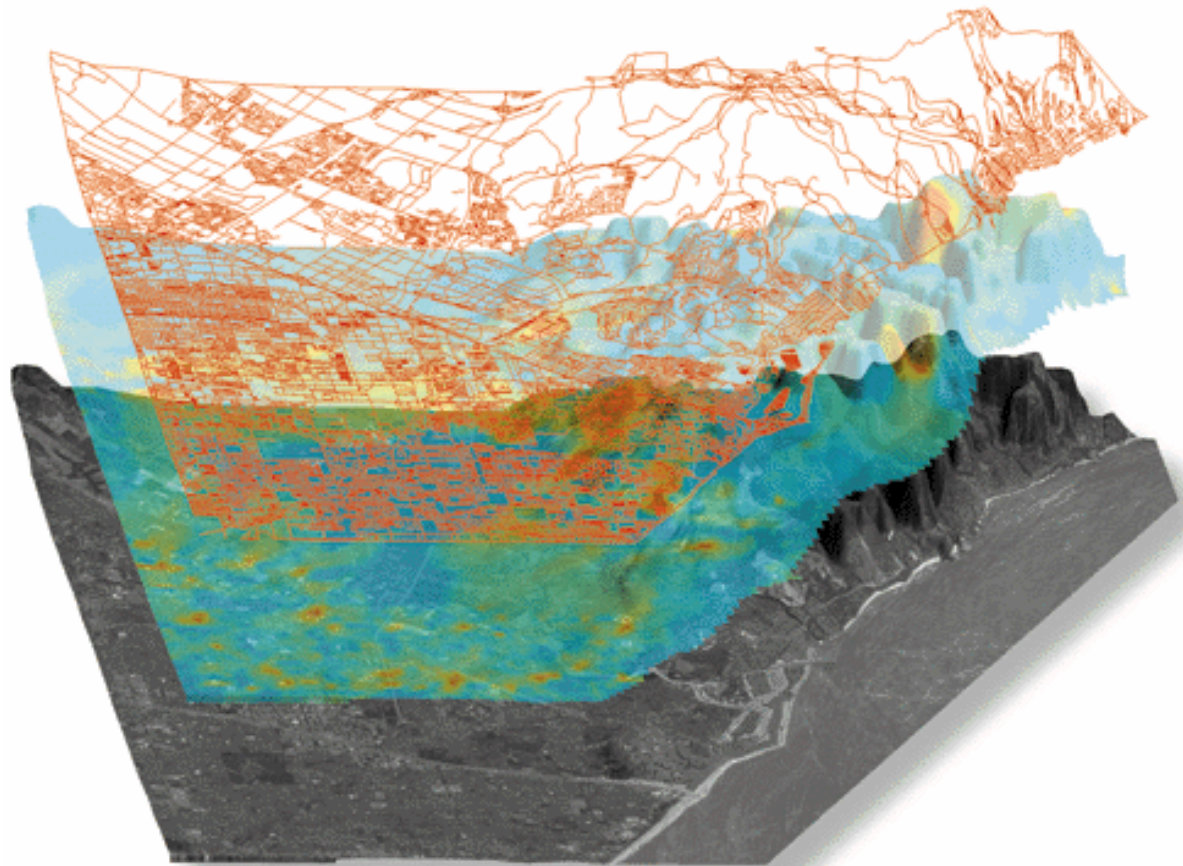
Zeit & Frequenz

Atmosphären-sondierung

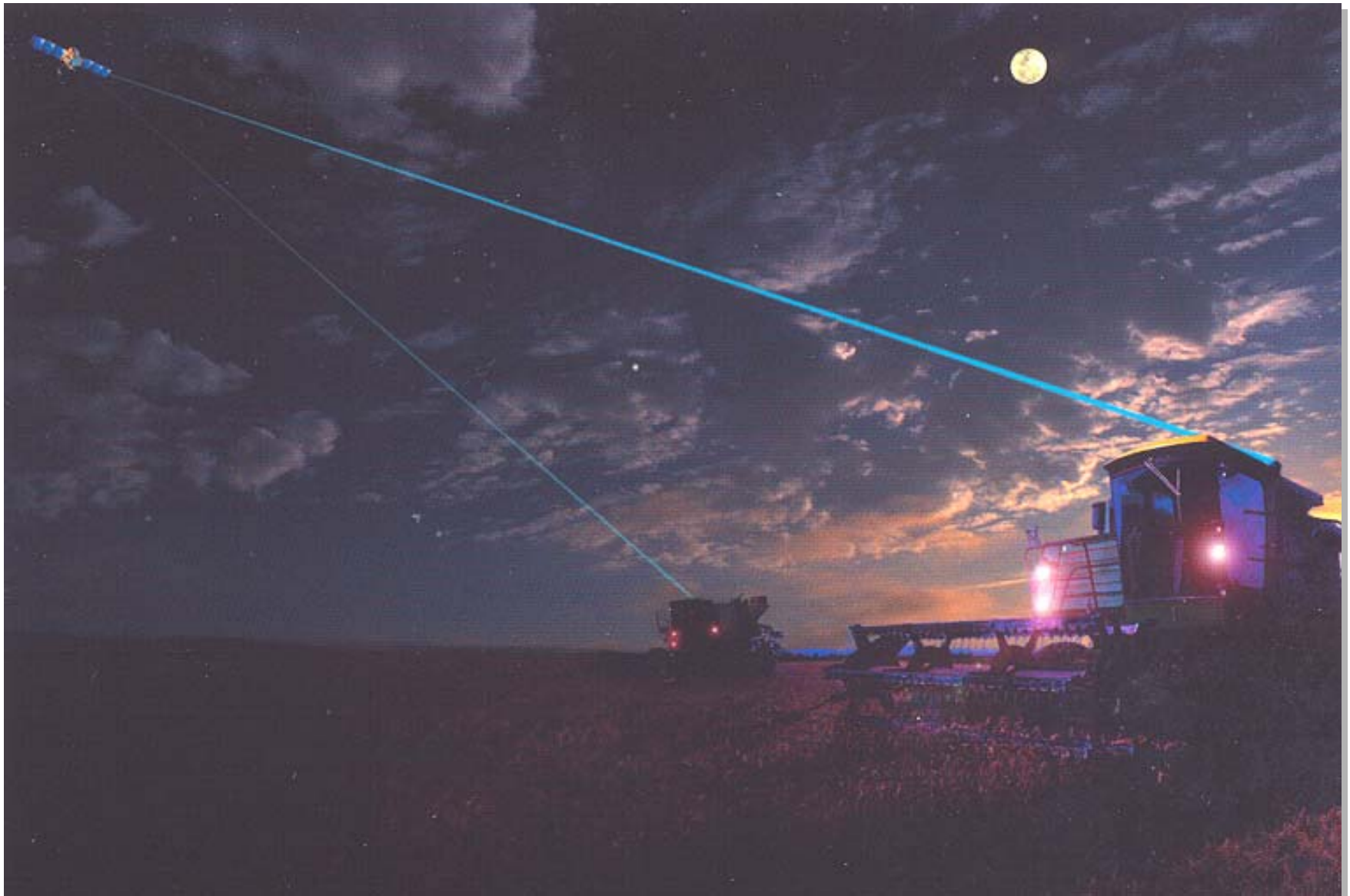


Weiterentwicklung von Galileo-Produkten (in Synergie mit GPS) für Höchstanforderungen (Genauigkeit / zeitliche Auflösung / Verfügbarkeit) aus Praxis und Forschung

- Landesvermessung, Katastervermessung, Ingenieurvermessung
(*europ. Bezugssysteme, Galileo-Nivellement, **Bauwerksüberwachung***)
- Präzisionsnavigation für bewegte Objekte
(*Baumaschinen, **Landfahrzeuge**, Messflugzeuge, Bohrinsern, Forschungsschiffe*)
- Satellitenführung und interplanetare Navigation
- Meteorologie / Klima und Weltraumwetter
(***Sondierung Atmosphäre und Ionosphäre***)
- Ozean- und Eisanwendungen (*Meeresspiegel, Massenhaushalt, Ozeandynamik*)
- Geodatenverschneidung, GIS Anwendungen
- Erdmessung, Umweltforschung und Erdsystem
(*globale Höhendaten, Feuchte, Wasserspeicherung, Abschmelzvorgänge*)
- Innovative Entwicklungen (*Smarte Empfänger, **Reflektometrie, Altimetrie***)









Atmosphären/Ionosphären-Sondierung mit GPS

27 GPS Satelliten: 20000 km Höhe,
7-10 sichtbar,
sehr stabile Oszillatoren
mit 1.23 & 1.57 GHz
($\lambda=24.45$ & 19.05 cm)

GPS-Bodenetze

- vert. integrierter WD
- stetige Messreihe
- wenig über Ozeanen

Geodäsie: Schätzung

- Stationskoordinaten
- Satellitenbahnen
- ...
- Atmosphären-Parameter

GPS Phasenrauschen: 5 mm
Genauigkeit der Parameter: mm-Niveau

Low Earth Orbiter

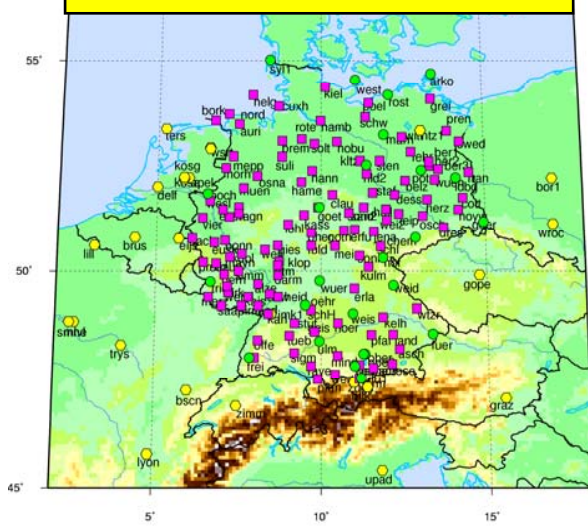
GPS auf Satelliten

- Vertikalprofile von T und WD
- horizontal integriert (300 km)
- global verteilt
- 250 Okkultationen/Tag

Verarbeitung von GNSS Bodenstationsdaten

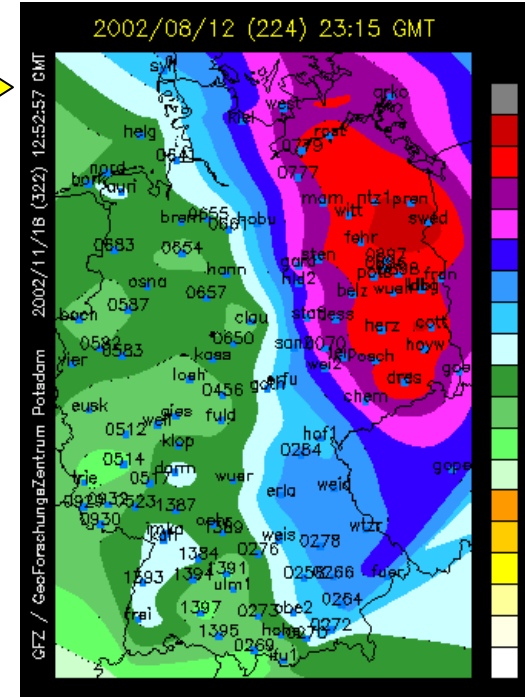
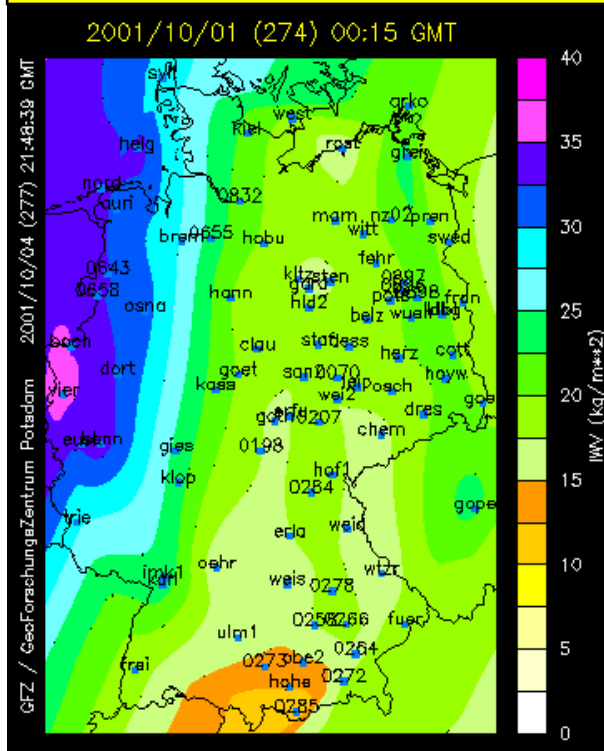
Anwendung – GNSS-Meteorologie, Umweltüberwachung

Deutsches GPS-Netz

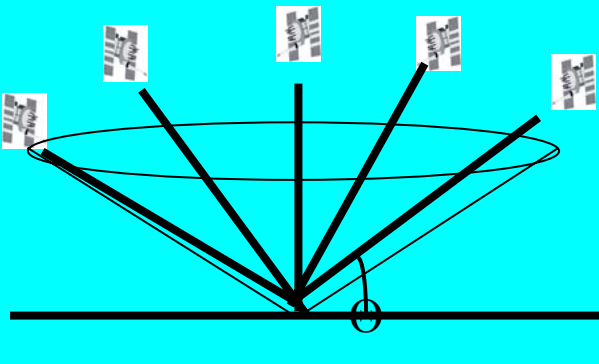


Wasserdampfverteilung zur Zeit der Elbeflut im August 2003

Wetterfronten



GPS: 6 - 7 Sat sichtbar



Wettervorhersage

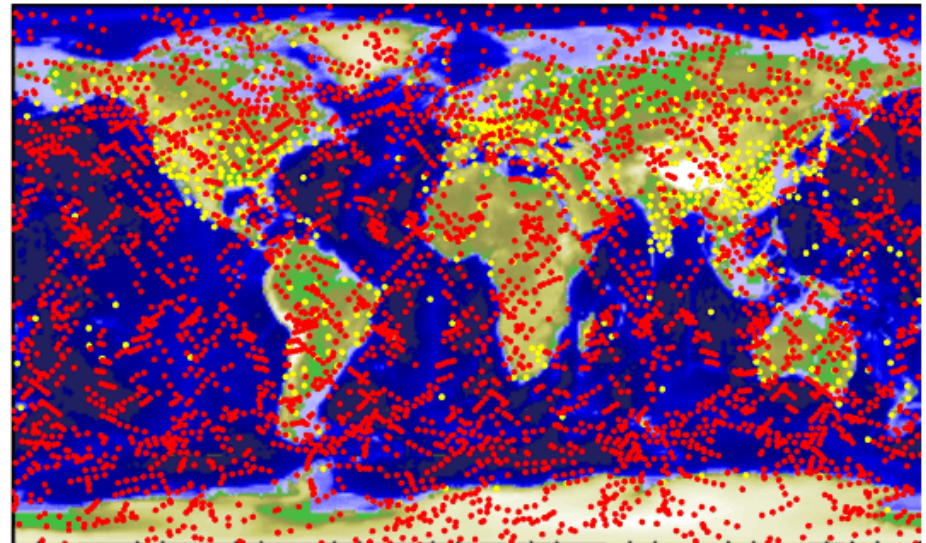
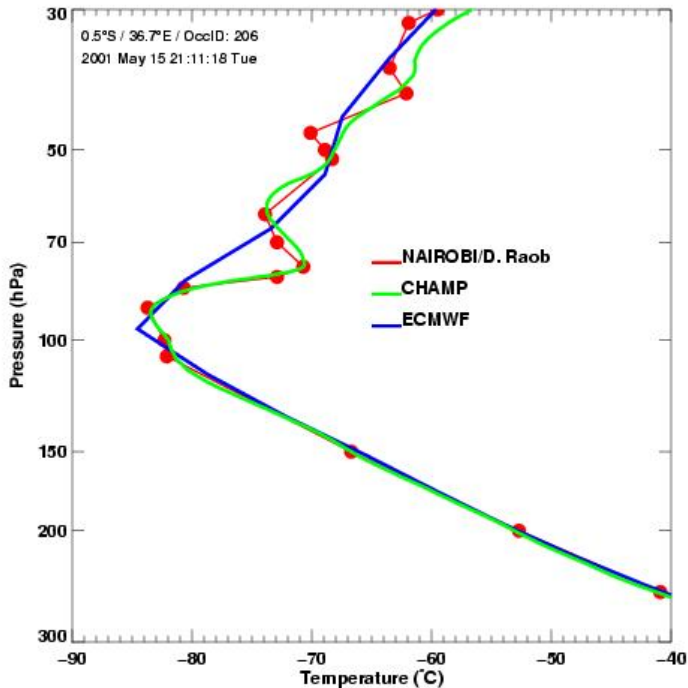
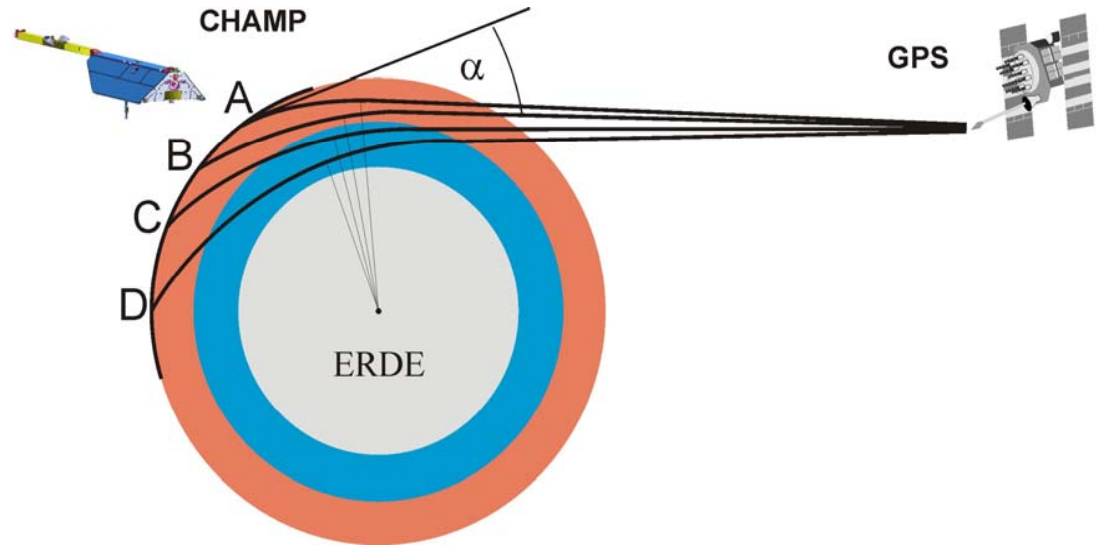


Anwendung – GNSS-Meteorologie, Umweltüberwachung

GNSS-RO

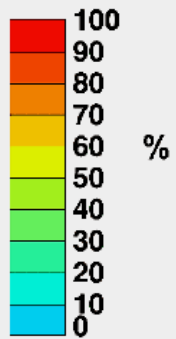
Charakteristika

- hohe vertikale Auflösung
- hohe Genauigkeit
- globale Überdeckung
- wetterunabhängig
- Langzeitstabilität



CHAMP- GPS Datenanalyse

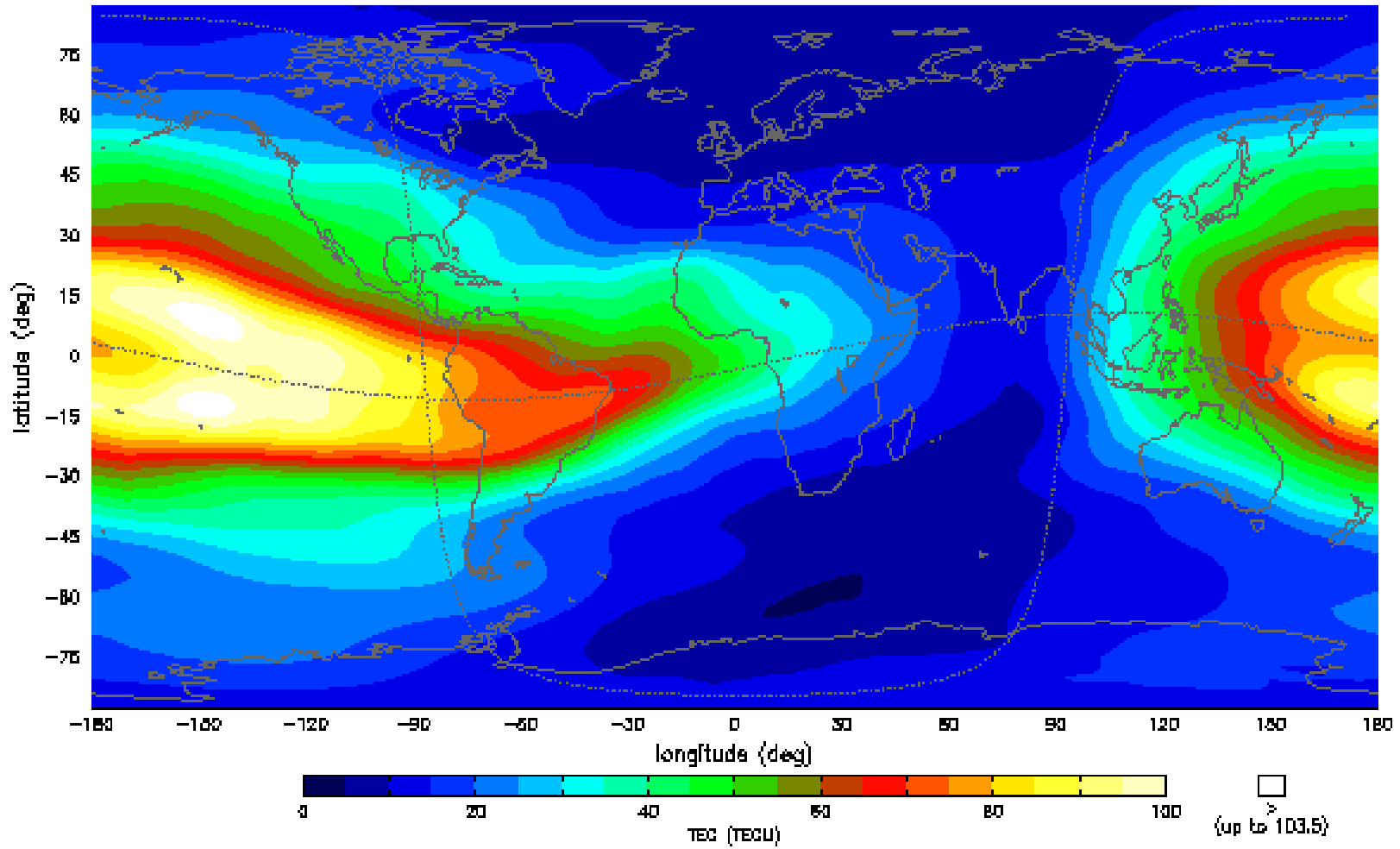
Globale Verteilung der
relativen Feuchte
(Mai und Juni 2001)



Relative Humidity

IGS Ionospheric Product

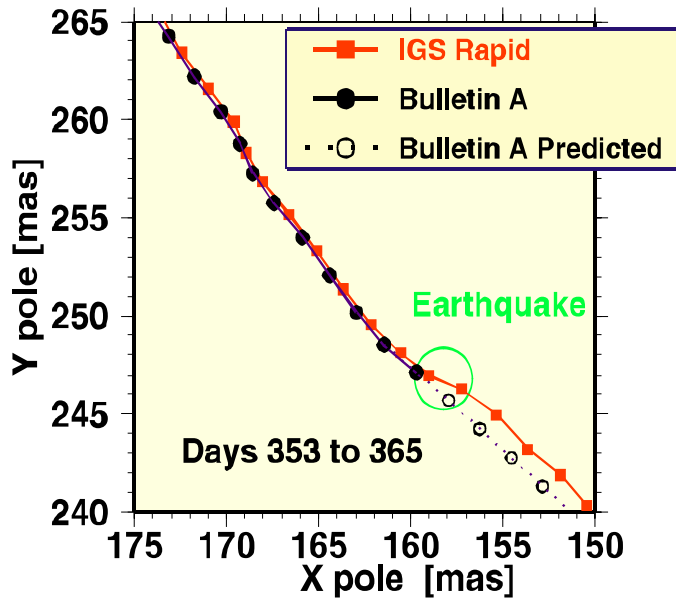
TEC MAP (height= 450.0 km) at 2003/03/07,00:00:00
gAGE/UPC IONEX file containing the COMBINED IGS TEC MAPS and DCBs



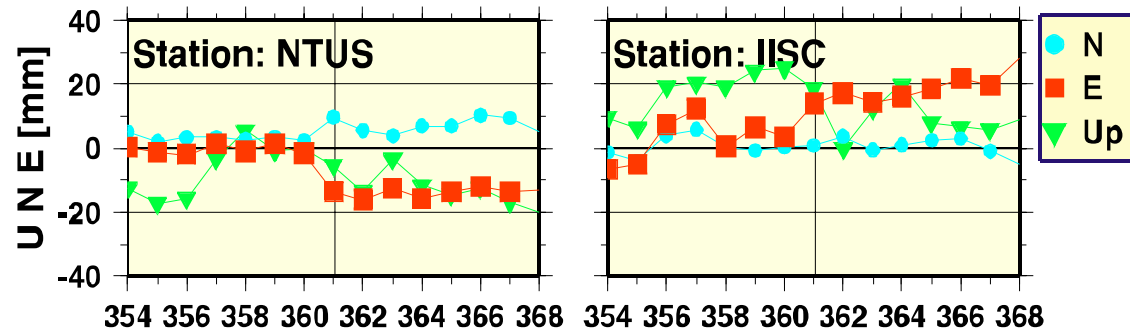
Sumatra - Andaman Island Earthquake

2004 dec 26 00:58 UTC - Day of Year 361 - Magnitude 9.0

Polar Motion

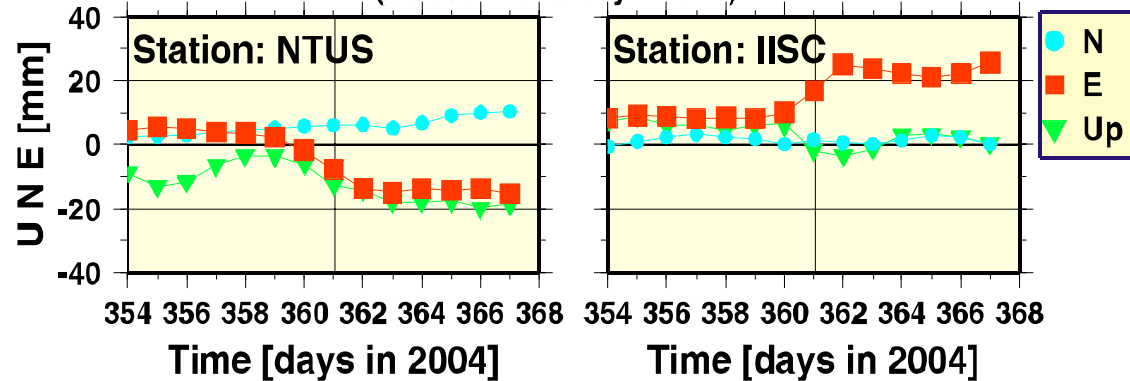


PPP with IGR Rapid Orbits and Clocks



Results from IGS Final Analysis

(solution for 3-day means)



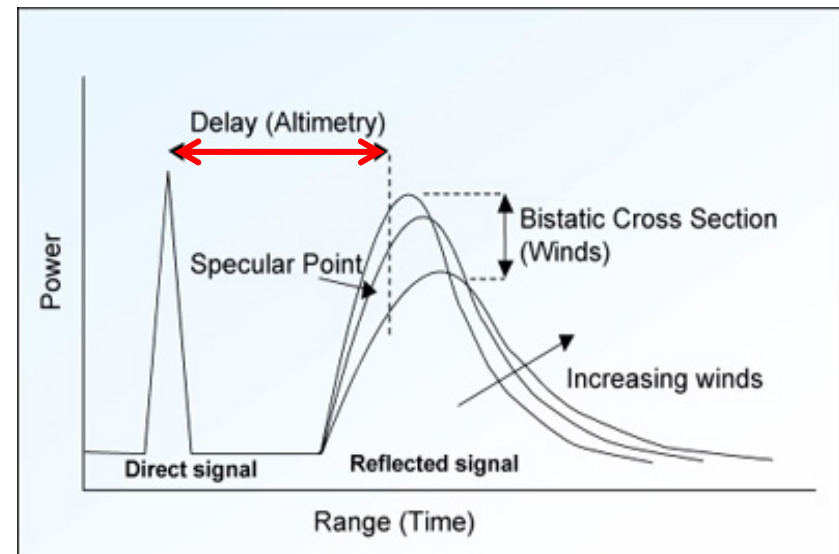
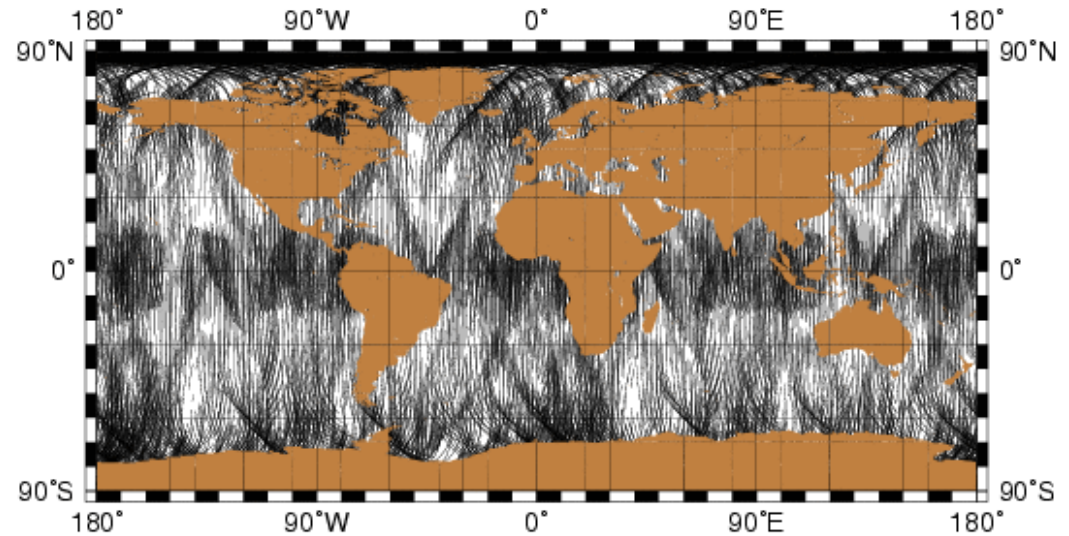
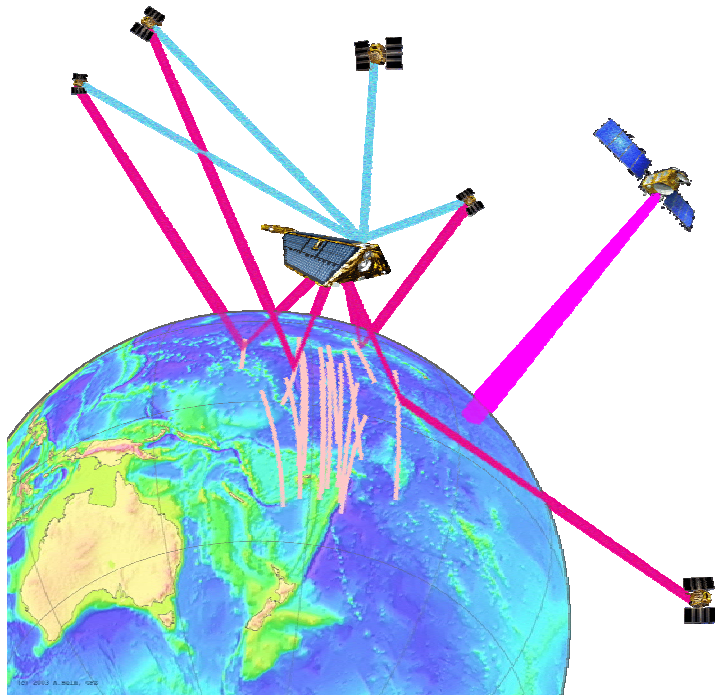
Entwicklung neuer Verfahren und Systeme

GPS-Reflektometrie/Altimetrie

Ausblick: GPS-Altimetrie mit CHAMP

- 28 GPS satellites

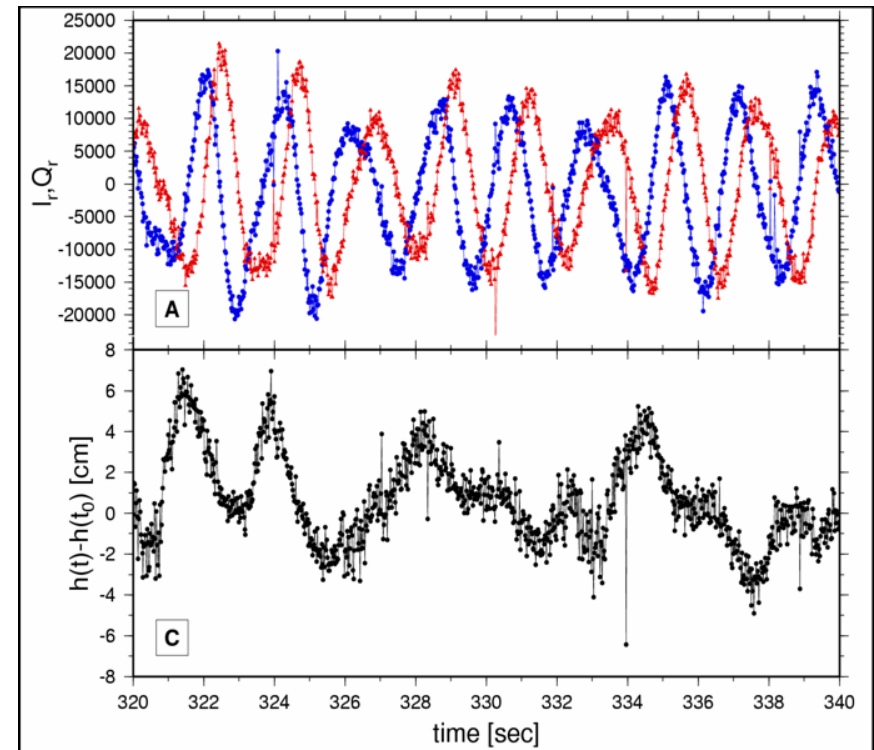
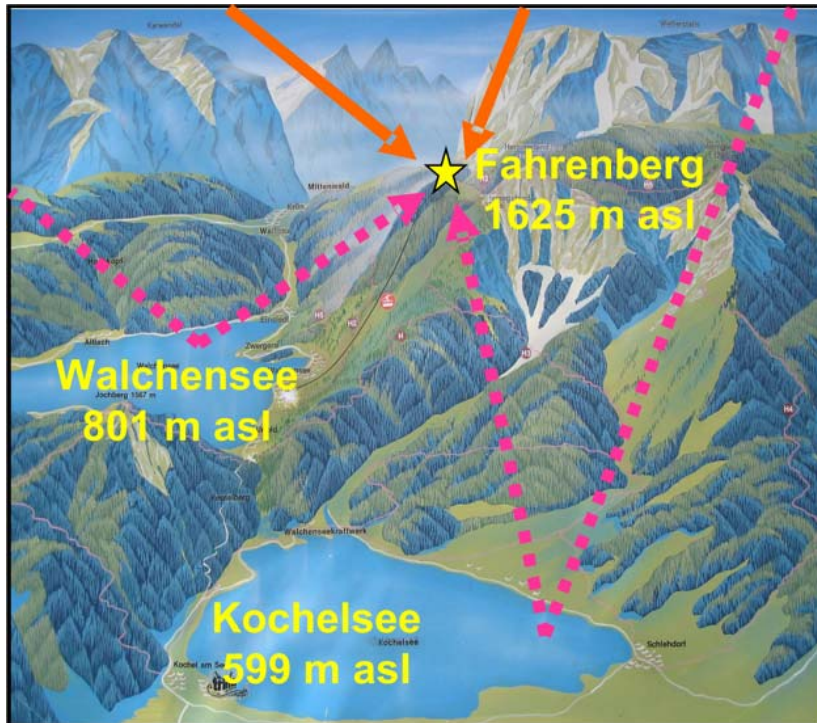
- 14 days



Open GPS-Empfänger

Bodengestützte GNSS-Altimetrie

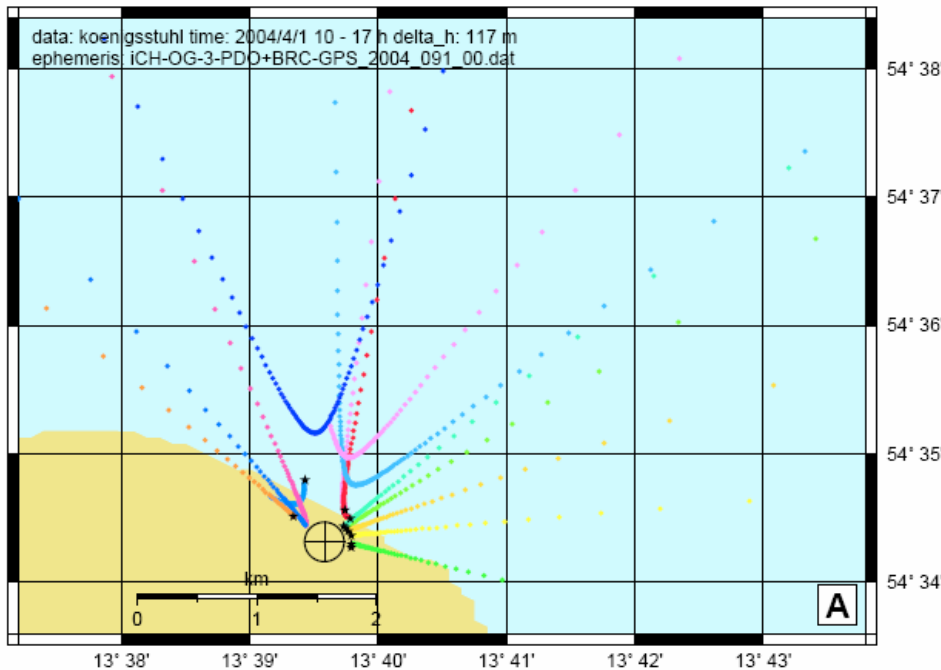
- Interferenz von direkten und reflektierten GPS-Signalen
- OpenGPS-Empfänger speichert Phasen- und Amplitudendaten mit 50 Hz



- Messkampagne in den bayr. Alpen (Sommer 2003)
- Datenanalyse liefert relative Höhenänderungen mit Zentimetergenauigkeit

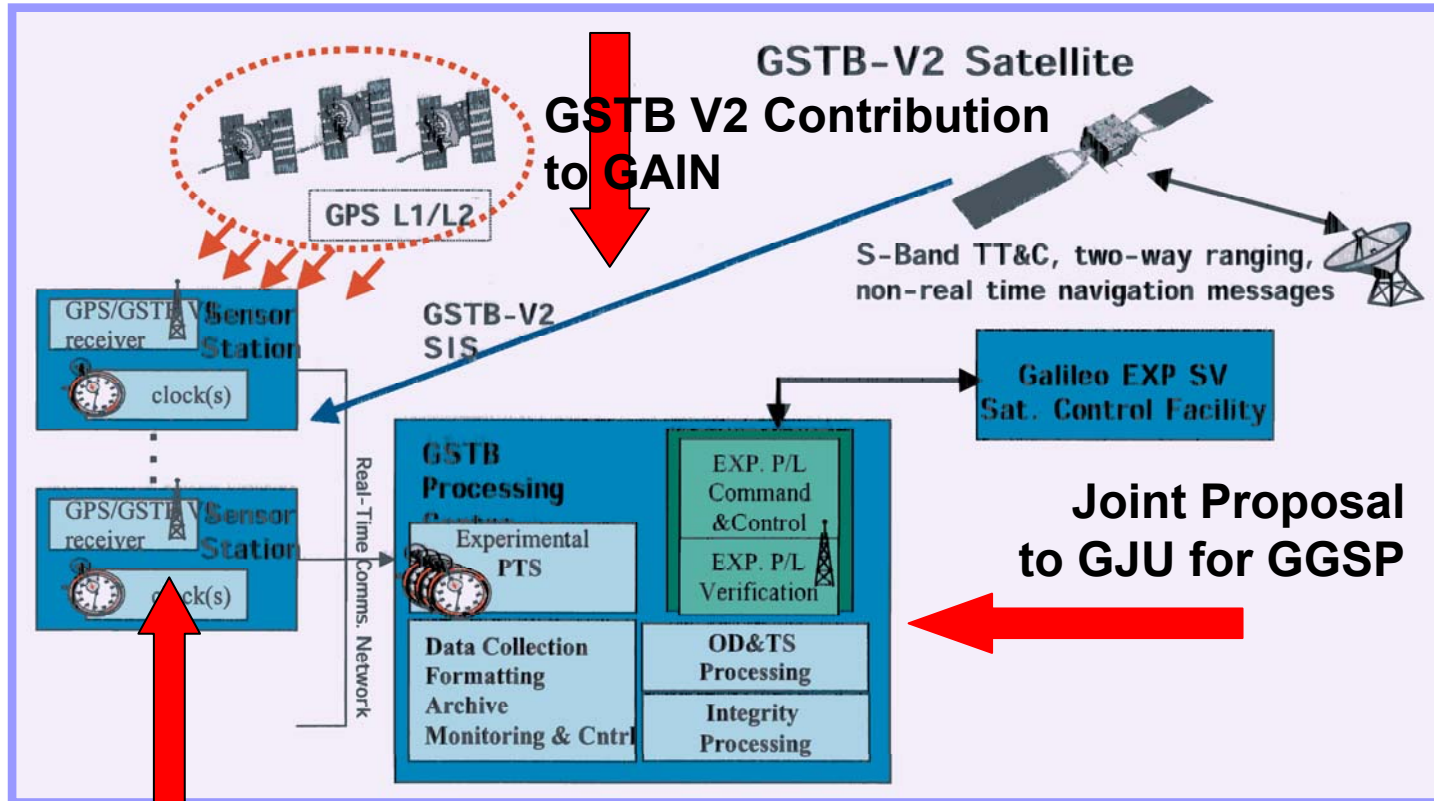
Open GPS-Empfänger

Ausblick: GNSS-Pegelmessungen



- Die langfristige Klimavariation führt zu Höhenänderungen der Meeresspiegel
- Reflektierte GNSS-Signale ermöglichen Fernerkundung von Pegeländerungen
- Erste Kampagne mit OpenGPS-Empfänger durchgeführt im Sommer 2004

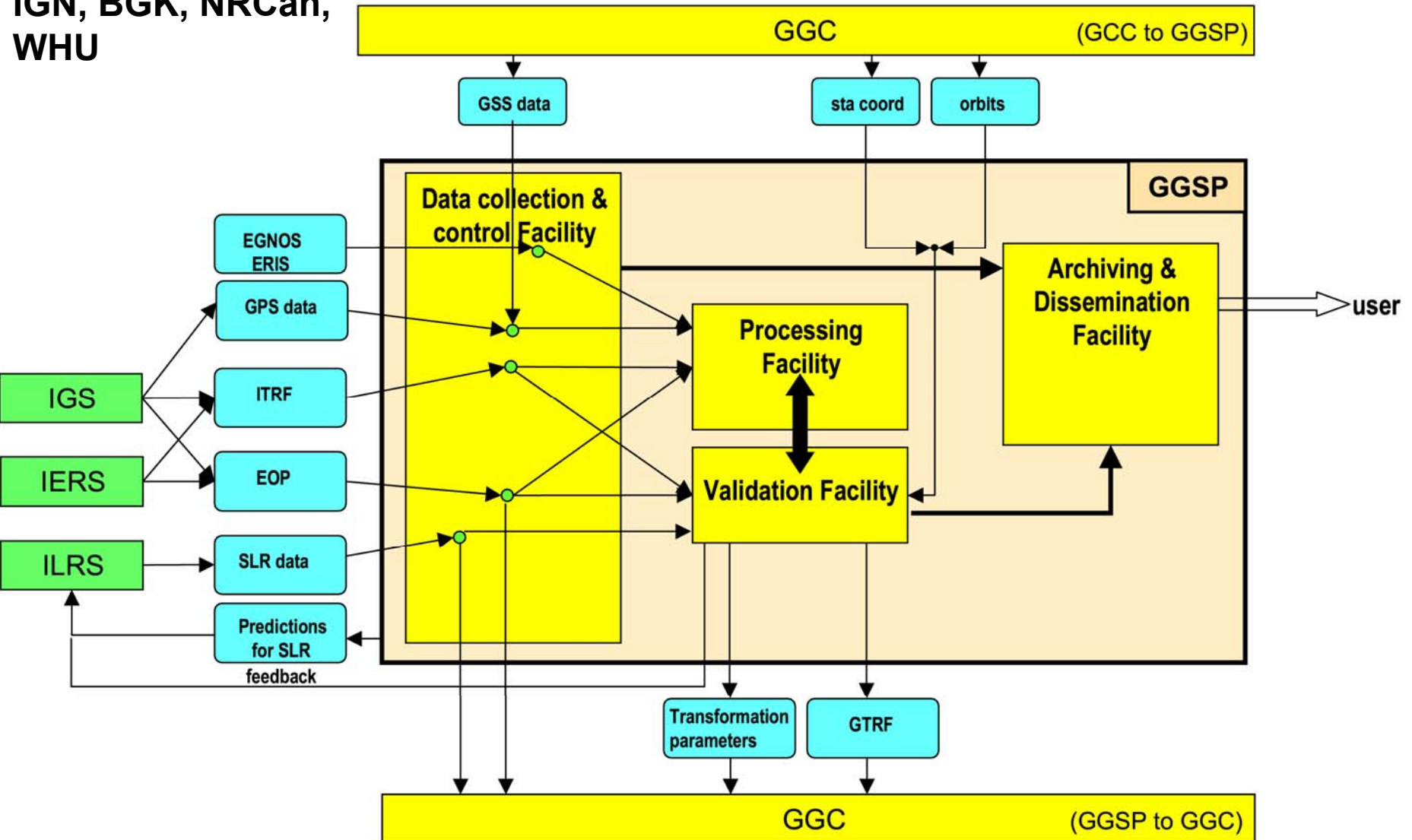
- Das GFZ hat sich in die Aktivitäten zur Galileo-Demonstrationsphase mit Bodenstationsbeiträgen eingebracht (GSTB-V1 und V2).
- Das GFZ hat mit europäischen Partnern beim GJU ein Proposal zu Entwicklung und Demonstrationsbetrieb des Galileo Geodetic System Provider Prototypen (Galileo-Referenzsystem) eingebracht. GFZ wurde am 17.02.05 zu Vertragsverhandlungen eingeladen



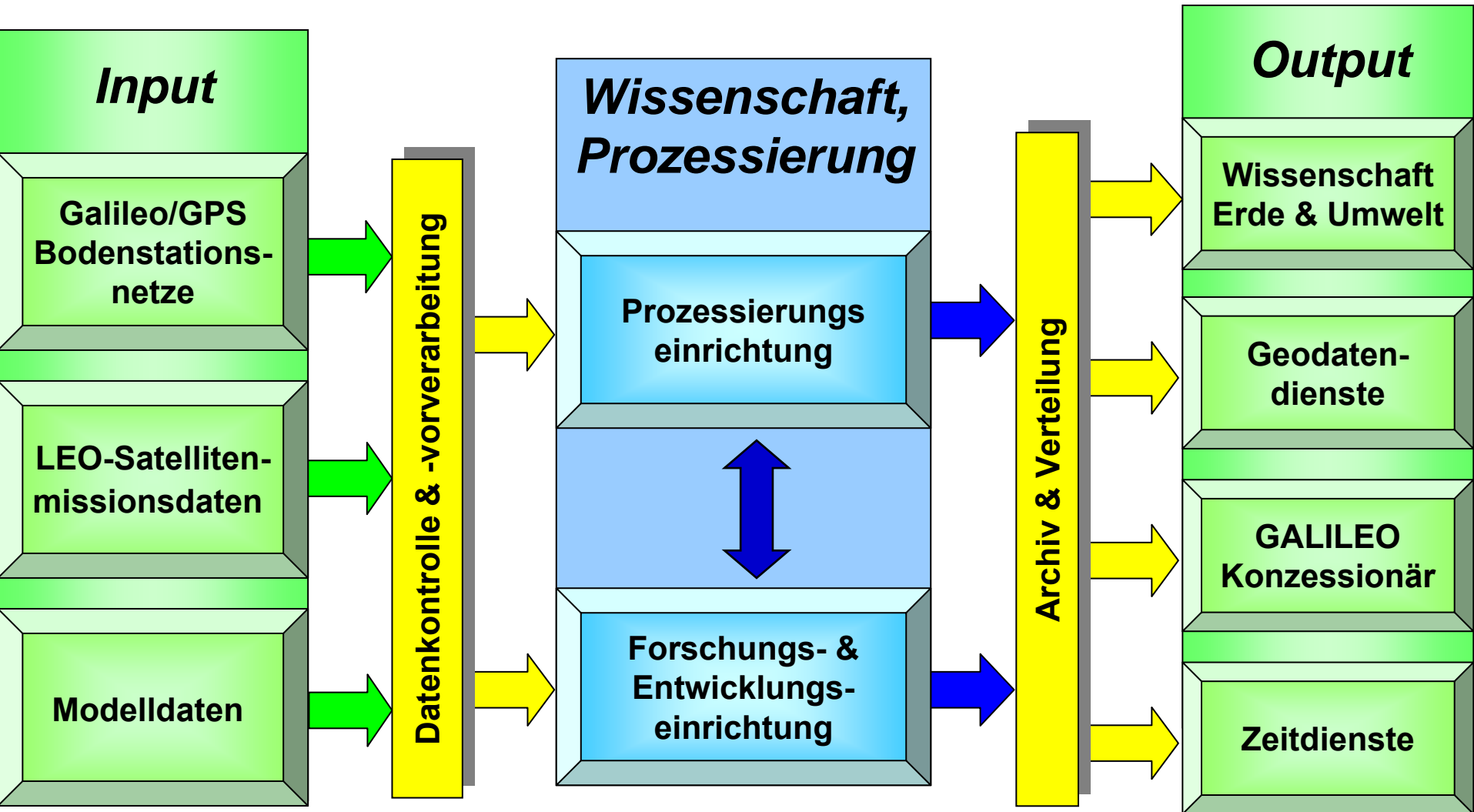
GSTB V1 Contribution to GAIN

GFZ, AIUB, ESOC,
IGN, BGK, NRCan,
WHU

Data/Product Flow for GGSP



Galileo PAC Systemarchitektur



Mögliche Struktur eines GALILEO PAC

