

Global Geodetic Observing System (GGOS) und globale Referenzsysteme



Markus Rothacher

GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)

**Global Earth Observing System of Systems (GEOSS) –
Stand und Perspektiven
BMVBS, Bonn
2. - 3. November 2006**

Überblick

- **Motivation und GGOS**
- **Beobachtungstechniken**
- **Drei Pfeiler der “Space Geodesy”**
 - **Geometrie**
 - **Erdrotation**
 - **Schwerefeld**
- **Atmosphäre**
- **Kombination und Modellierung**
- **Deutsche Beiträge**

Ausbruch des Mount St. Helens: 18.05.1980

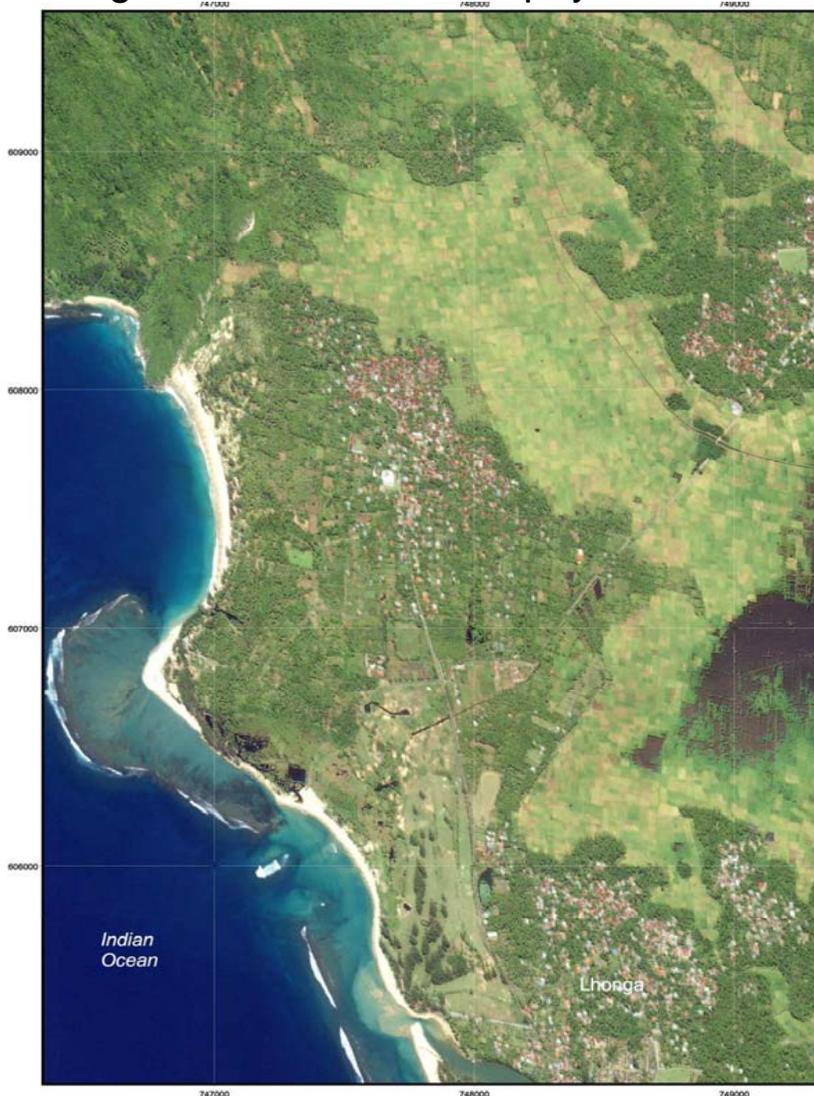


Erdbeben in Kobe (Japan): 17.01.1995



Tsunami in Sumatra: 26.12.2004

Image before the catastrophe



Indonesia: Banda Aceh

Image after the catastrophe



Source: DLR

Überschwemmungen in New Orleans: 30.08.2005



Elbeflut im August 2002

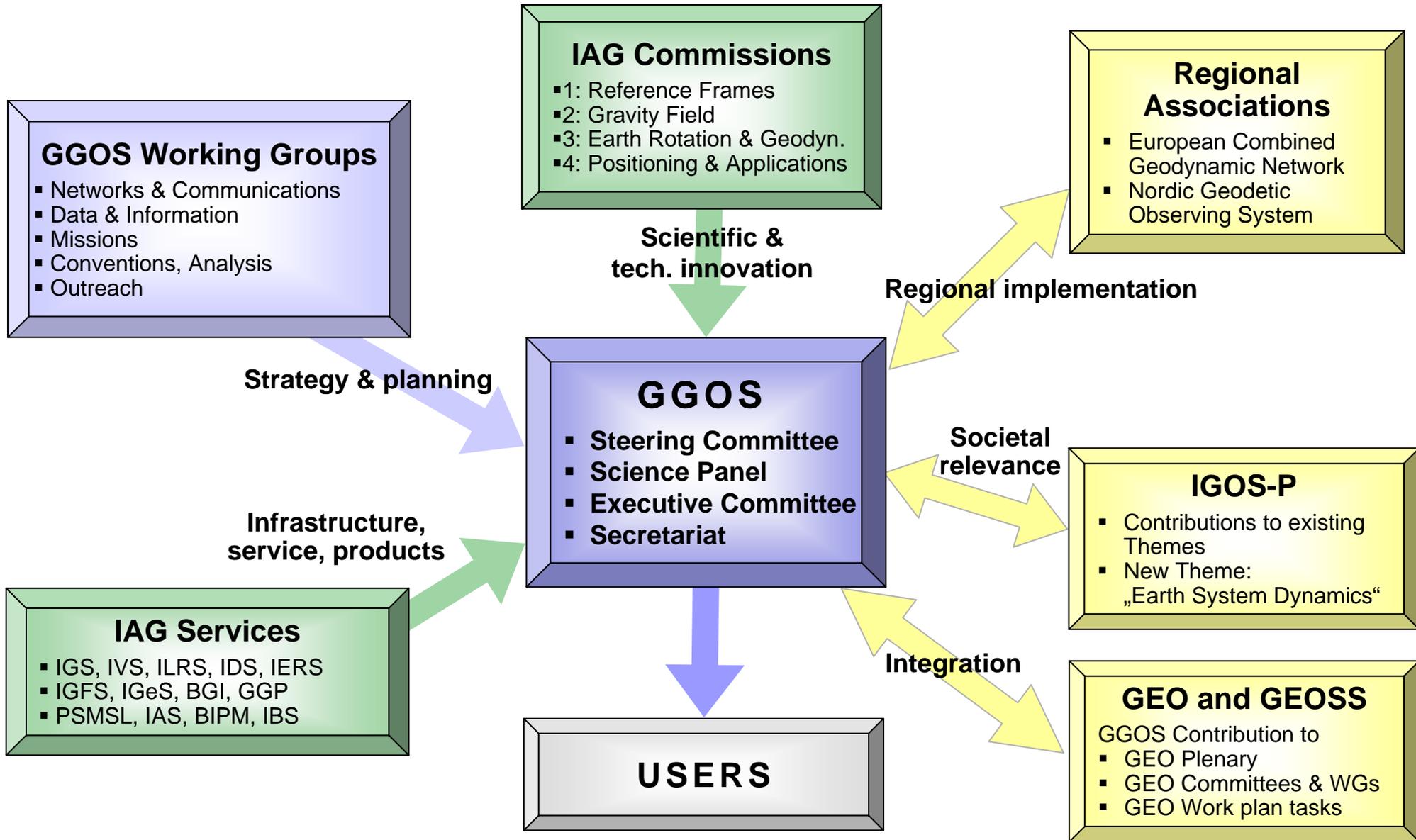
Motivation

- Unsere **Hilflosigkeit** in Anbetracht von **Naturkatastrophen** führt uns eindrücklich vor Augen, dass unser **Wissen** über das komplexe **System Erde** sehr beschränkt ist.
- **Tiefere Einsicht** in die Prozesse und Interaktionen in diesem System zu erlangen, ist eine der **dringlichsten Herausforderungen** für unsere Gesellschaft.
- Um Veränderungen im System Erde zu erfassen und Prozesse, die zu Naturkatastrophen führen, müssen wir ein **globales Erdbeobachtungssystem** (GEOSS) aufbauen und kontinuierlich betreiben.
- GGOS = geodätische Komponente von GEOSS, Basis für jegliches Monitor.
- Die **geodätischen Weltraumverfahren** (VLBI, SLR/LLR, GNSS, DORIS), Altimetrie, InSAR, Schwerefeldmissionen, in-situ Messungen etc. ermöglichen es heute, das System Erde mit einer **noch nie dagewesenen Genauigkeit** (10^{-9}) zu überwachen.

GGOS Chronologie

- **Juli 2003:** Beschluss der International Association of Geodesy (IAG) zur **Errichtung** eines Global Geodetic Observing System (GGOS)
- **April 2004:** IAG/GGOS wird partizipierende Organisation von **GEO** (Group on Earth Observation)
- **Mai 2006:** GGOS wird offizielles Mitglied von **IGOS-P** (Integrated Global Observation Strategy Partnership)
- **Mai 2006:** Grünes Licht für den Vorschlag eines **“Theme”** „**Earth System Dynamics**“
- **Jetzt:** GGOS2020 **Strategie-Dokument** in Arbeit

Global Geodetic Observing System (GGOS)

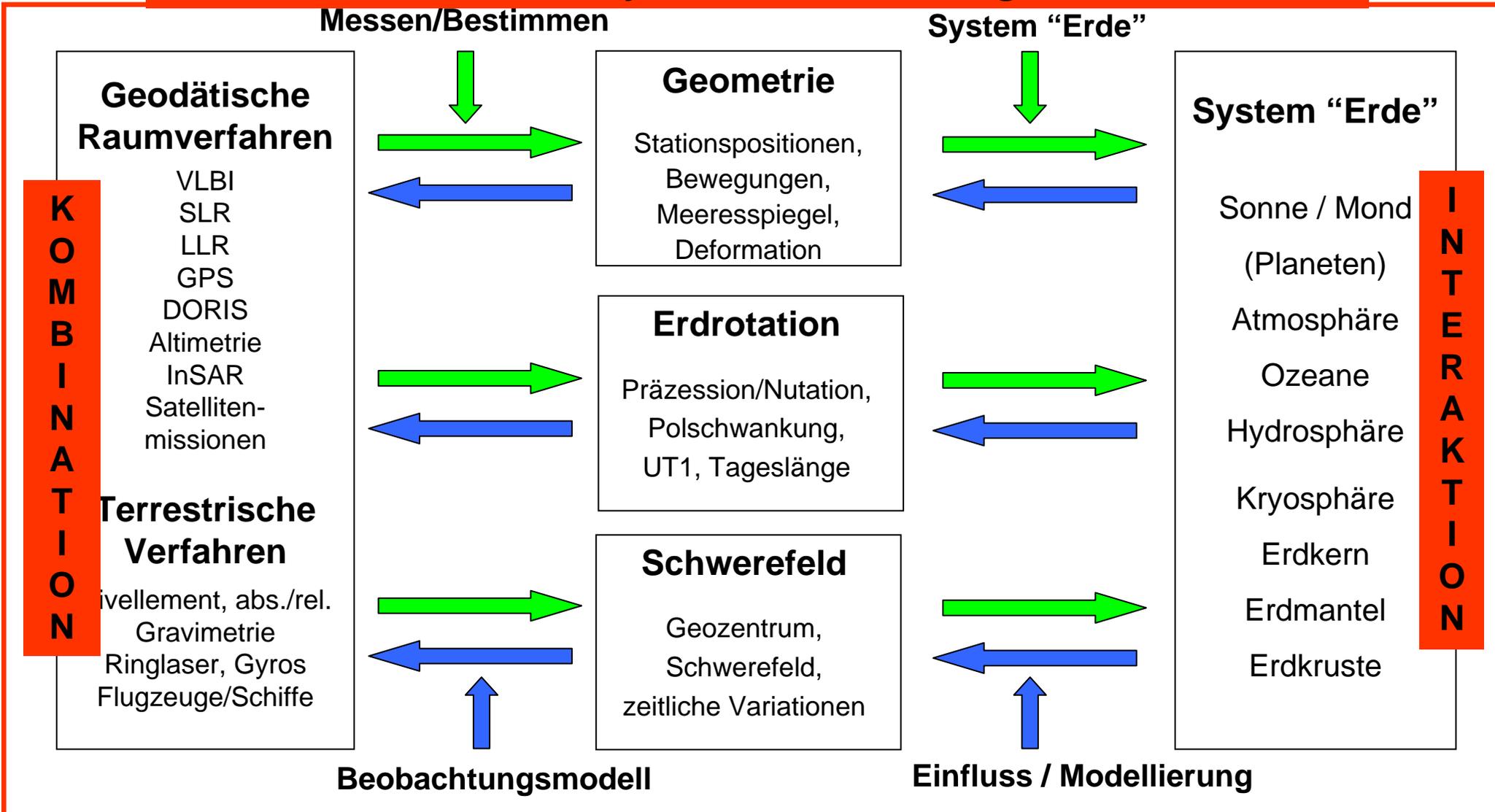


Basis von GGOS: IAG-Dienste

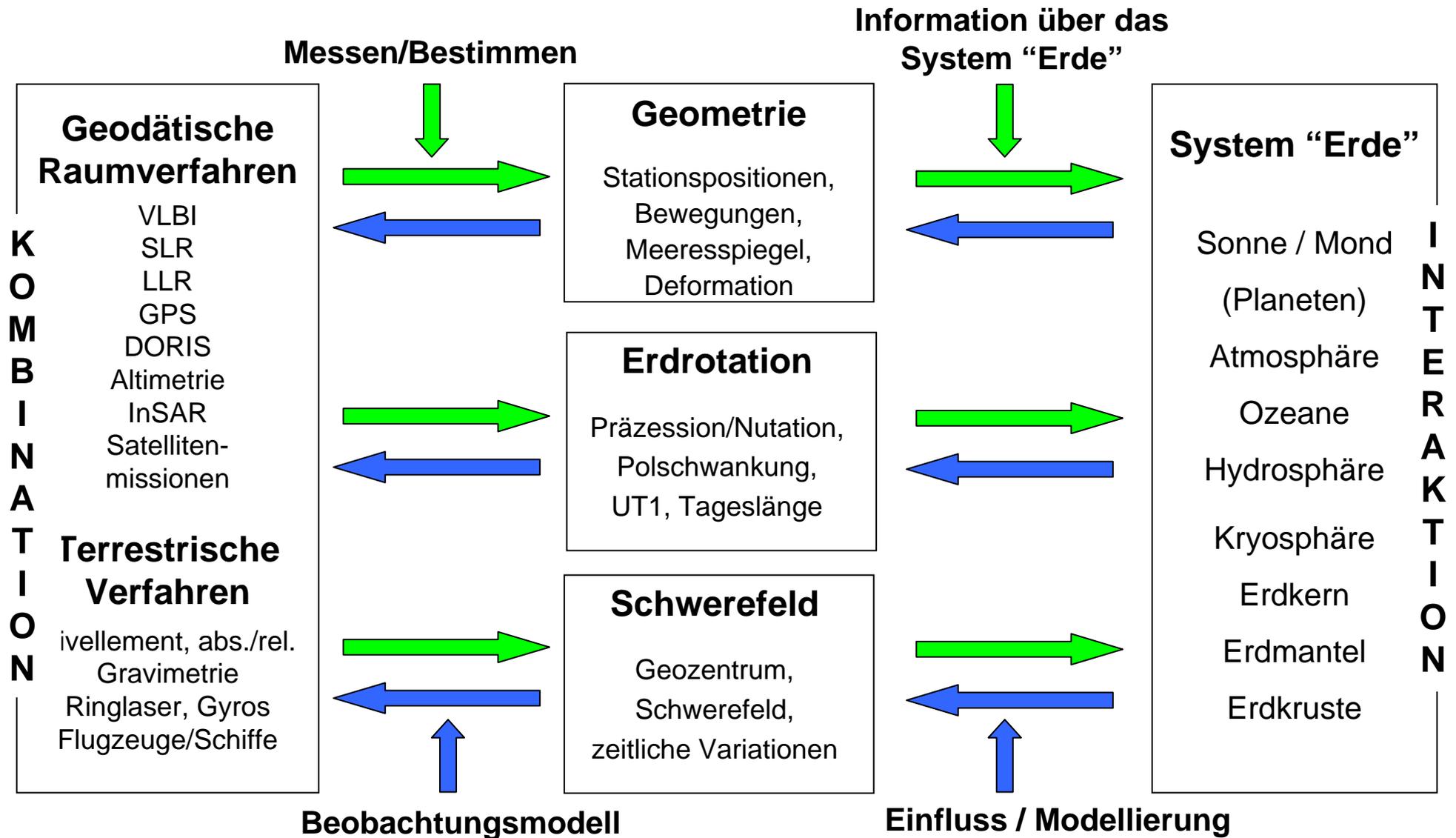
IERS:	International Earth Rotation and Reference Systems Service
IGS:	International GNSS Service
IVS:	International VLBI Service
ILRS:	International Laser Ranging Service
IDS:	International DORIS Service
IGFS:	International Gravity Field Service
BGI:	Bureau Gravimetrique International
IGeS:	International Geoid Service
ICET:	International Center for Earth Tides
ICGEM:	International Center for Global Earth Models
PSMSL:	Permanent Service for Mean Sea Level
IAS:	International Altimetry Service
BIPM:	Bureau International des Poids et Mesures
IBS:	IAG Bibliographic Service

Monitoring und Modellieren des Systems Erde

Terrestrisches Referenzsystem: hohe Genauigkeit und Stabilität



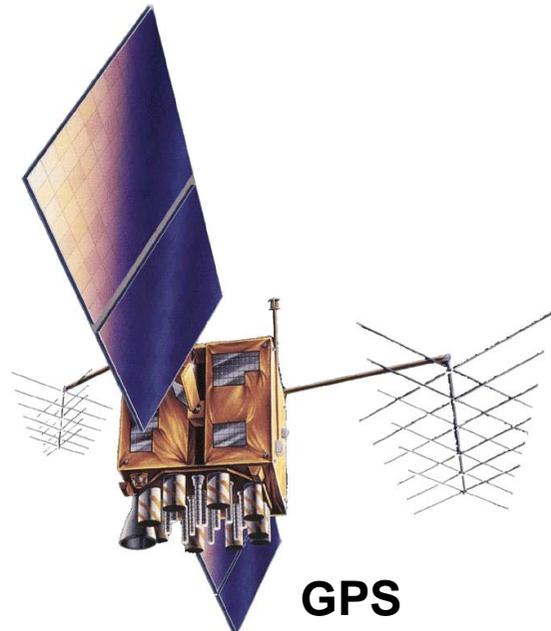
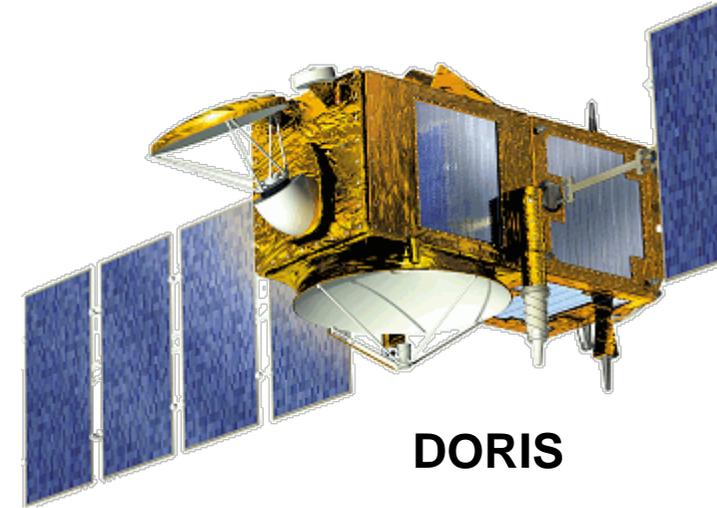
Monitoring und Modellieren des Systems Erde



Geodätische Weltraumverfahren (1)

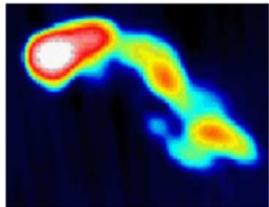
Mikrowellenverfahren:

- **Global Positioning System (GPS):** USA
- **Global Navigation Satellite System (GLONASS):** russisches Pendant
- **GALILEO:** zukünftiges europäisches Satellitennavigationssystem
- **DORIS:** Doppler Satelliten-Tracking-System



Geodätische Weltraumverfahren (2)

- **VLBI** (Very Long Baseline Interferometry): Beobachtung von Quasaren mit grossen Radioteleskopen
- **SLR** (Satellite Laser Ranging) und **LLR** (Lunar Laser Ranging): Beobachtung spezieller Erdsatelliten und des Mondes mit kurzen Laserpulsen



QUASAR



VLBI



LAGEOS



SLR

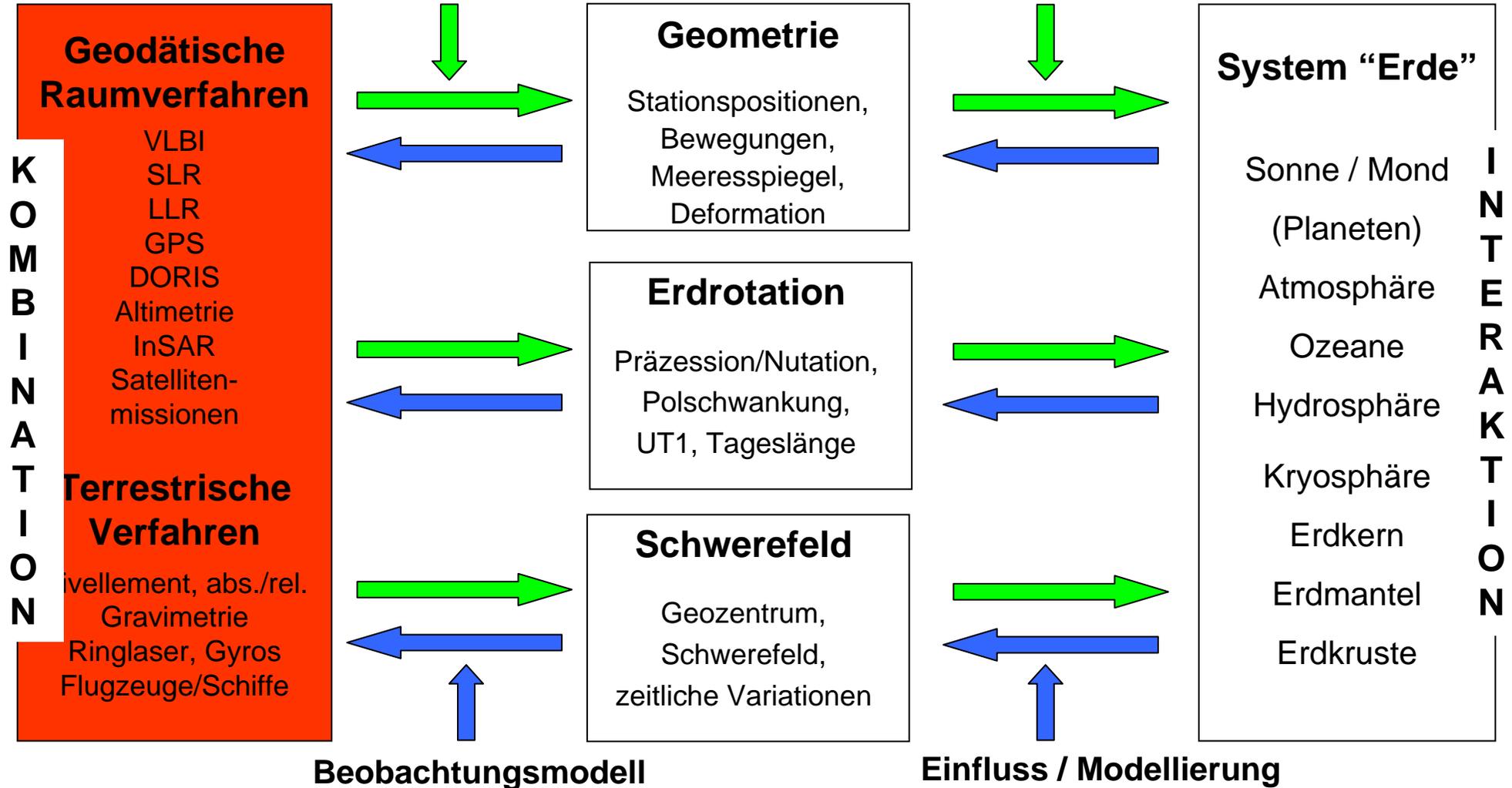
Satellitenmissionen (relevant für GGOS)

Mission	Typ	Missionsdauer
CHAMP	Schwerefeld/Magnetfeld / Atmosphäre	2000 – 2008
GRACE	Schwerefeld (statisch+zeitlich), Atmosphäre	2002 – 2011
GOCE	Schwerefeld (statisch, hochaufgelöst)	2007 – 2008
TOPEX-POSEIDON	Ozean-Altimetrie	1992 – 2004
Jason-1	Ozean-Altimetrie	2001 – 2006
ICESAT	Eis- Altimetrie	2003 – 2008
CRYOSAT-2	Eis-Altimetrie	2009 – 2011
ERS-2	Altimetrie / Klima / Umwelt	1995 – 2007
ENVISAT	Altimetrie / Klima / Umwelt	2002 – 2007
TerraSAR-X	SAR/ InSAR/ Atmosphäre	2007 – 2011
TanDEM-X	SAR/ InSAR/ Atmosphäre	2009 – 2011
EnMAP	Optisch, hyperspektral	2009 – 2012
SWARM	Magnetfeld	2009 – 2014
LAGEOS-1 & 2	Referenzsysteme, Schwerefeld	1975 – offen
GPS/GLONASS	Navigation / Positionierung, Bahnen, Zeittransfer / Erdrotation,...	1978 – offen
GALILEO	Navigation / Positionierung,...	2010 – offen

Monitoring und Modellieren des Systems Erde

Messen/Bestimmen

Information über das System "Erde"



Pfeiler 1: Geometrie und Deformation der Erde

- Problem und Faszination der Erdvermessung heute:

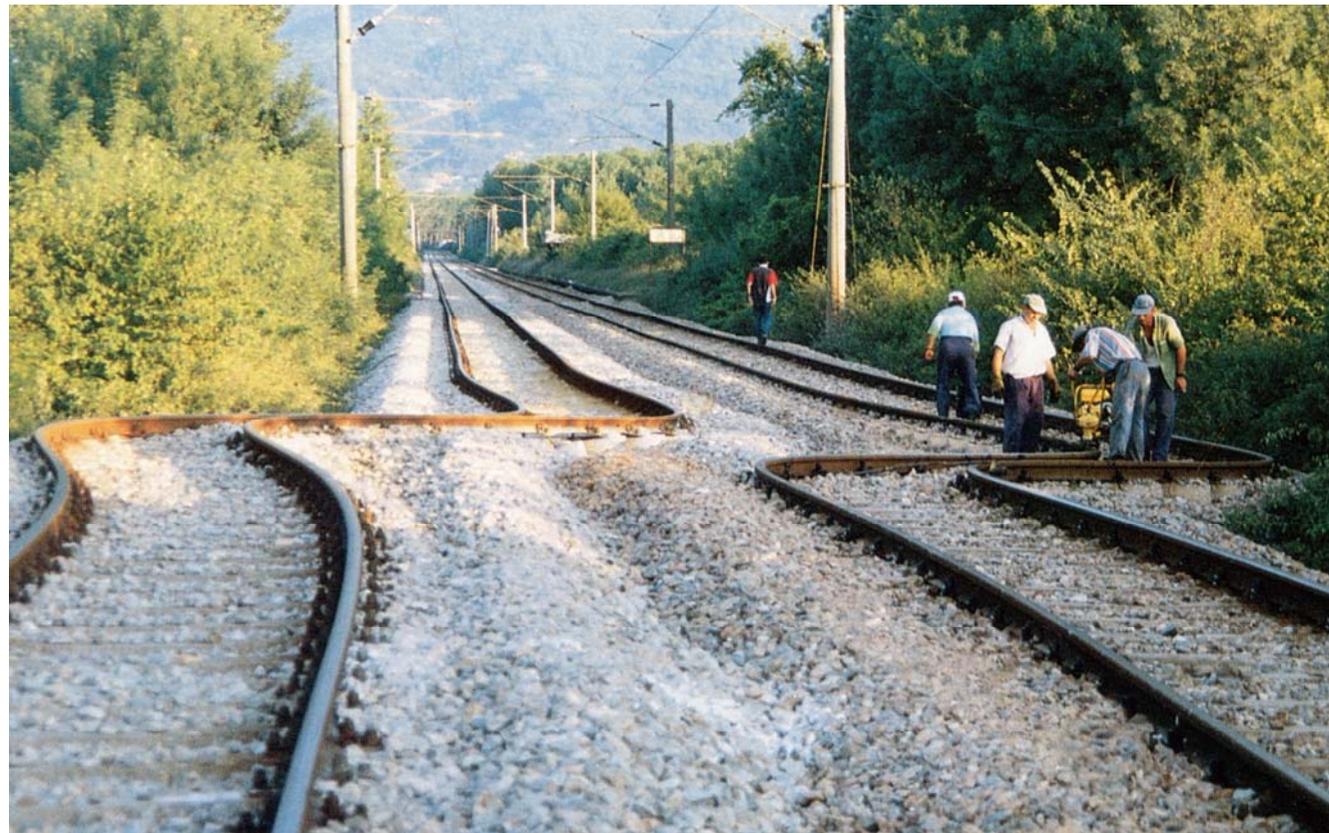
Alles bewegt sich !

- Monitoring heute vorwiegend durch GPS-Permanentnetze

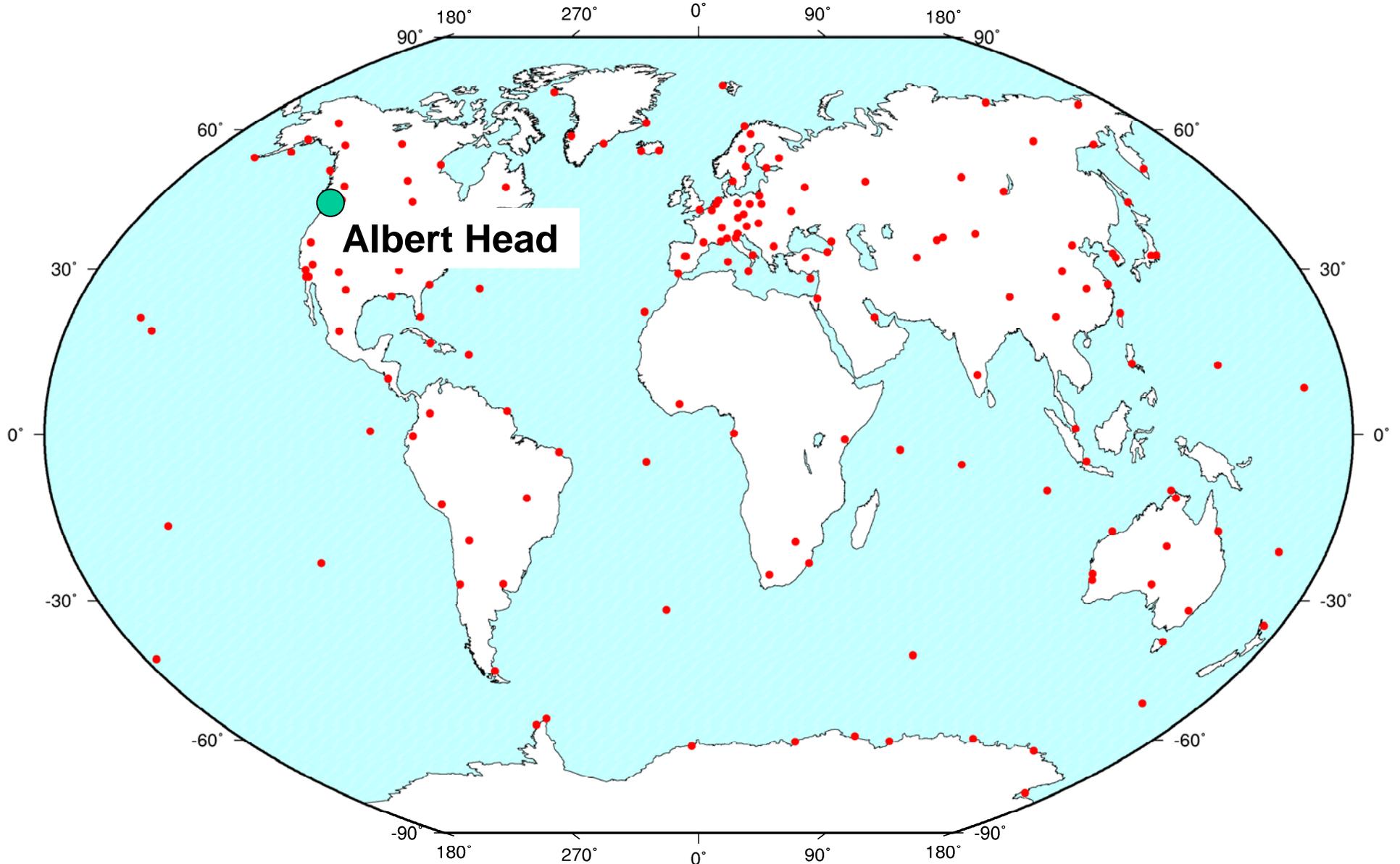
- Beispiele:

- Kontinentalverschiebung
- Gezeiten der festen Erde (durch Sonne und Mond verursacht)
- Erdbeben ...

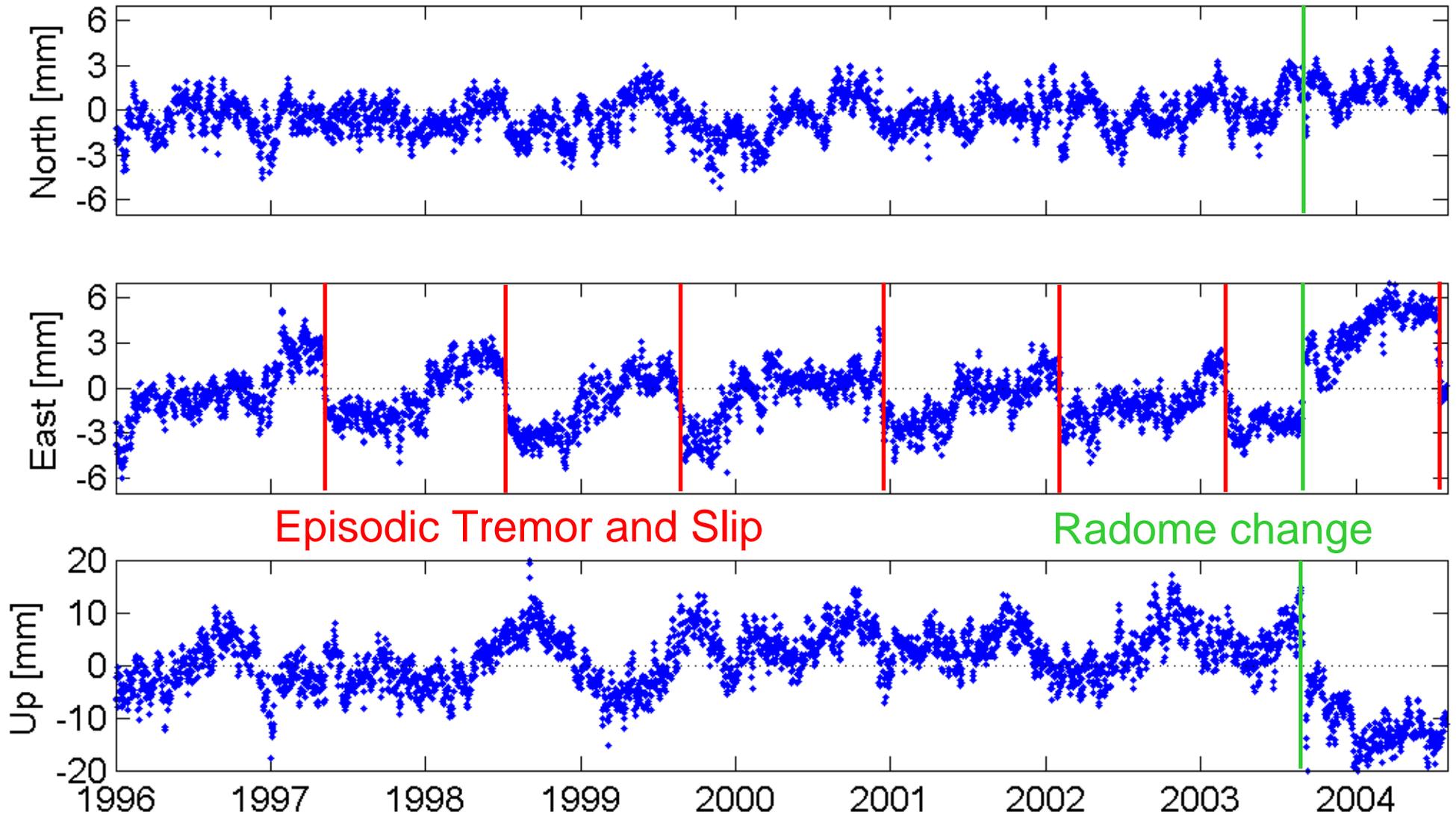
- Kontinuierliche Überwachung nötig (Monitoring)



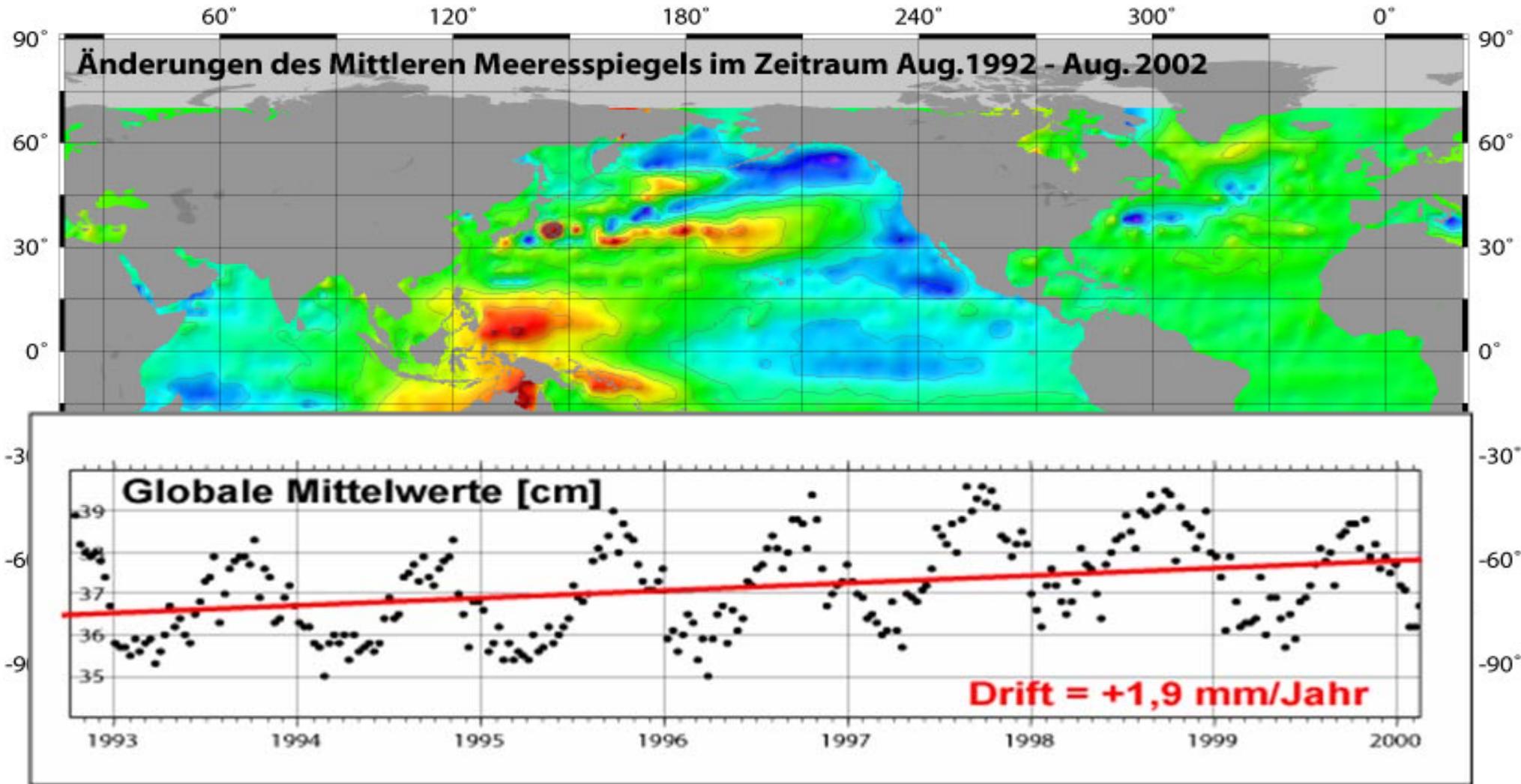
Globales GPS-Netz



Coordinates from GPS: Albert Head (Kanada)



Altimetrie: Änderungen des Meeresspiegels



Grösste Fehlerquelle: Referenzsystem; Forderung: 1 mm, 0.1 mm/a

GEO Task in “Architecture” (2007-2009):

Work Description:

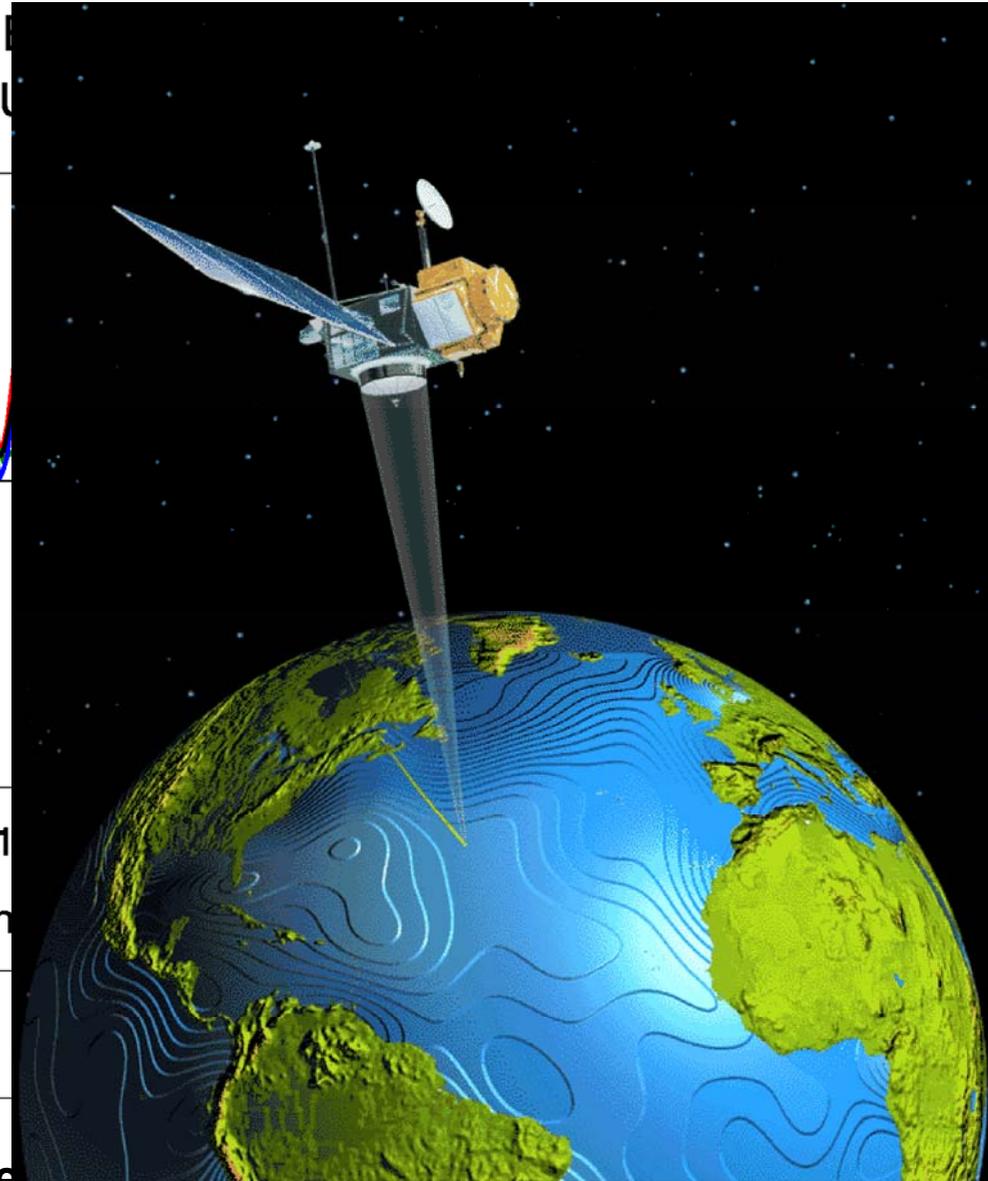
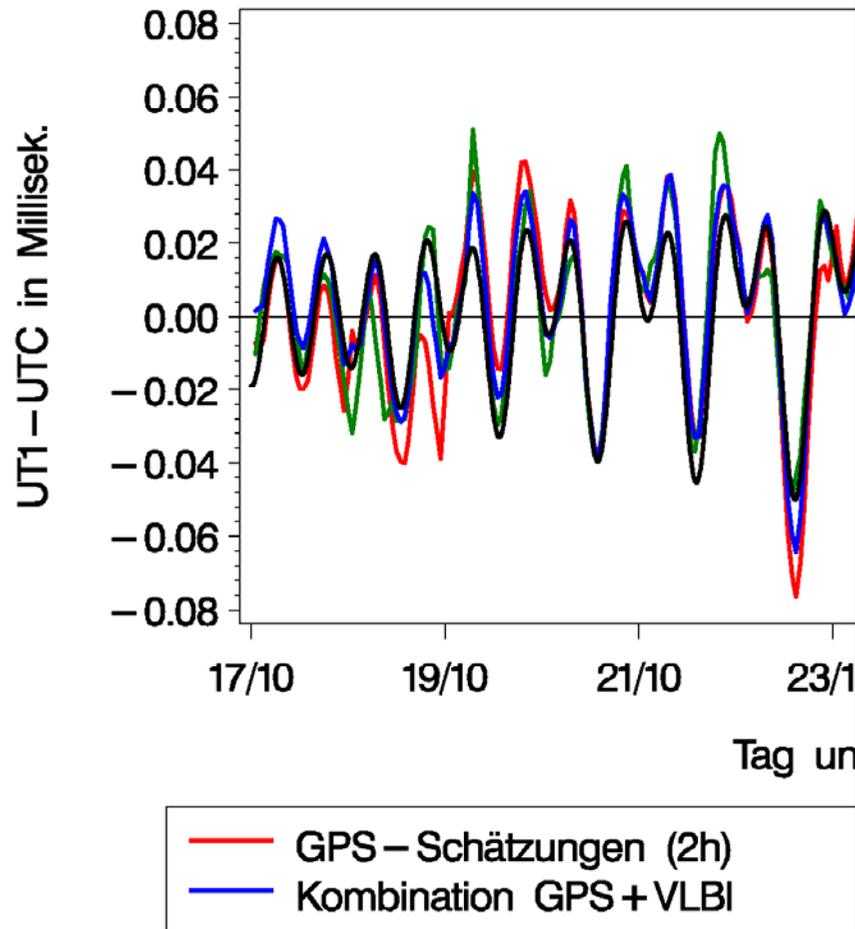
- Ensure the availability of accurate, consistent, homogeneous, long-term stable, global geodetic reference frames as a mandatory framework and the metrological basis for all Earth observation.

Leading Organization:

- **IAG/GGOS**

Pfeiler 2: Erdrotationsparameter (sub-taglich)

Vergleich von GPS – und VLBI –
UT1 – UTC

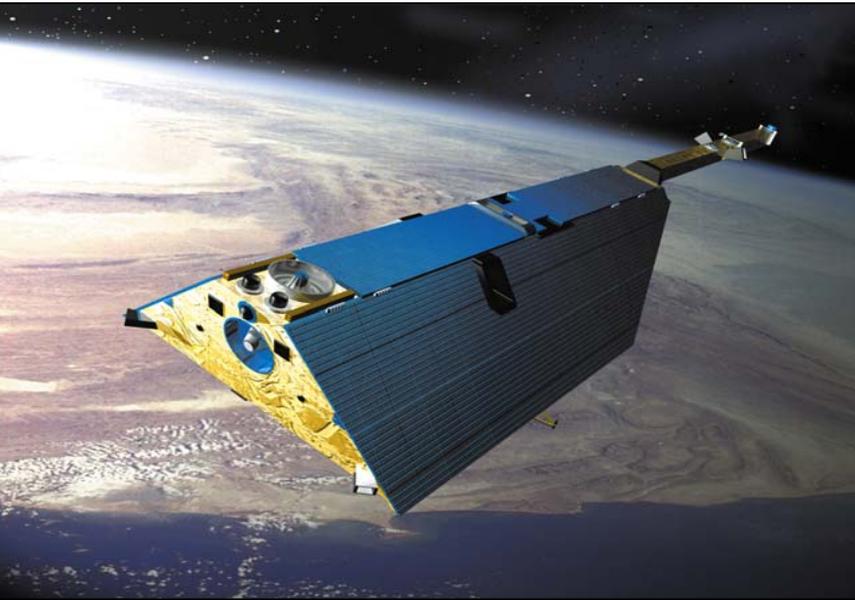


Komb.-Modell: 4.5 mm **GPS-Mode**

Pfeiler 3: Schwerefeld (neue Missionen)

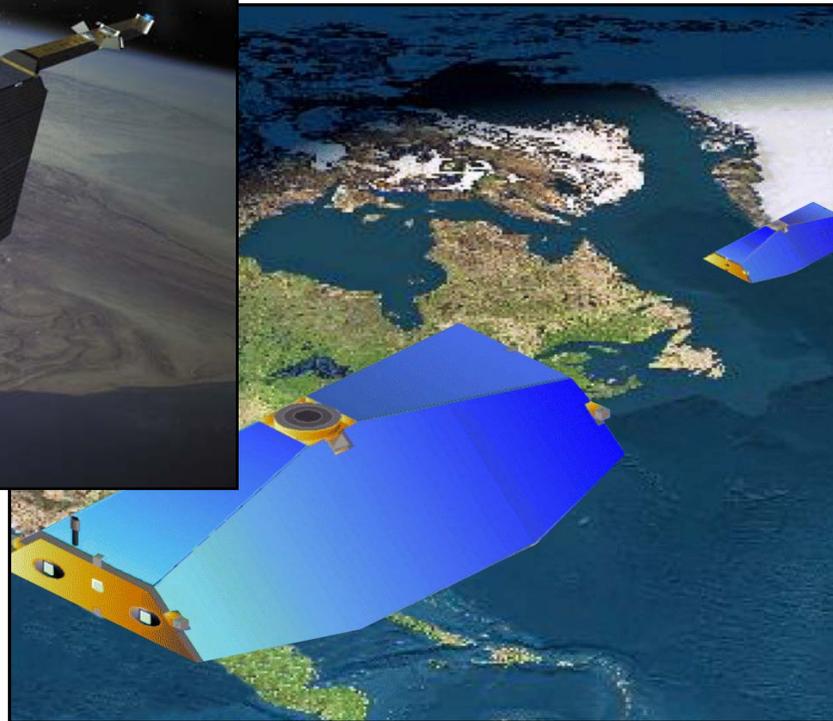
CHAMP (2000)

Germany



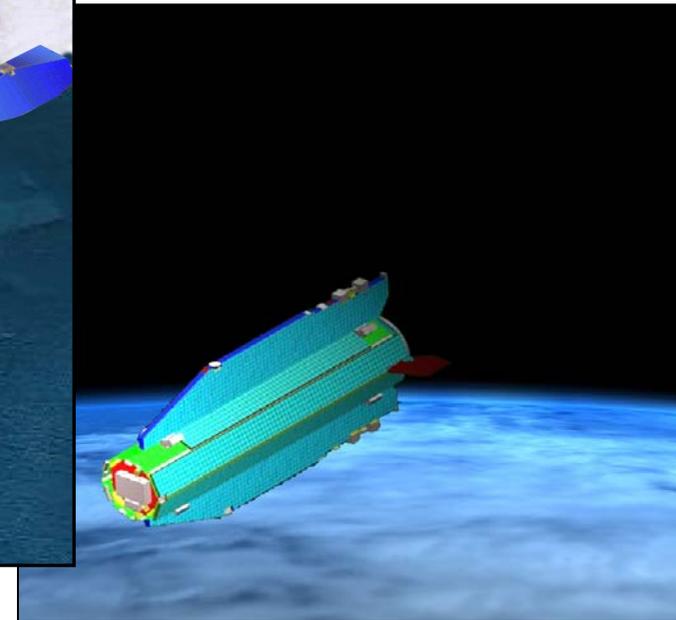
GRACE (2002)

USA-Germany

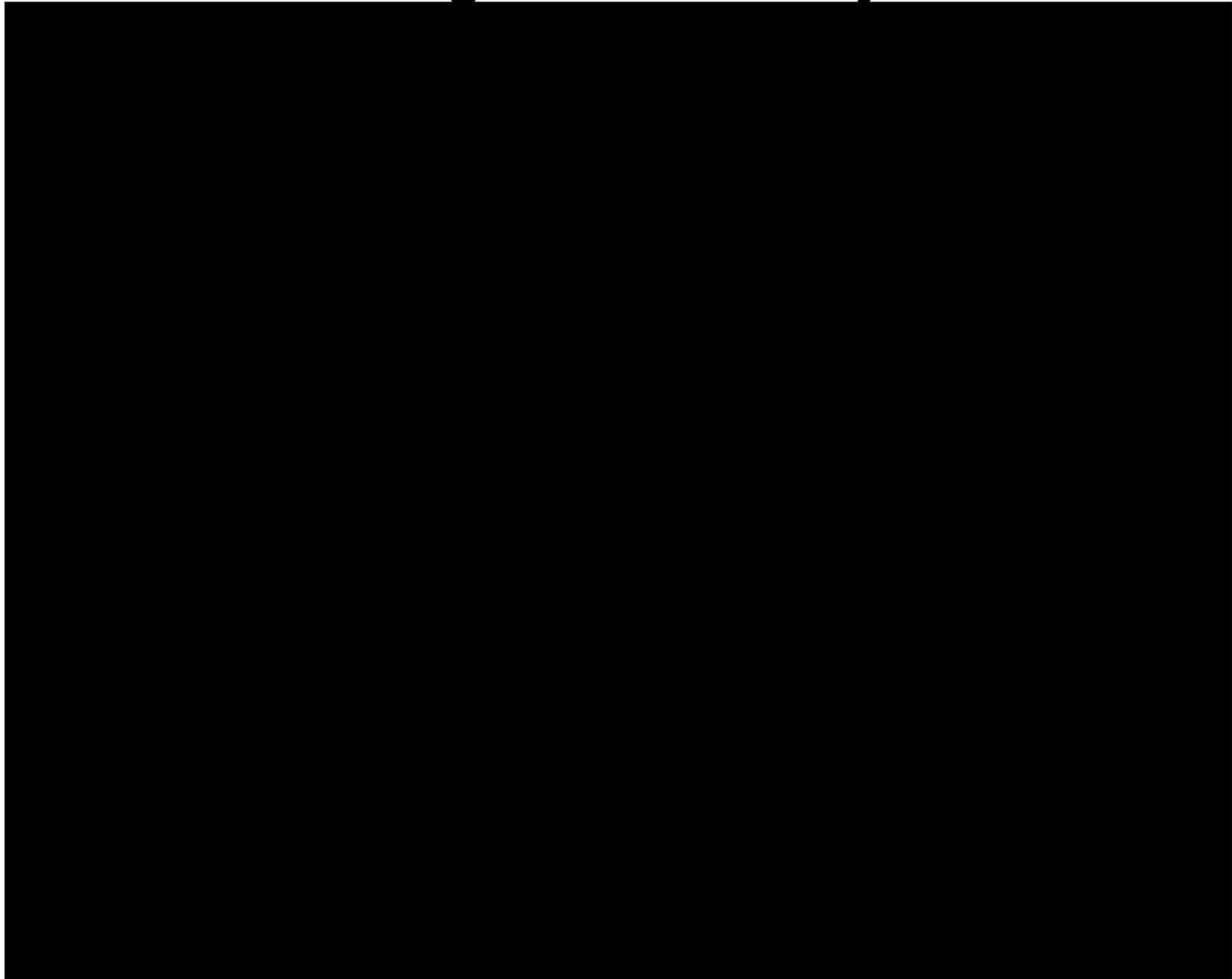


GOCE (2007/8)

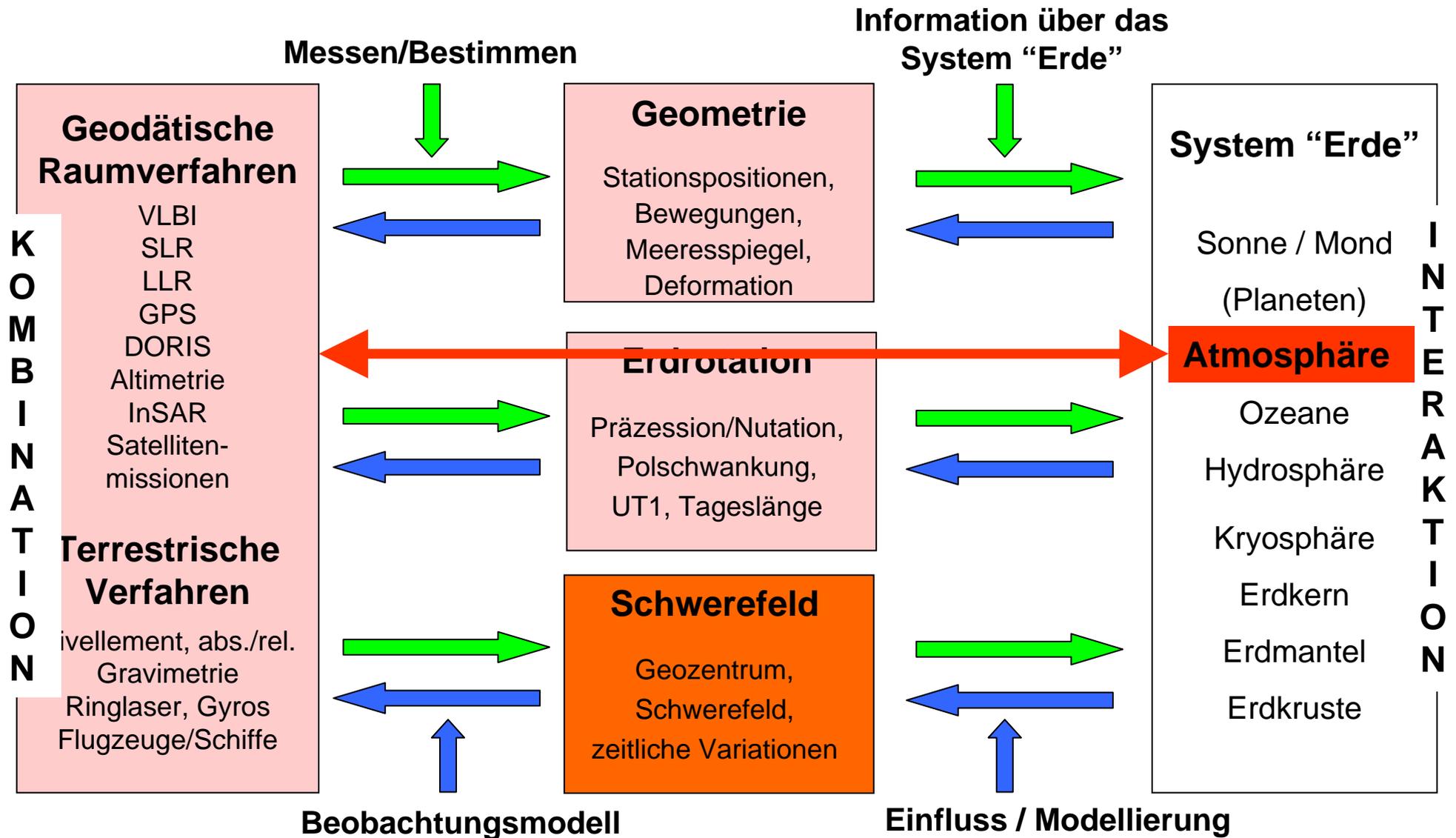
European



GRACE: Erfassung des Wasser-Zyklus der Erde

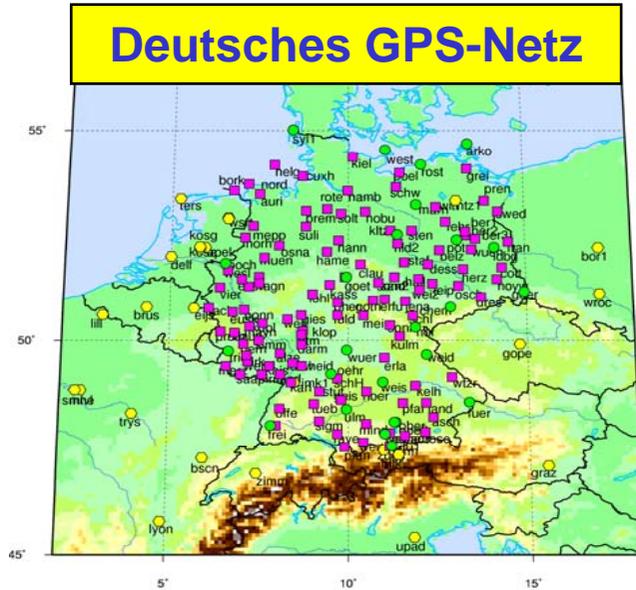


Monitoring und Modellieren des Systems Erde



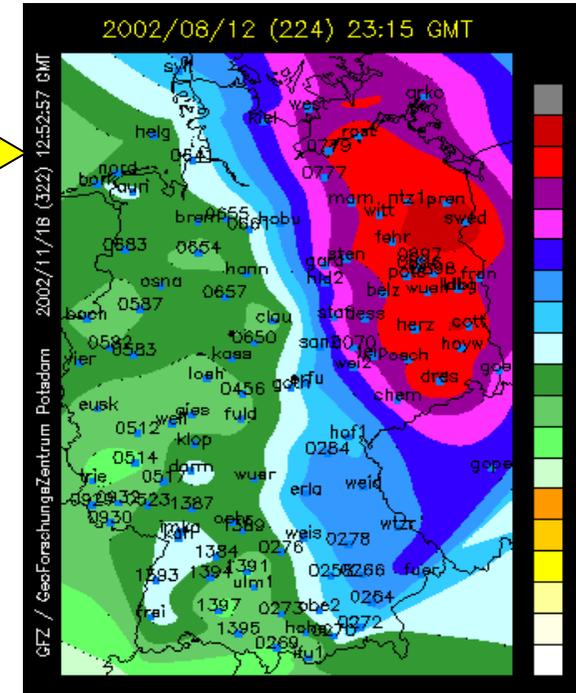
Bestimmung des Wasserdampfs mit GPS

Deutsches GPS-Netz

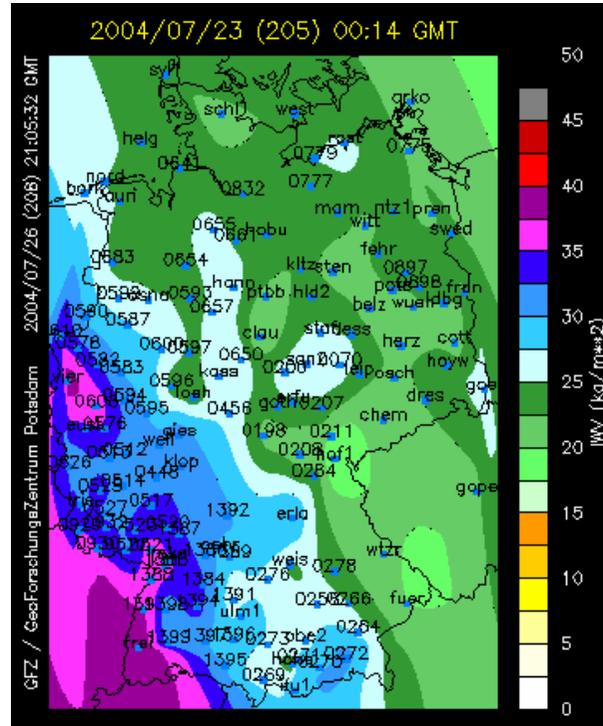


Wasserdampfverteilung zur Zeit der Elbeflut im August 2002

Wetterfronten



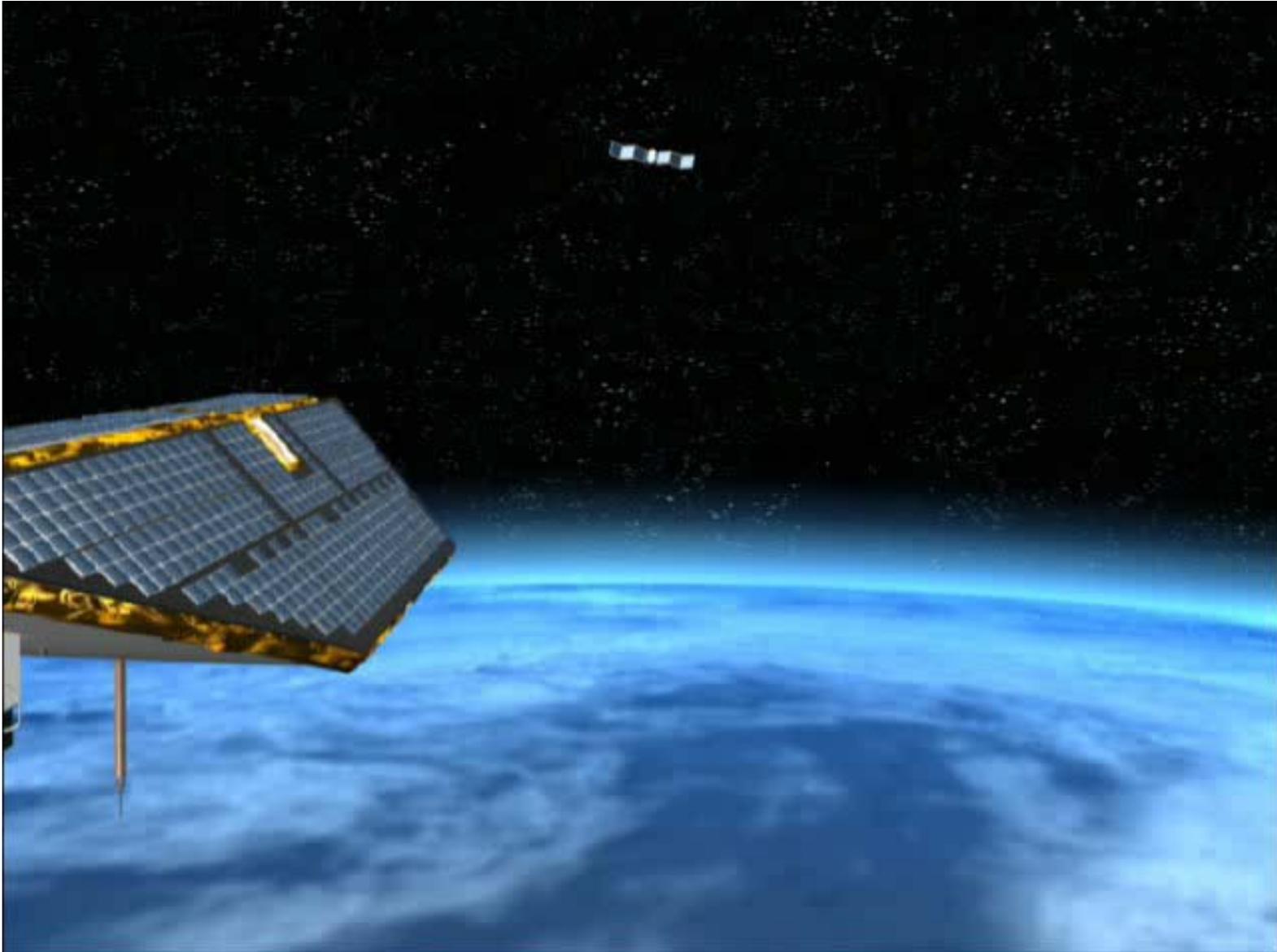
Bestimmung des Wasserdampfs über den Stationen aus der Verzögerung der GPS-Signale



Wettervorhersage



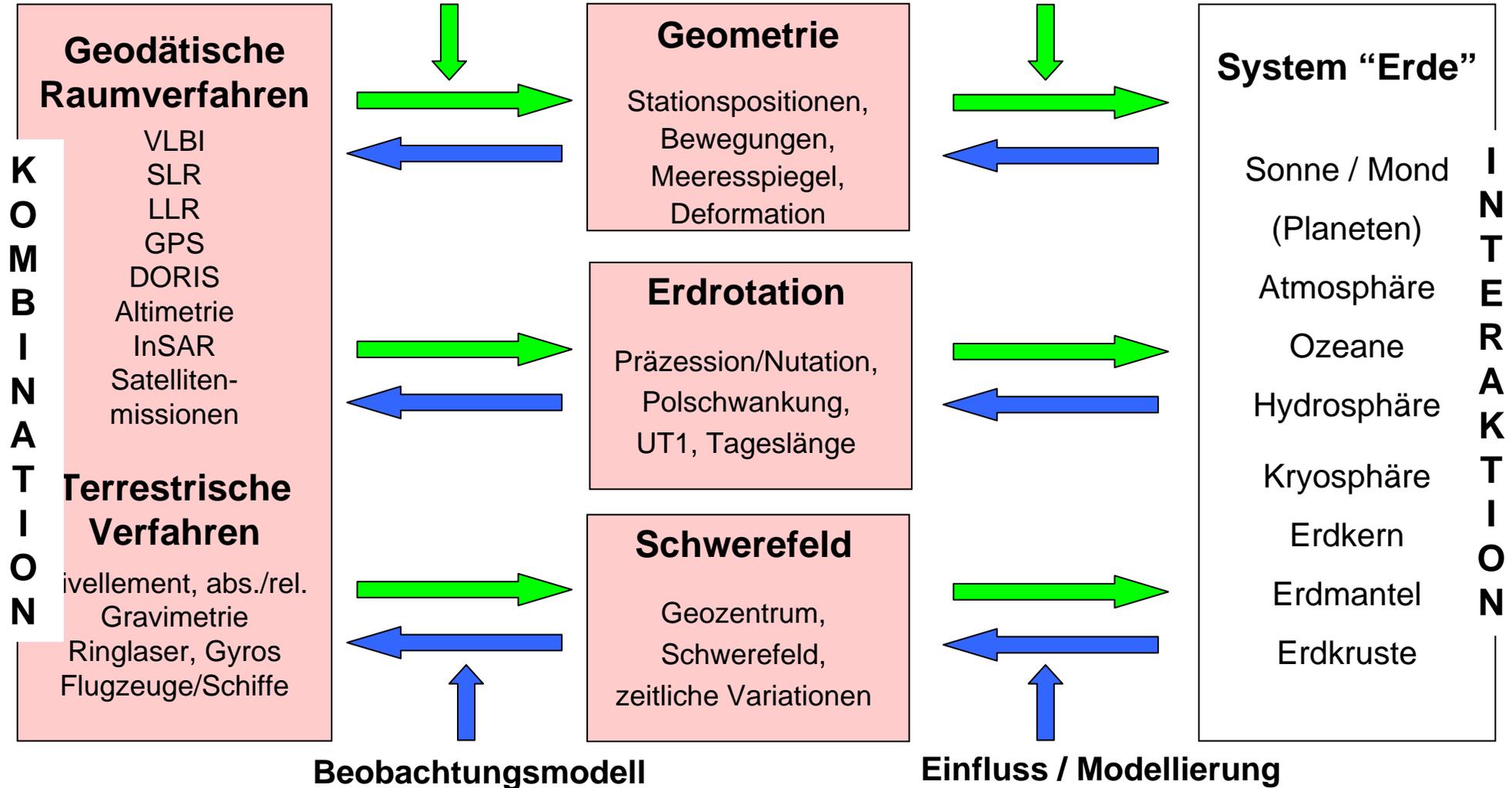
Okkultationsmessungen mit CHAMP



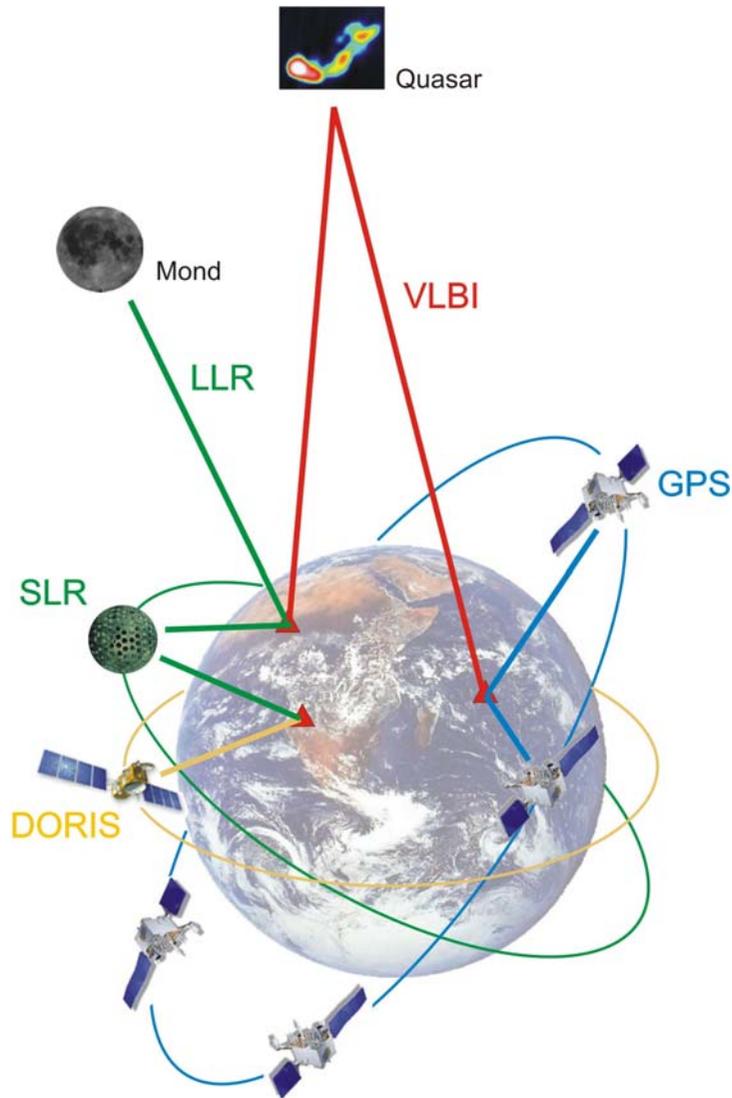
Monitoring und Modellieren des Systems Erde

Messen/Bestimmen

Information über das System "Erde"

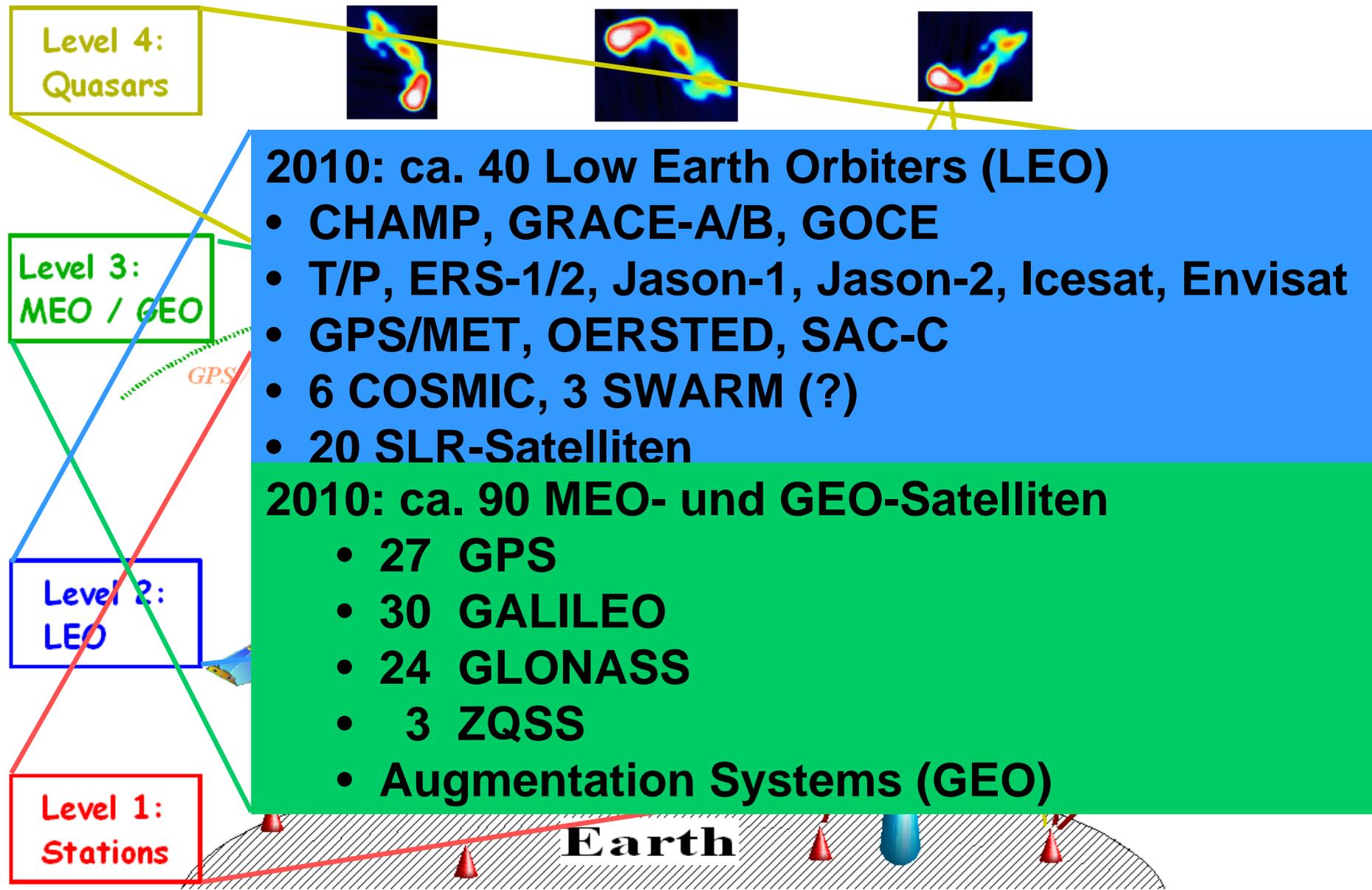


Kombination und Integration

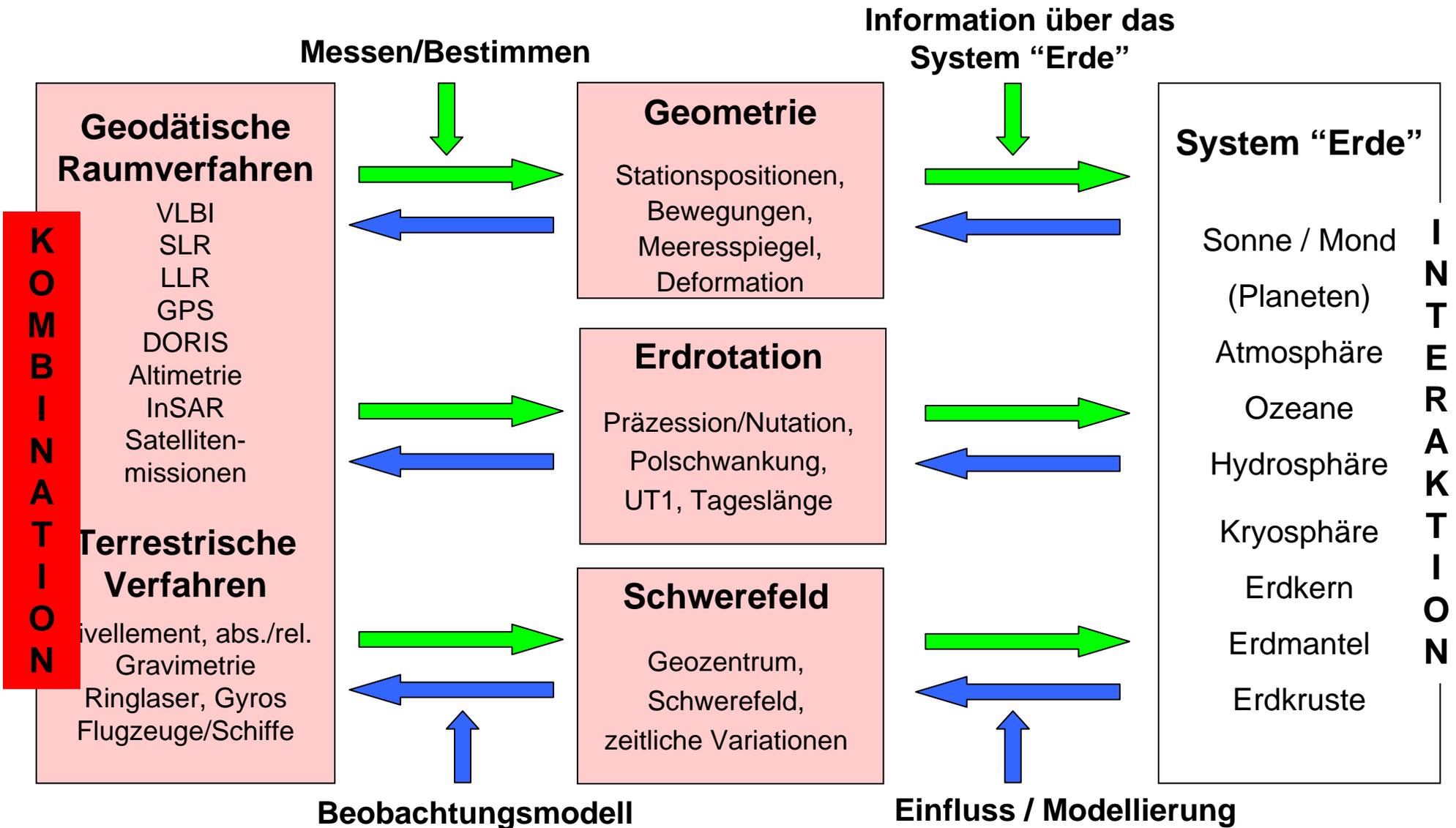


- Die **Stärken** der individuellen Beobachtungstechniken ausnutzen
- Profitieren von Instrumenten, die **am selben Ort** aufgestellt sind (Kollokation)
- Unterscheiden können zwischen **technik-spezifischen systematischen Fehlern** und **echten geodätischen/geophysikalischen Signalen**.
- Alle gemeinsamen Parameter aller Beobachtungstechniken korrekt kombinieren als Schritt zu einem integrierten **Global Geodetic Observing System (GGOS;** Projekt der IAG).
- **Übergreifende Modellierung** der Interaktionen/Prozesse im System Erde

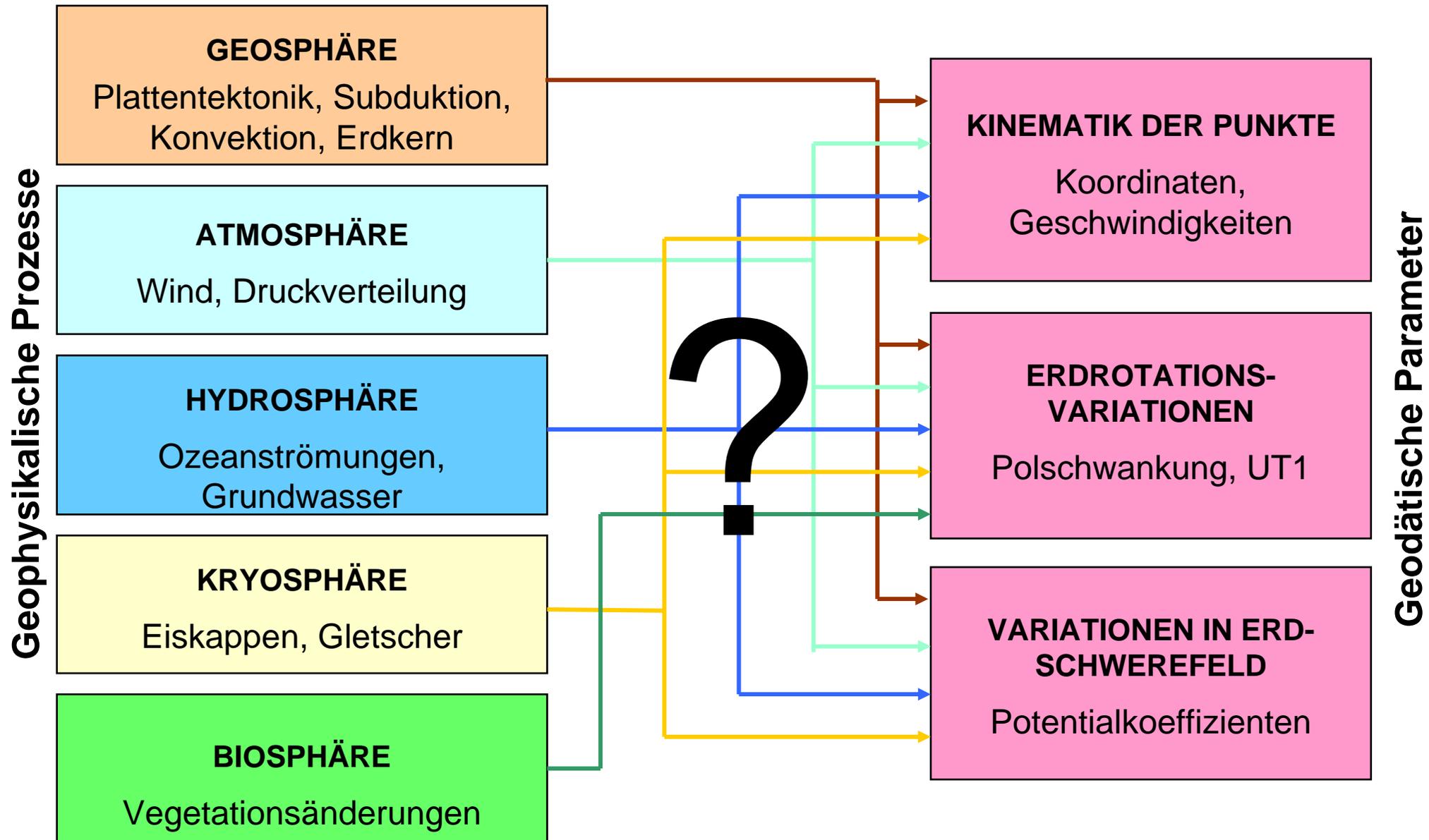
Intergation von 4 Ebenen zu einen GGOS



Monitoring und Modellieren des Systems Erde



Modellierung und Interpretation



Deutsche Beiträge zu GGOS (→ GEOSS)

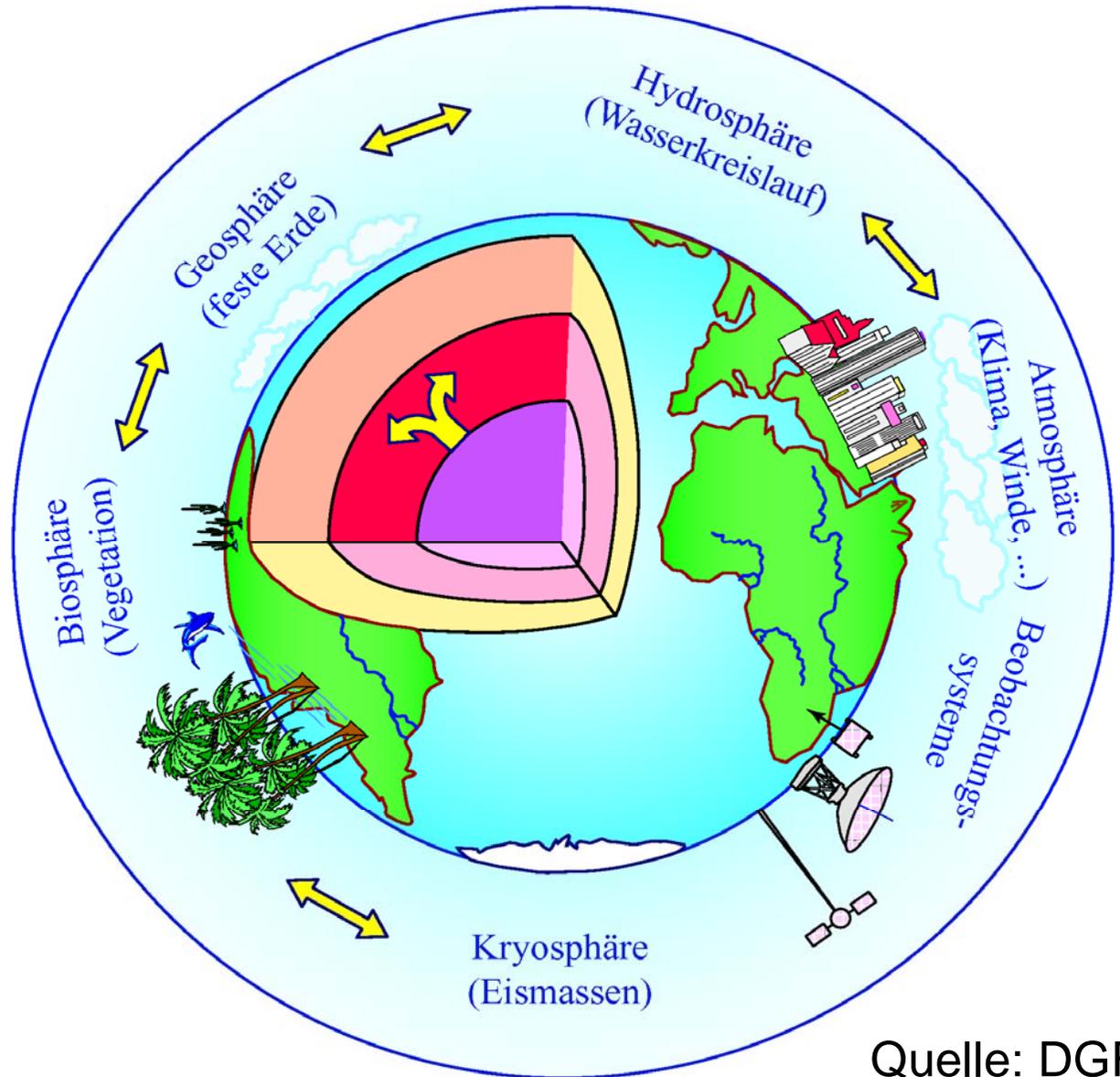
Beobachtung:

- **Fundamentalstationen:** Wettzell (BKG, TUM), SLR in Potsdam (GFZ)
- **GPS-Netze:** ~31 global (GFZ), ~6 global (BKG), ~20 regional (BKG)
- **Satellitenmissionen:** CHAMP, GRACE, TerraSAR-X, TanDEM-X, EnMAP, SWARM, ...

Internationale Dienste (IAG):

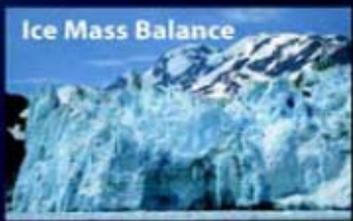
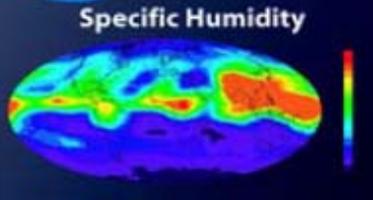
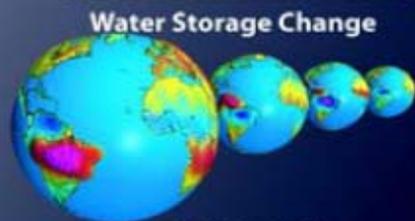
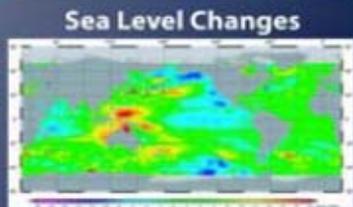
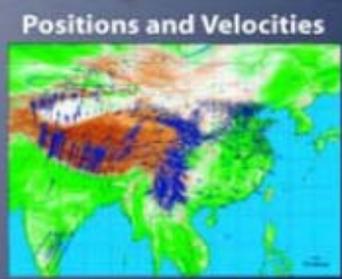
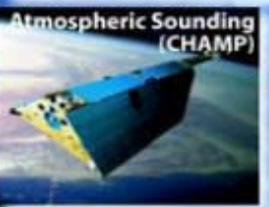
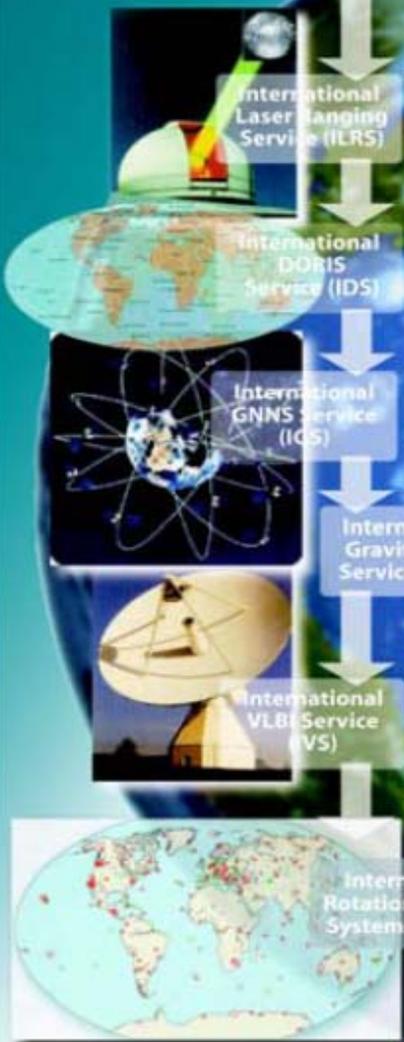
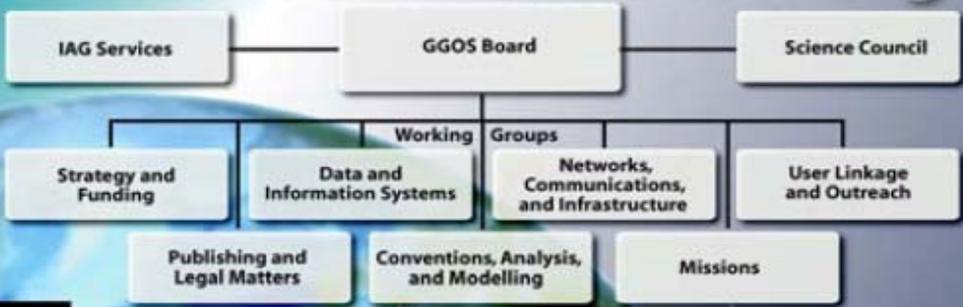
- **GGOS:** Chair (Rothacher, GFZ), Steering Committee (Richter, BKG; Drewes, DGFI)
- **IERS:** Central Bureau (Richter, BKG), Analysis Coordination (Rothacher, GFZ), ITRF Combination (Drewes, DGFI)
- **IGS:** Analysis Coordination (Gendt, GFZ), Combination (Gendt, GFZ)
- **ILRS:** Analysis Center (DGFI, GFZ), Combination and Data Center (DGFI)
- **IVS:** Chair (Schlüter, BKG), Analysis Coordinator (Nothnagel, GIUB), Analysis Center (BKG)
- **ICGEM:** Barthelmes, GFZ

**Danke für ihre
Aufmerksamkeit !**



Quelle: DGFI

IAG's Global Geodetic Observing System (GGOS)



IAG services are based on more than 400 global observation stations.

GGOS
<http://www.ggos.org>

Ziele von GGOS

Ziele:

- Sammeln und Archivieren von geodätischen Daten und Modellen. Sicherstellen der einfachen und schnellen Verfügbarkeit aller Produkte.
- Überwachen der Stabilität und der Verfügbarkeit der geometrischen und gravimetrischen Referenzsysteme
- Sicherstellen der Konsistenz von Geometrie, Erdrotation und Schwerefeld
- Erreichen einer Genauigkeit und Konsistenz der Produkte von 10^{-9} oder besser
- Verbesserung der geodätischen Modelle bis zur Genauigkeit der Beobachtungen

Chair: M. Rothacher; **Co-Chairs:** R. Neilan, H.-P. Plag

<http://www.ggos.org>