



Erdsystemmodellierung: Von geodätischen Beobachtungsdaten zum Prozessverständnis

M. Thomas, I. Sasgen, H. Dobslaw, J. Wickert
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

Numerische Modellierung: Ein Werkzeug für die Interpretation von Monitoringdaten

Altimetermissionen

Envisat Jason-1
ICESat CryoSat II

terrestrische Stationen

Gezeitenpegel GPS

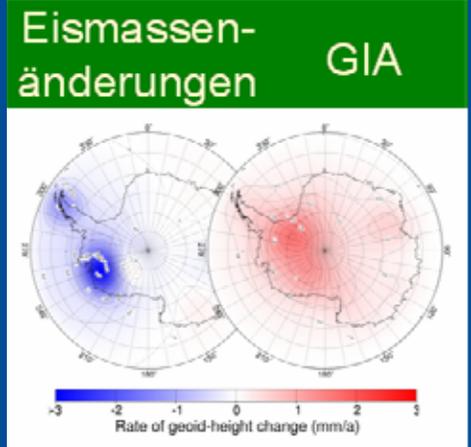
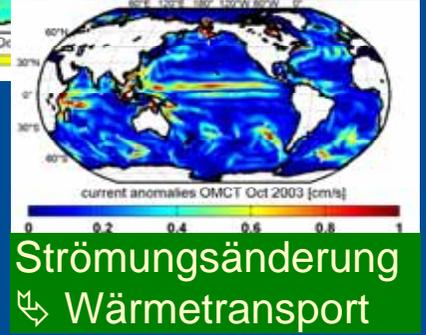
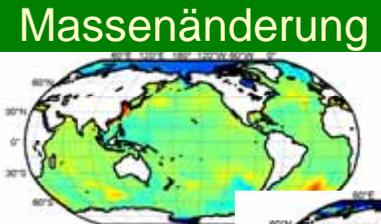
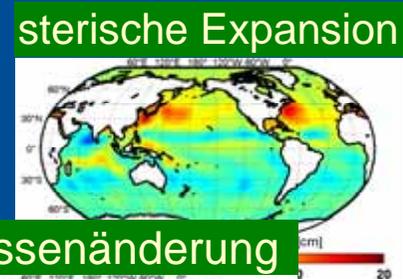
Magnetfeld

SWARM

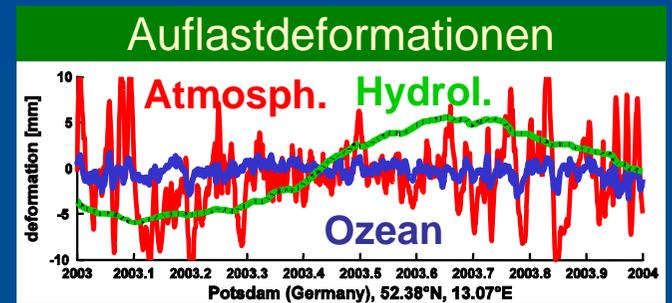
Schwerefeldmissionen

GRACE

Systemmodellierung

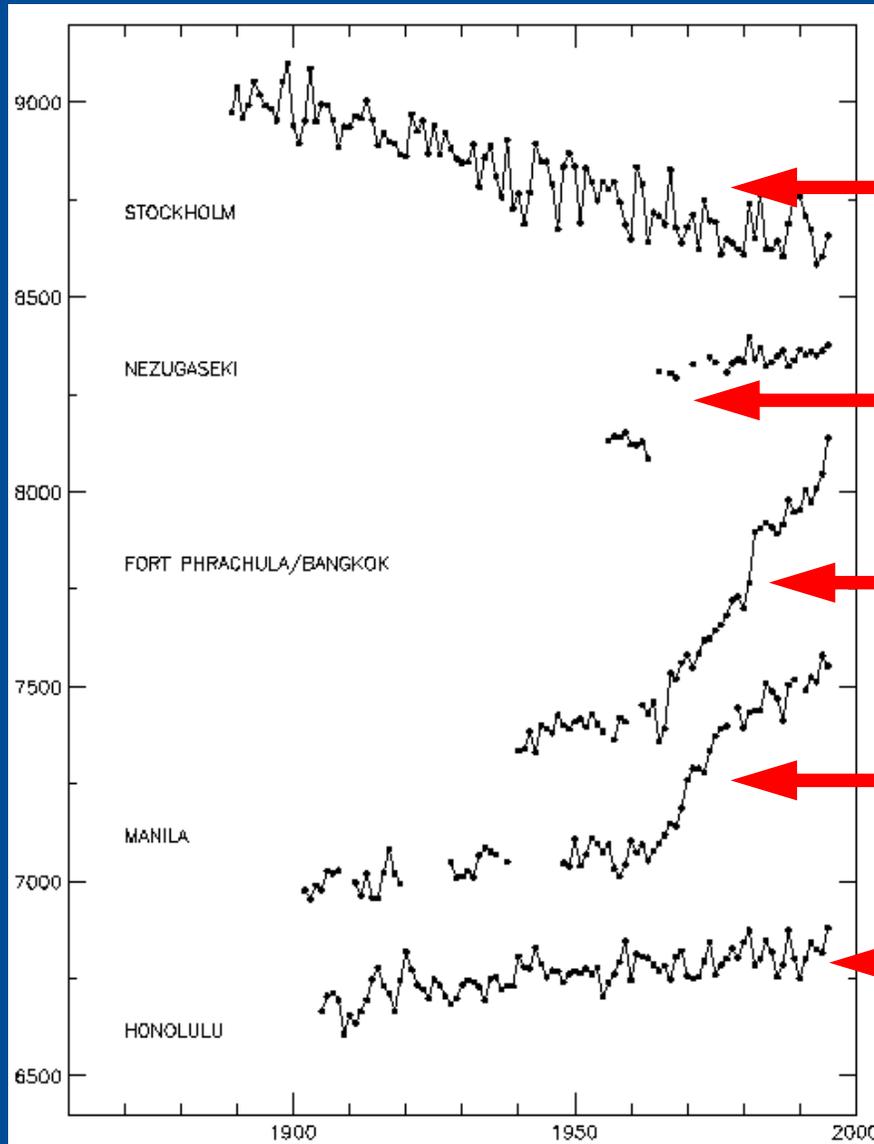


ozeanische Magnetfeldinduktion
↳ Indikatoren für Klimaänderungen?



Pegelmessungen lokaler Meereshöhen

Meereshöhe [mm]



Stockholm, Schweden:
Absinken infolge Landhebung

Nezugaseki, Japan:
Diskontinuität infolge Erdbeben
(1964)

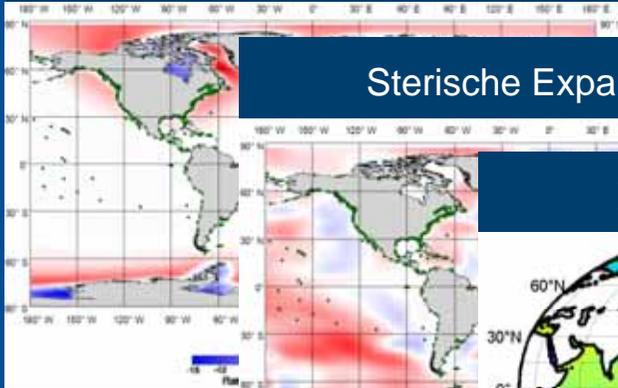
Bangkok, Thailand:
Anstieg durch Grundwasser-
förderung

Manila, Philippinen:
Anstieg durch hohe Flusseinträge

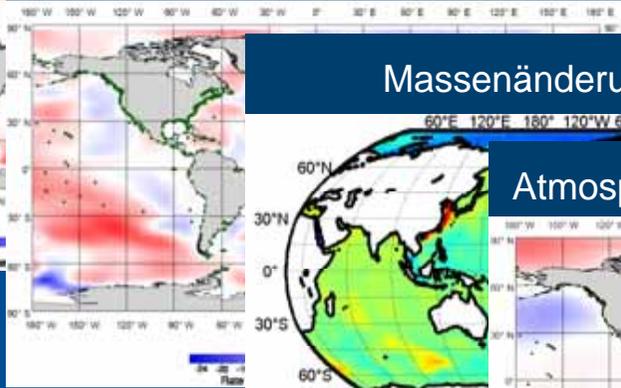
Honolulu, Hawaii:
"Fernfeld"-Station ohne starkes
tektonisches Signal;
säkularer Trend ca. 1,5 mm/Jahr

Ursachen von Meereshöhenänderungen

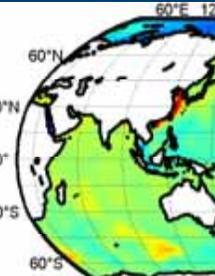
Postglaziale Landhebungen



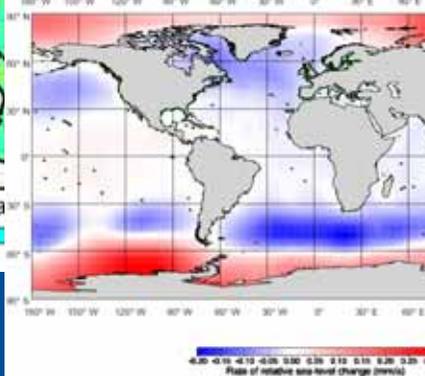
Sterische Expansionen



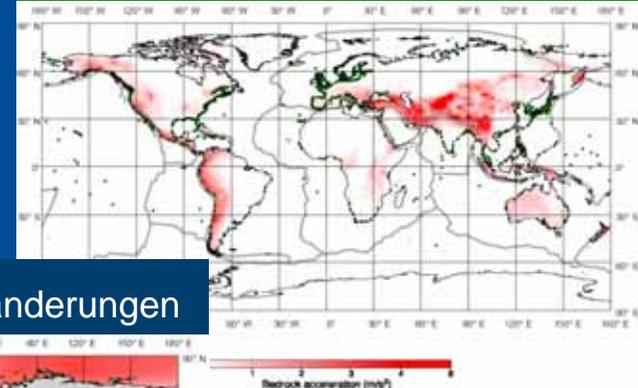
Massenänderungen



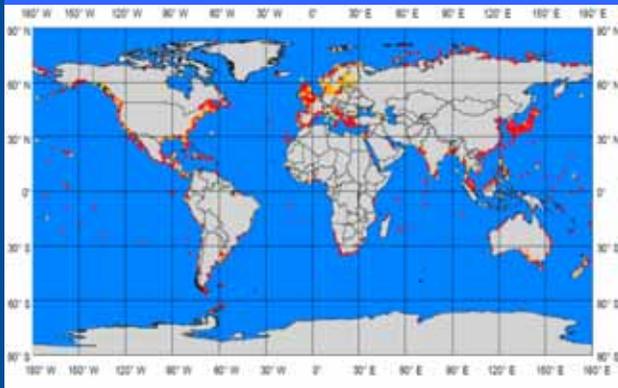
Atmosphärische Druckänderungen



Weitere Prozesse (z.B. Seismizität)



z.B. Pegelstationen



ss anoma

-5

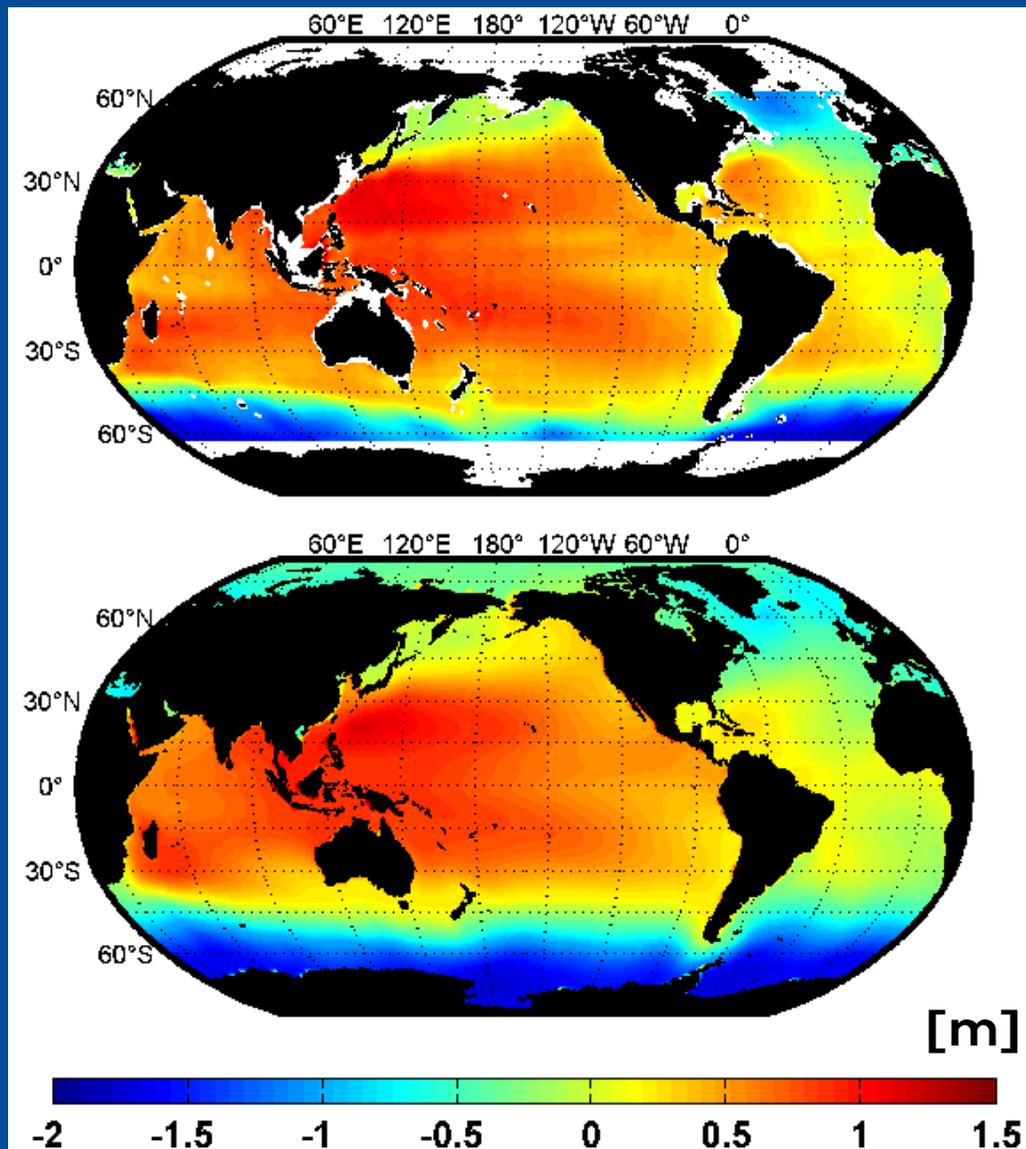
Interpretation
und Assimilation

Vorhersage

Modellierung der Meereshöhen

- Identifikation und Separation ursächlicher Prozesse
- Abschätzung küstennaher Auswirkungen
- Wechselwirkung mit dem Klimasystem

Mittlere Meereshöhen (05/1998 – 05/2002)

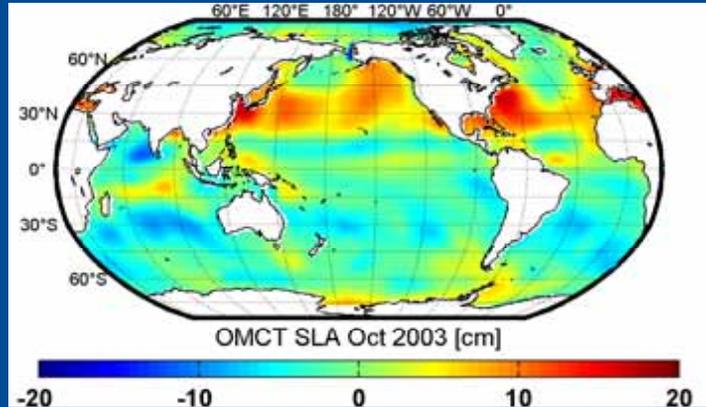


TOPEX/POSEIDON
& GRACE

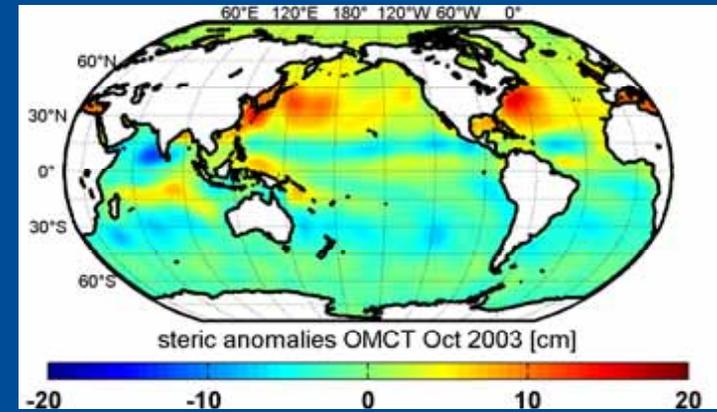
OMCT-Modellsimulation

Interpretation: Von Meereshöhen zu Wärmetransporten

totale Höhenanomalie

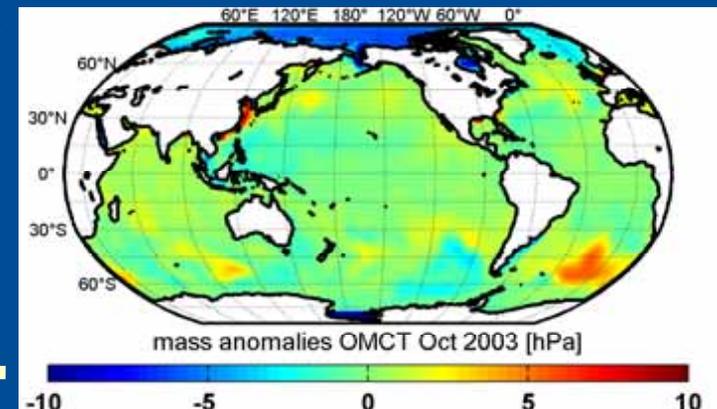
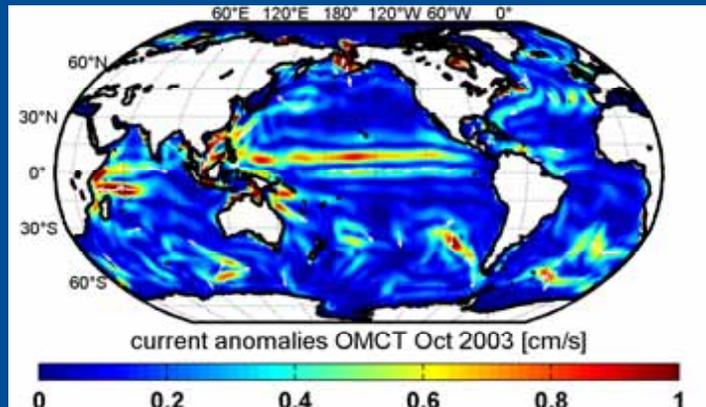


modellbasierte Interpretation



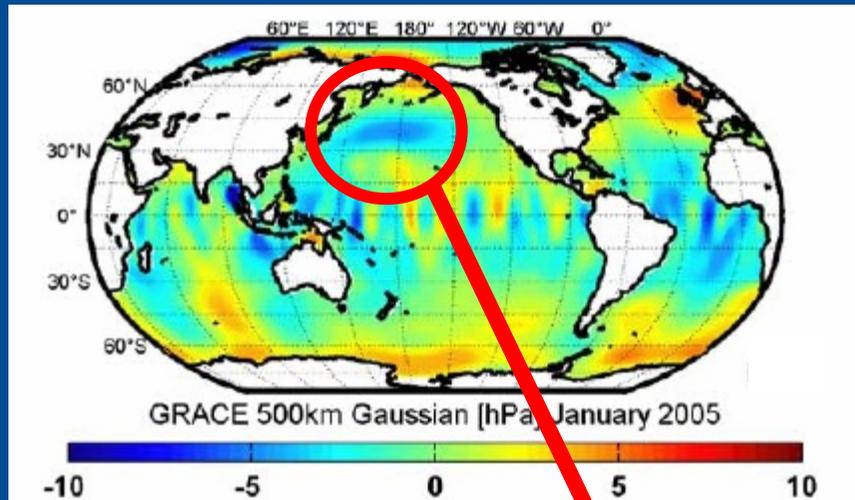
sterische
Expansion

Massen-
änderung



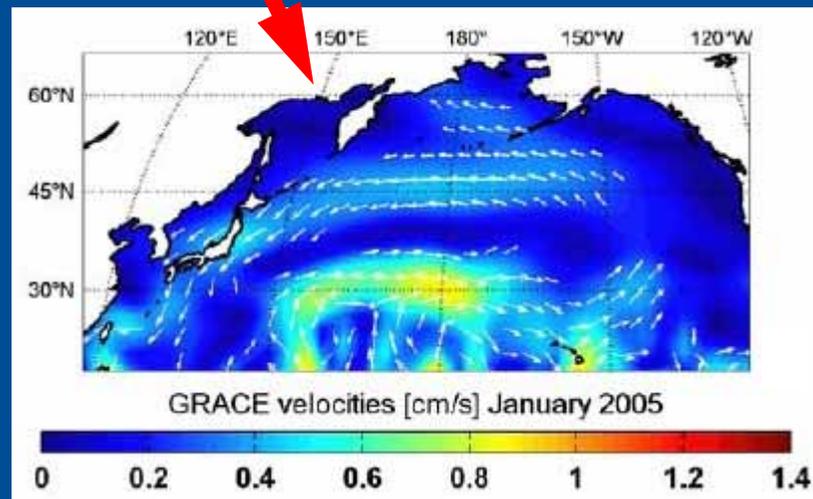
Transformation zu barotropen Strömungsänderungen,
die Variationen im Wärmetransport verursachen

Von GRACE-Schwerefeldern zu ozeanischen Strömungen



GRACE-Schwerefeld
(Januar 2005)

geostrophische Inversion



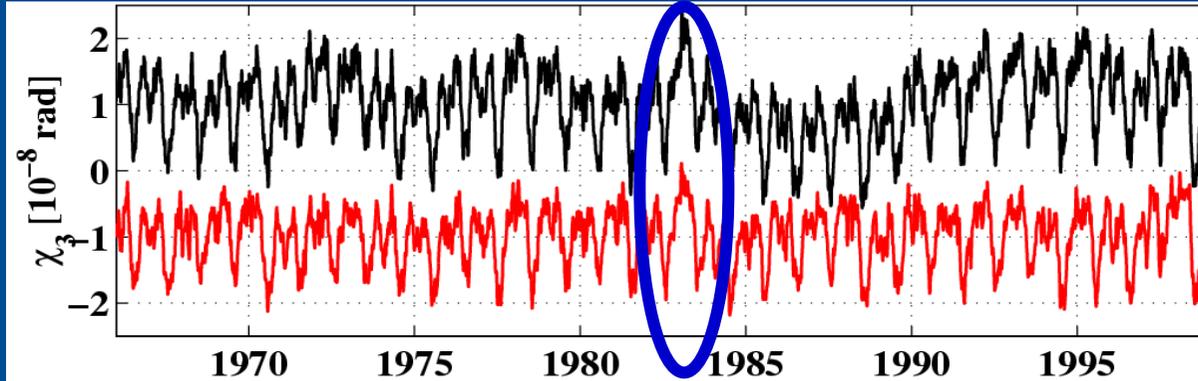
Strömungsanomalien
im Nordpazifik
(Januar 2005)

(aus: Dobslaw & Thomas, JGR, 2007)

Erdrotationsschwankungen

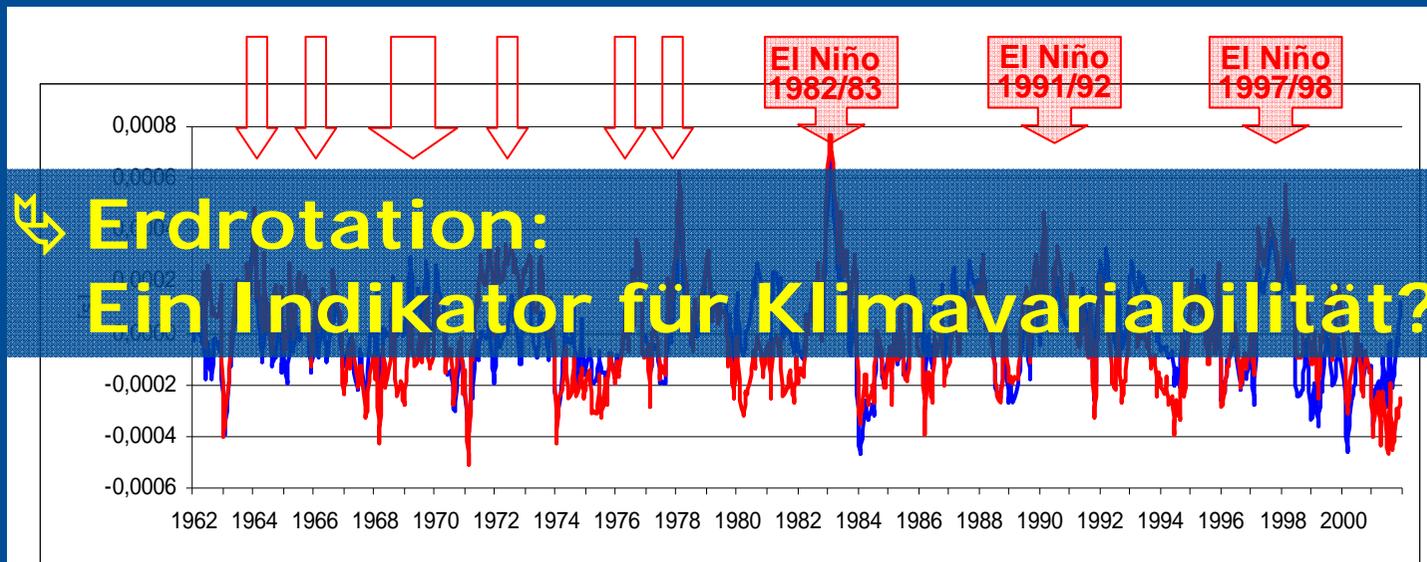
Korrelation: 89%

~ Änderungen
der Tageslänge



Beobachtung
(EOP C04)

Modell
(ECMWF +
OMCT + HDM)

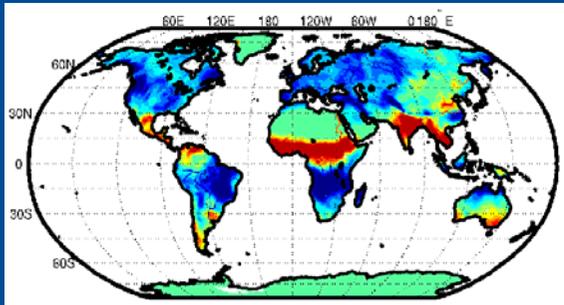


↪ Erdrotation:
Ein Indikator für Klimavariabilität?

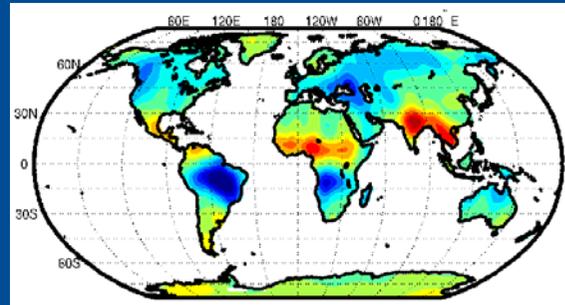
Änderung der Tageslänge Einfluss der Atmosphäre

Hydrologische Massenanomalien: Modellierung vs. GRACE

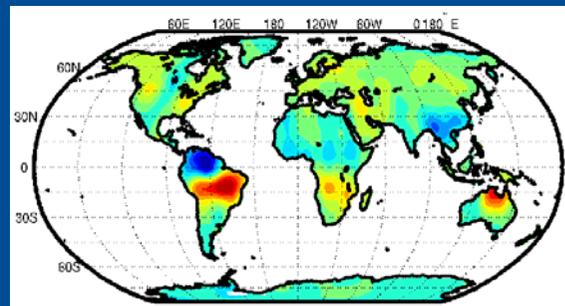
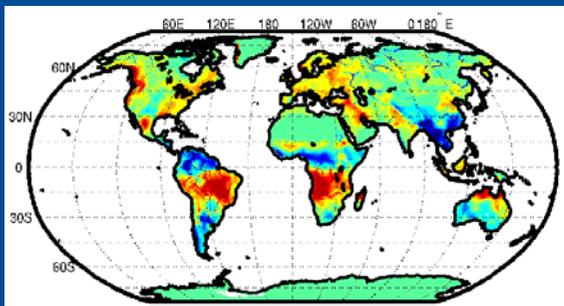
Oktober 2003



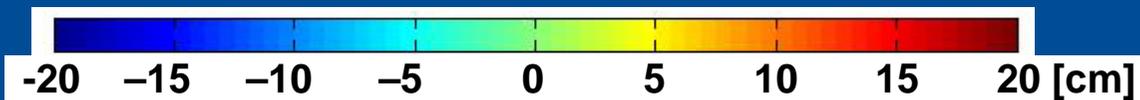
LSDM-Modell



GRACE-Mission



Februar 2004



Wassermassenäquivalent

wechselseitige Validation



Modellverbesserung mit
GRACE-Daten



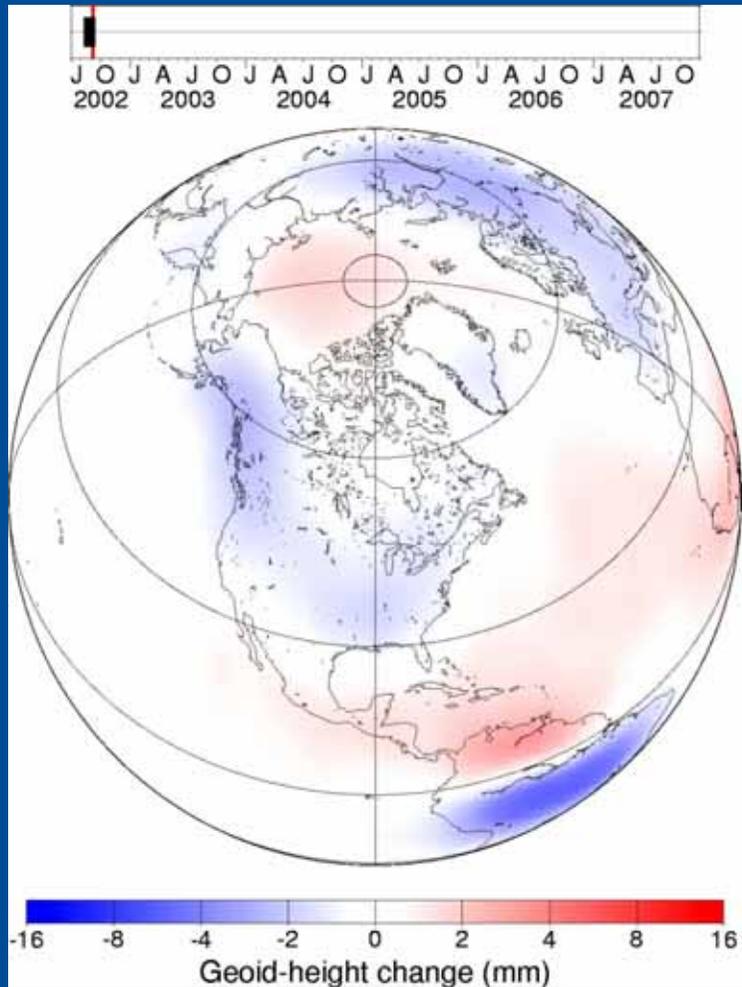
Reduktion hydrologischer
Signale aus GRACE-Daten



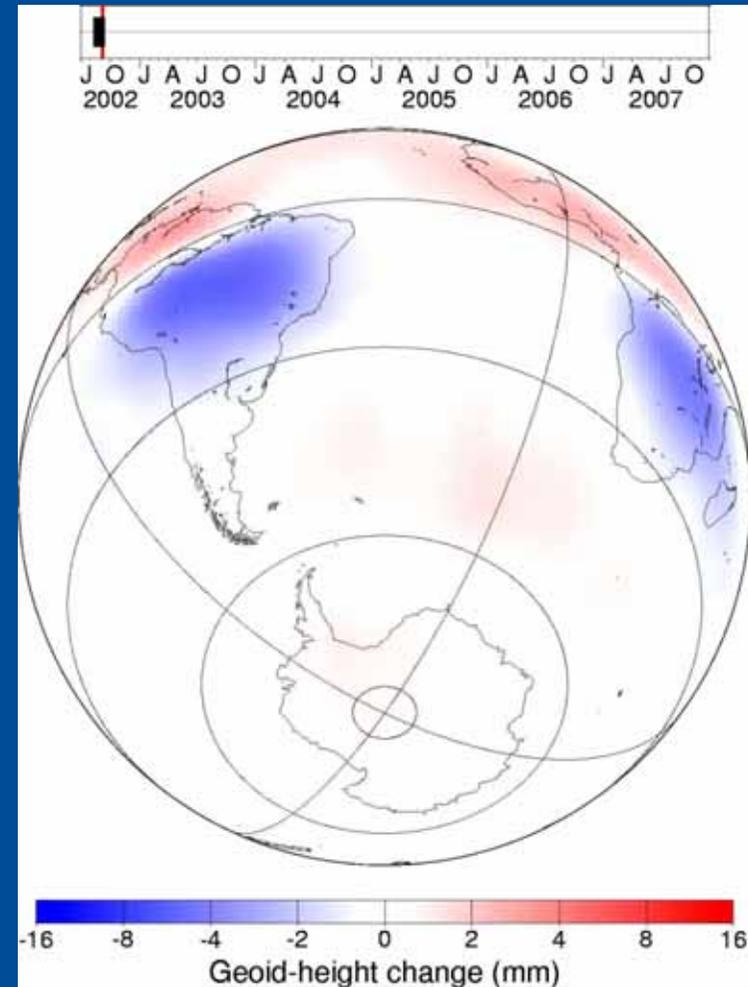
Aufdeckung sekundärer
Prozesse

Änderungen des Schwerefeldes aus GRACE-Beobachtungen

Nordhemisphäre

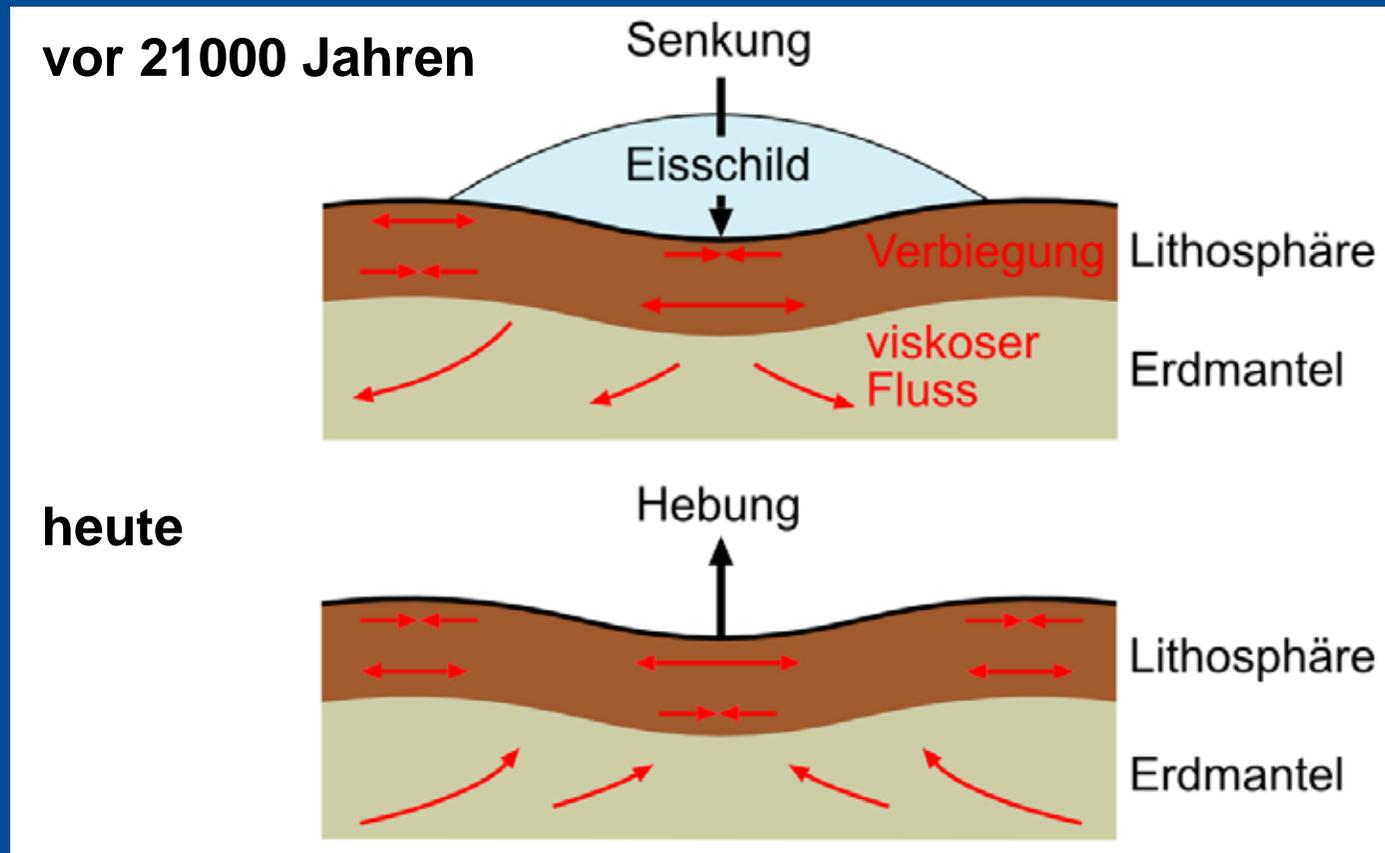


Südhemisphäre



(I. Sasgen, GFZ)

Postglaziale Landhebungen



Hebungsrate:
< 30 mm/Jahr

(V. Klemann, GFZ)

räumliche Dimension: 10^2 bis 10^3 km

Ursachen südpolarer Schwerefeldänderungen

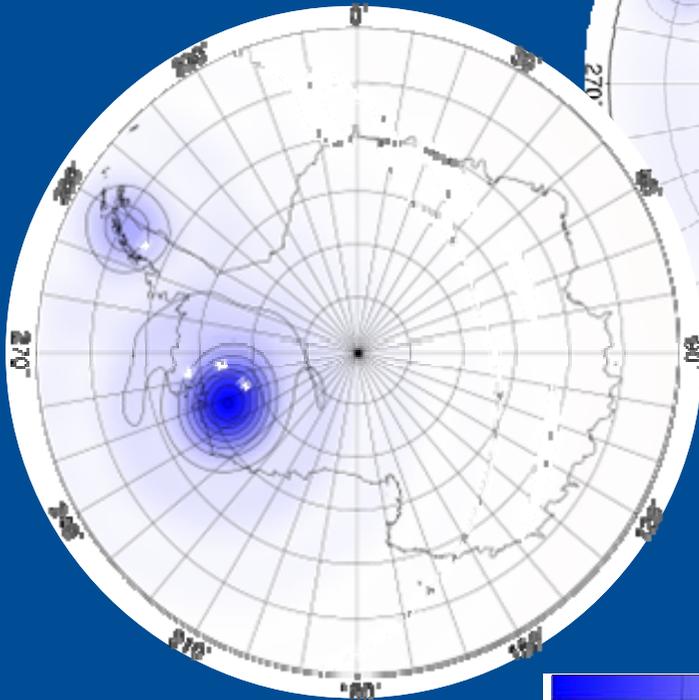
Modellrechnung + GRACE-Beobachtungen

Eismassenänderungen

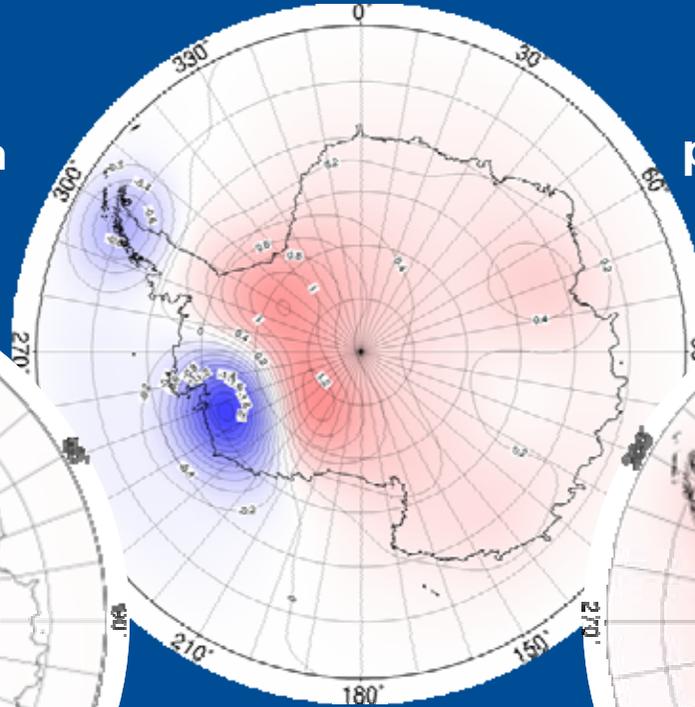
→ Meeresspiegeländerungen

postglaziale Hebungen

→ Rheologie der Erde



Rignot et al. 2008



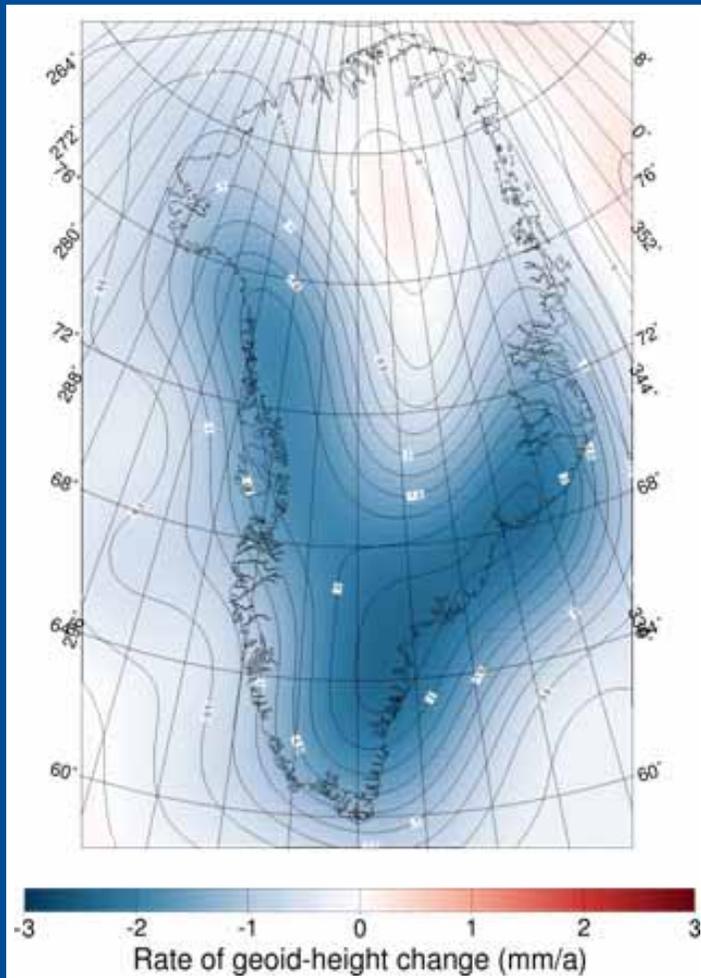
Martinec (2000),
Huybrechts (2002)



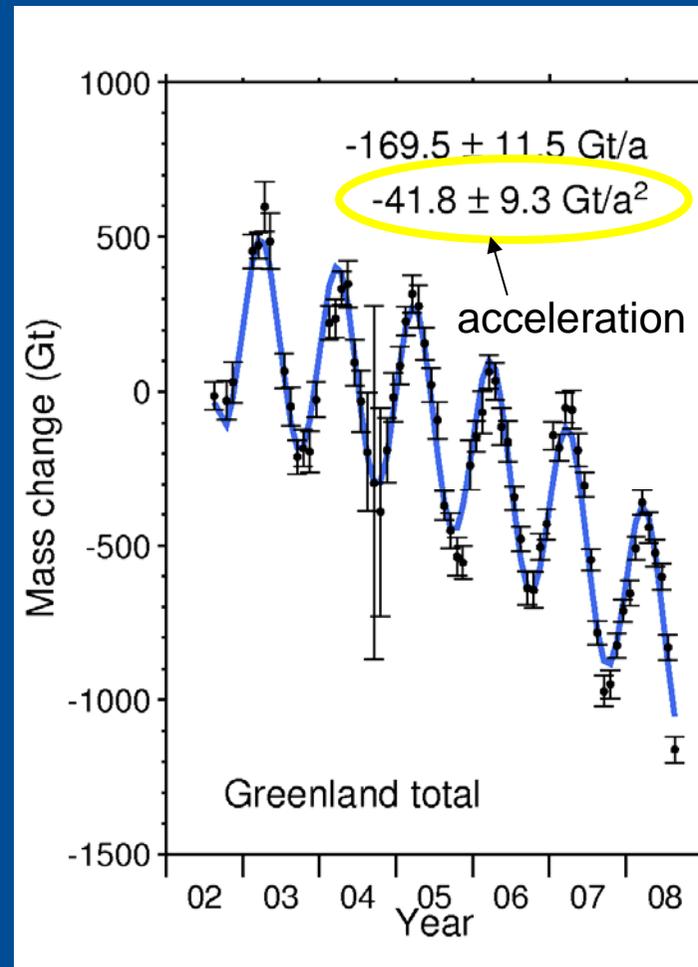
Änderung der Geoidhöhe (mm/Jahr)

Änderungen grönländischer Eismassen aus GRACE-Beobachtungen

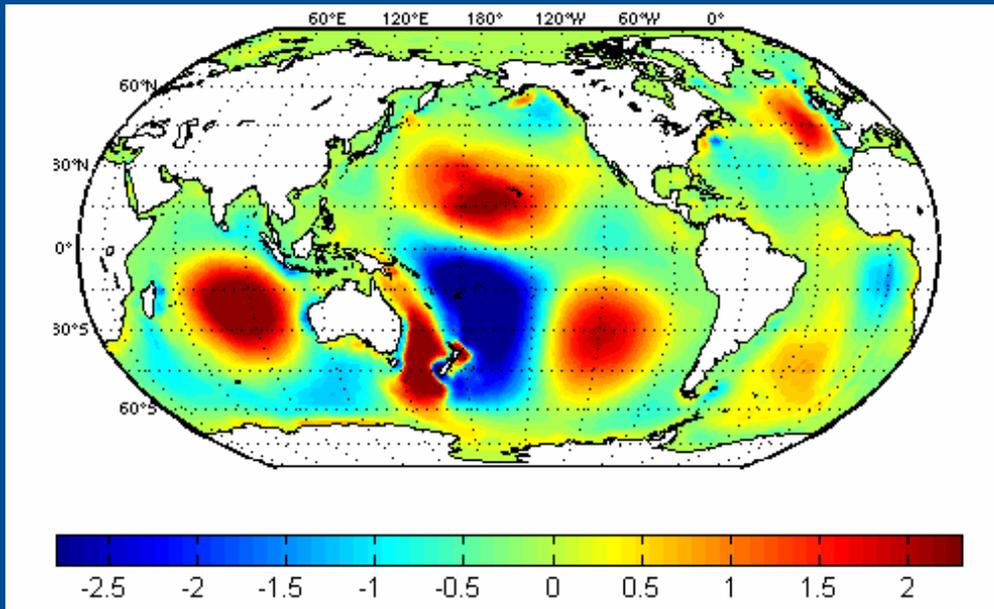
Trend der Geoidhöhen



Eismassenänderungen



Ozeanisch induzierte Magnetfeldänderungen



poloidale Magnetfeldänderungen
in Meereshöhe (M_2 -Gezeit) [nT]

↳ Nutzung von Magnetfeldänderungen zur Beobachtung
ozeanischer Strömungen und Wärmetransporte ?



SWARM

Start: 2011 (?)

Zusammenfassung

Status Quo:

- hochpräzise geodätisch-geophysikalische Beobachtungen (Schwere- und Magnetfeld, Meereshöhen, Erdrotation, ...)
- Monitoringdaten reflektieren das Ergebnis einer Vielzahl sich überlagernder Prozesse
- komplementäre Methoden aus Theorie und Modellbildung ermöglichen die Aufdeckung inhärenter klimarelevanter Informationen (→ Prozessverständnis !)

Forschungsfragen:

- Inwieweit können Monitoringdaten als Indikatoren von Klimaänderung und -variabilität dienen ?
- Können Monitoringdaten Klimaprojektionen verbessern ?

Ziel:

- effektive Nutzbarmachung integraler Monitoringdaten für die Klimaforschung