

## Geodätisch basierte Erdbeobachtung – Ein Werkzeug für die Klimaforschung

Jens Wickert, Flechtner, F., Schöne, T. & Thomas, M.

Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, Dept. 1 Geodäsie und Fernerkundung, wickert@gfz-potsdam.de

Die Geodäsie ist nach der klassischen Definition von Friedrich Robert Helmert (1843-1917) die „Wissenschaft von der Ausmessung und Abbildung der Erdoberfläche“. Dies umfasst die Bestimmung der geometrischen Figur der Erde (Geoid, Topografie), ihres Schwerefeldes und der Orientierung der Erde im Weltraum (Erdrotation). Die ursprünglich statische Betrachtungsweise wurde Mitte des 19. Jahrhunderts in Frage gestellt, als sich der preußische General Baeyer Gedanken zu dynamischen Veränderungen der Lage und der Umdrehungsdauer der Erde machte.

Mittlerweile ist bekannt, dass Form und Bewegung der Erde auch von vielen Umweltveränderungen, wie z. B. der von Atmosphäre, Kryosphäre und der Hydrosphäre, abhängig sind. Genau diese Abhängigkeit nutzen geodätische Beobachtungsverfahren, um Informationen über derartige Veränderungen und somit über den globalen Wandel zu bekommen. Sie werden dadurch zu einem leistungsfähigen Werkzeug für die Klimaforschung. Eine besondere Rolle spielen dabei Satellitenverfahren, da sie Informationen im globalen Maßstab liefern.

Wir geben einen Überblick über relevante Techniken, die am GFZ eingesetzt werden und stellen aktuelle Beobachtungsergebnisse vor. Ein traditioneller Schwerpunkt hierbei sind die Schwerefeldmissionen, eine Forschungsrichtung, die 1995 mit dem Start des GFZ-1 Satelliten intensiviert wurde. Mit den Satelliten CHAMP (Start 2000) und GRACE (Start 2002) wurde danach eine qualitativ neue Stufe bei der globalen Schwerefeldbestimmung erreicht. Beispielsweise können aus den GRACE-Daten monatliche Erdschwerefeldmodelle mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit abgeleitet werden, die es gestatten, Informationen über langzeitige, klimarelevante Massenumlagerun-

gen im Erdinneren, auf den Kontinenten, in den Ozeanen, der Atmosphäre und in den eisbedeckten Gebieten unseres Planeten abzuleiten (Abb. 1). Die GRACE-Daten werden für derartige Untersuchungen von einer Vielzahl von Wissenschaftlern weltweit dafür genutzt.

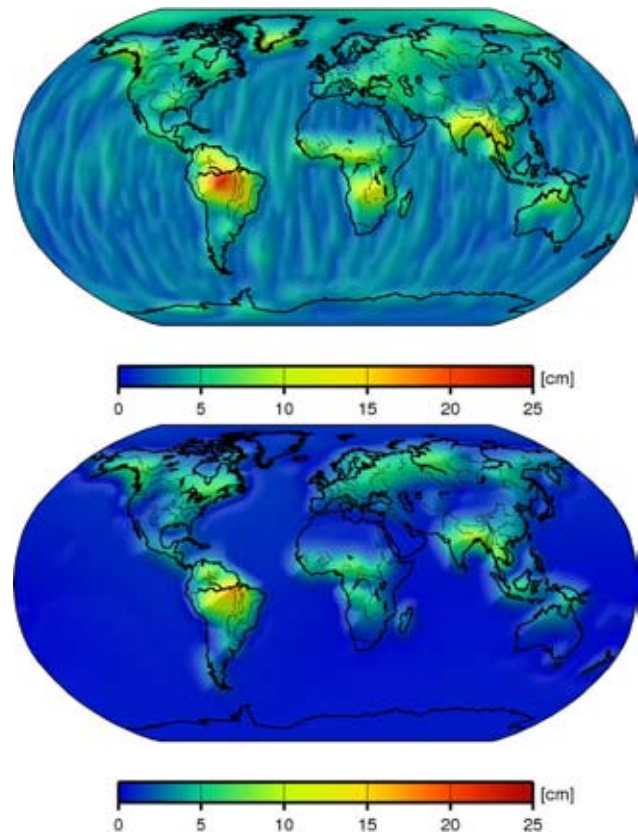


Abb. 1: Globale Variabilität der Wassermassen in den großen Flussbecken in cm-Wassersäule abgeleitet aus monatlichen GRACE-Schwerefeldmodellen (links) und dem hydrologischen Modell WGHM (rechts) für den Zeitraum 2003 bis 2008 (GFZ).

Zusätzlich hat sich am GFZ in den vergangenen Jahren auch eine beachtliche Expertise bei der Anwendung des Global Positioning Systems (GPS) für die Geowissenschaften etabliert. GPS wurde 1995 primär für Navigationsanwendungen vollständig operationell und ist mittlerweile auch zu einem leistungsfähigen, geodätisch basierten, Werkzeug für die Klimaforschung geworden, welches vom zukünftigen Galileo-System deutlich profitieren wird. Mit GPS wird beispielsweise ein globaler Referenzrahmen für satelliten- und bodengestützte Beobachtungen zu Veränderungen der Meeresoberflächen geschaffen. Aus diesen Daten können auch klimarelevante Veränderungen der



Erdsystemparameter wie Erdrotation abgeleitet werden. Zusätzlich tragen satellitengestützte GPS-Daten auch zur Schwerfeldbestimmung bei. Weiterhin haben sich auch GPS-basierte Beobachtungstechniken zur Atmosphärenfernerkundung etabliert. Diese Verfahren nutzen atmosphärische Ausbreitungseffekte der GPS-Signale aus. Mit regionalen und globalen Bodennetzen, die z.T. seit 1994 betrieben werden, können Veränderungen des atmosphärischen Wasserdampfgehaltes sichtbar gemacht werden. GPS-Signale, die an Bord von Satelliten, wie CHAMP oder GRACE, aufgezeichnet werden, können zusätzlich globale Temperaturverteilungen in verschiedenen Höhen und deren Änderung mit hoher Genauigkeit sichtbar machen (Abb. 2).

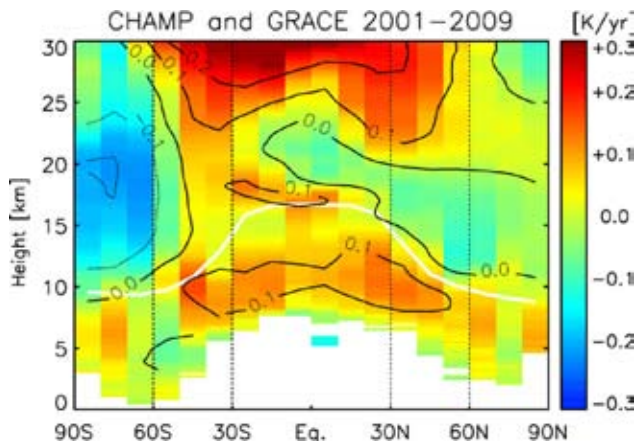


Abb. 2: Mittlere Zonale Temperaturvariabilität (Kurzzeit-Trend) in verschiedenen Höhen in Kelvin/Jahr abgeleitet aus CHAMP und GRACE GPS-Radiookkultationsmessungen zwischen 2001 und 2009. Rote Farbe kennzeichnet Erwärmung, blaue Farbe Abkühlung (GFZ).