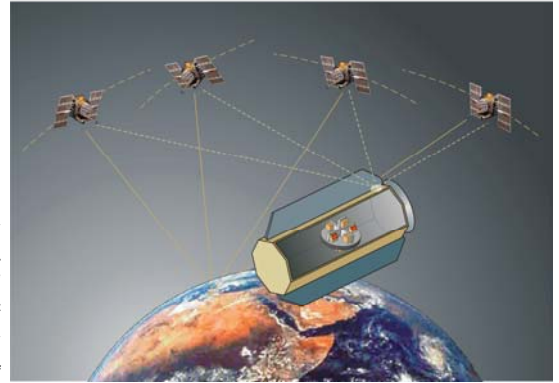


Hochauflösende Schwerfeldmodellierung aus Beobachtungen von GOCE für die Geowissenschaften

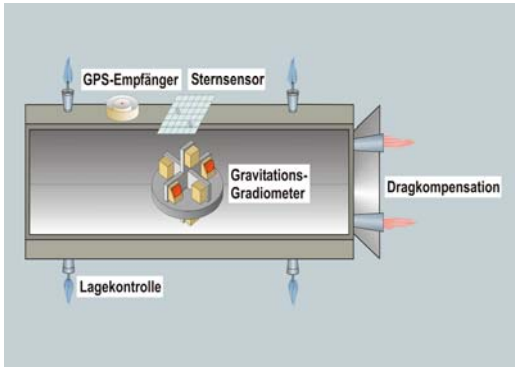
Reiner Rummel, Jakob Flury, Thomas Gruber
 Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie
 Technische Universität München

Zusammenfassung: GOCE (Gravity field and steady state Ocean Circulation Explorer) ist die erste Kernmission im ESA Erdbeobachtungsprogramm "Living Planet". Sie ist gegenwärtig in Entwicklung und wird voraussichtlich 2006 gestartet. Innerhalb von zwei Jahren Missionsdauer wird sie eine detaillierte globale Karte des Erdschwerfeldes und des Geoides liefern. Während GRACE entwickelt wurde, um die zeitlichen Variationen des Erdschwerfeldes mit höchster Genauigkeit bis zu mittleren Wellenlängen zu bestimmen, ist GOCE maßgeschneidert, um das quasi-stationäre Schwerfeld mit höchstmöglicher räumlicher Auflösung zu vermessen. Die beiden Schwerfeldmissionen ergänzen sich daher hervorragend. Die mit GOCE bestimmten Schwerfeldmodelle werden in der Geophysik, Ozeanographie, Geodäsie und zur Untersuchung des Meeresspiegels verwendet.



Das Schweresensorsystem:

Das Hauptinstrument von GOCE ist ein Gradiometer zur Messung der Schweregradienten. Es wird ergänzt durch einen GPS-Empfänger, der die Bahn mit cm-Genauigkeit liefert und die Schwerfeldbestimmung für die sehr langen Wellenlängen unterstützt. GOCE ist mit einem sogenannten „Drag-free“ System ausgestattet, um den Satelliten in einer extrem niedrigen Flugbahn zu halten und den Effekt der nicht-gravitativen Kräfte auf die Satellitenbahn zu minimieren. Das



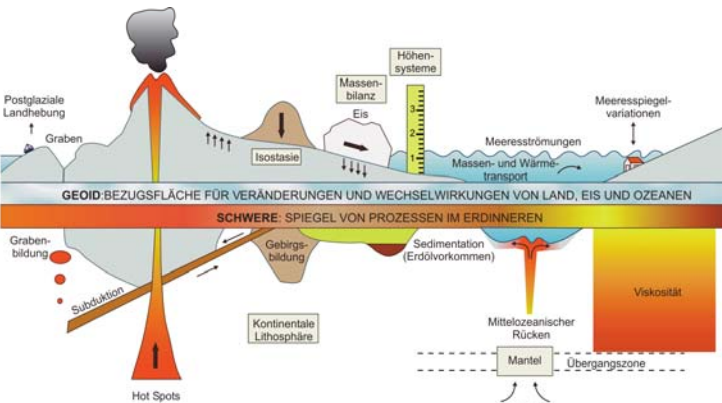
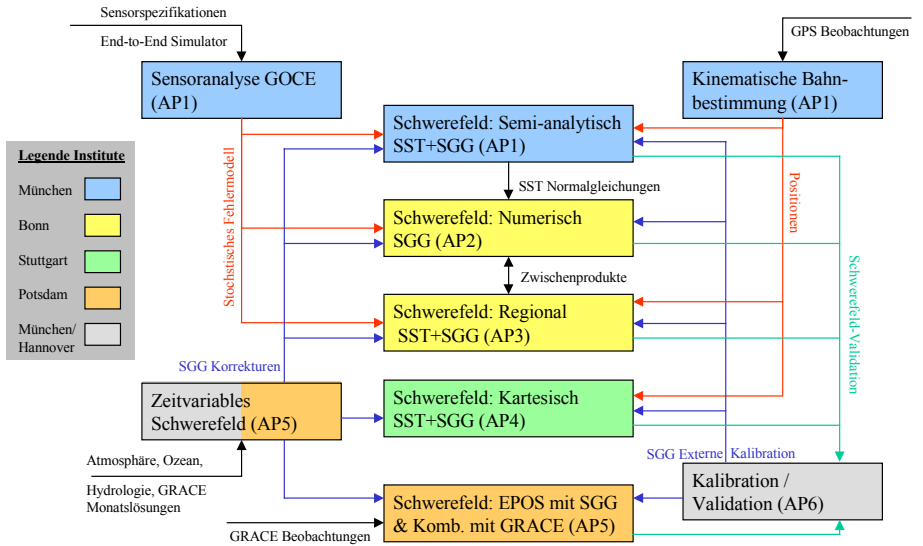
Gradiometer besteht aus drei orthogonal angeordneten einachsigen Gradiometern. Jedes davon besteht aus zwei dreiachsigen Beschleunigungsmessern die im Abstand von 0,5 m montiert sind. Die Beschleunigungsmesser enthalten eine kubische Testmasse, die elektrostatisch im Schweben gehalten wird. Wegen der unterschiedlichen Position im Satelliten spürt jede dieser sechs Testmassen das Schwerfeld der Erde etwas anders. Die Beschleunigungsdifferenzen, die von jedem der drei Gradiometerarme beobachtet werden liefern sehr sensitive Messungen von räumlichen Details des Erdschwerfeldes. Die Effekte von Drehbewegungen des Satelliten auf die Beschleunigungsmessungen müssen eliminiert werden. Zusammenfassend kann man sagen, dass das Gradiometer drei komplementäre, detaillierte Karten des Erdschwerfeldes liefert (abgeleitet aus den drei Gradiometer-komponenten: radial, entlang und quer zur Bahn)

GOCE-GRAND Projekt:

Ziel des GOCE-GRAND Projektes ist es in Zusammenarbeit mehrerer Institute eine Prozessierungskette für die neuartigen Gradiometerdaten zu entwickeln und zu testen. Desweiteren ist geplant, dass die Hauptelemente von GOCE-GRAND in das europäische Auswertekonsortium EGG-C eingebracht werden. Da das Sensorsystem von GOCE und das Gradiometer völlige Neuentwicklungen sind, ist der erste Schritt der Prozessierungskette ein Simulator. Er modelliert alle Sensor-Systemelemente, die Mess- und Fehlercharakteristiken sowie die externen Kräfte, die auf den Satelliten und die Testmassen wirken. Er liefert einen tieferen Einblick in die Fortpflanzung der individuellen Effekte durch das Meßsystem und das Zusammenspiel zwischen den Sensoren. Er sollte realistische Signale und Fehlercharakteristiken für GOCE liefern. Für die Prozessierung der Messdaten (GPS Messungen, Gradiometermessungen) existieren verschiedene Lösungsstrategien, die in GOCE-GRAND parallel verfolgt werden. Die GPS Beobachtungen werden entweder durch die klassische Bahnstörungstheorie oder rein geometrisch verarbeitet. In letzterem Ansatz werden rein kinematisch bestimmte Positionen berechnet, daraus Geschwindigkeiten abgeleitet und schließlich über das Energieintegral oder eine semi-analytische Bahnstörungstheorie Schwerfeldkoeffizienten abgeleitet. Für die Gradiometrie werden verschiedene Ansätze verfolgt. Diese sind:

- Eine semi-analytische Methode unter Ausnutzung von bestimmten Matrix-Symmetrien.
- Eine volle Lösung durch Anwendung paralleler Prozessierungstechniken.
- Eine regionale Fokussierung durch Anwendung von lokal auflösenden Basisfunktionen anstatt Kugelfunktionen.
- Sphärische und ellipsoidische Lösungen basierend auf der Darstellung des Schwerfeldes in kartesischen Koordinaten.

Neben der Schwerfeldmodellierung selbst ist es notwendig auch Strategien für eine objektive Beurteilung zu entwickeln, sowie Methoden zur kombinierten Nutzung von GRACE und GOCE Daten zu entwerfen.



Wissenschaftliche Nutzung in den Geowissenschaften:

Die Palette der wissenschaftlichen Anwendungen von GOCE in den Erdwissenschaften reicht von der Geophysik und Ozeanographie über die Geodäsie und Glaziologie bis zur Meeresspiegelforschung. Typische Anwendungsgebiete sind:

- Physik der festen Erde: Dynamik der kontinentalen Lithosphäre und des oberen Erdmantels.
- Ozeanographie: Oberflächenzirkulation und Massentransport in den oberen Meeresschichten.
- Geodäsie: globale Vereinheitlichung der Höhensysteme, Nivellement mit GPS.
- Glaziologie: Meereisdicke, Bodentopographie unter den Eisschilden.
- Meeresspiegel: Vereinheitlichung der Bezugsniveaus der Ozeanpegel, verbesserte Bahnen der Altimetersatelliten, Meerestopographie.

All diese Anwendungsfelder benötigen einerseits eine präzisere Geoidinformation als bisher verfügbar, andererseits auch eine sehr hohe räumliche Auflösung mit der entsprechenden Genauigkeit. Die derzeit verfügbaren Modelle sowie die erwarteten Resultate der CHAMP und GRACE Missionen können diese Anforderungen nur zum Teil erfüllen. Erst mit GOCE wird es möglich sein, das Geoid global mit einer Genauigkeit von etwa 1 cm bzw. die Schwereanomalien mit einer Genauigkeit von 1 mgal bis zu räumlichen Skalen von etwa 80 km aufzulösen.