



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR): GRACE Missionsbetrieb und Datenerfassung

Mit Hilfe der amerikanisch-deutschen Kleinsatelliten-Mission GRACE (**G**ravity **R**ecovery and **C**limate **E**xperiment) soll ein neues Modell des Erdgravitationsfeldes mit bisher unerreichter Genauigkeit erstellt werden. GRACE wird sich fünf Jahre mit der Ausmessung des Erdschwerefeldes sowie der Bestimmung von Atmosphären- und Ionosphärenparametern beschäftigen. Dies wird insbesondere im Hinblick auf die Erforschung klimatischer Einflüsse durch Meeresströmungen und der Masseveränderungen der polaren Eiskappen geschehen. GRACE wird außerdem die großräumigen Veränderungen des globalen hydrologischen Kreislaufs untersuchen. GRACE besteht aus zwei Satelliten, die im Formationsflug durch Messung ihres Abstandes im Mikrowellenbereich Variationen in der Gravitation bestimmen werden.

GRACE soll auch den weltweiten „Vorrat“ an Wasser – sowohl in Ozeanen als auch in Süßwassergebieten – beobachten. Folgende Fragen stehen bei den Untersuchungen im Mittelpunkt: Schmelzen die Eiskappen an den Polen? Steigen die Meeresspiegel an? Drohen Überflutungen? Weshalb reichen warme Meeresströmungen wie der Golfstrom so weit in nördliche Gebiete der Erdkugel und welchen Einfluss hat die Gravitation darauf?

In Zusammenarbeit mit dem **Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)** ist GRACE die erste Mission aus dem „Earth System Science Pathfinder Program (ESSP)“ der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA. Vom Deutschen Raumfahrt-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen aus übernimmt das DLR den fünfjährigen Missionsbetrieb der Satelliten sowie Datenempfang, -archivierung und -verteilung. Die Datenaufbereitung unterliegt der DLR-Außenstelle und Empfangsstation in Neustrelitz/Mecklenburg-Vorpommern. Als Hauptauftragnehmer ist das deutsche Raumfahrtunternehmen Astrium verantwortlich für den Bau der beiden Satelliten. Entwickelt wurde das Satellitensystem vom amerikanischen Jet Propulsion Laboratory (JPL). Die wissenschaftliche Auswertung erfolgt durch die University of Texas (UTCSR) und durch das GeoForschungsZentrum in Potsdam (GFZ). Das deutsch-russische Unternehmen EUROCKOT liefert im Auftrag des DLR die Startrakete vom Typ Rockot und ist auch verantwortlich für die Vorbereitung und Durchführung des Starts.

Das DLR konnte mit seinen beteiligten Partnern bereits bei der nationalen Mission „CHAMP“ (CHALLENGING Minisatellite Payload) Erfahrungen für die geowissenschaftliche Grundlagenforschung und den Bau eines solchen Satelliten sammeln. Wegen dieses Know-hows wurde – erstmals übrigens – von der NASA entschieden, die Satelliten in Deutschland herstellen zu lassen.

Die Aufgaben des DLR-Raumfahrt-Kontrollzentrums

Nach dem Start der beiden GRACE Satelliten vom russischen Kosmodrom Plesetsk bringt die Rockot-Trägerrakete ihre Nutzlast in eine kreisförmige Umlaufbahn von ca. 500 Kilometer Höhe. Die Satelliten verbleiben für die gesamte Missionsdauer auf derselben Bahn – mit Ausnahme einer langsam abnehmenden Flughöhe. Sie werden jeden Ort der Erdoberfläche wiederholt überfliegen.

Etwa 75 Minuten soll es dauern, bis der Orbit erreicht ist. Weitere zehn Minuten später sollen die Satelliten über Nordafrika ausgesetzt werden. Die erste Kontaktaufnahme mit der DLR-Bodenstation in Weilheim soll schon ca. 70 Sekunden nach der Separation erfolgen. Direkt daran anschließend sollen zwei weitere Kontakte mit NASA-Stationen, die auch zur eventuellen Notfallunterstützung zur Verfügung stehen, folgen. Die geographische Lage dieser Bodenstation in extremen nördlichen bzw. südlichen Breiten ermöglicht eine Kontrolle der Satellitenmission auf nahezu jeder Erdumkreisung.

Die ersten Daten der Satelliten werden über ein Kommunikationsnetzwerk direkt und ohne Verzögerung zum Raumfahrt-Kontrollzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen geschickt. Dort beginnt die „Akquisitionsphase“ der Satelliten: die Bestimmung der



www.dlr.de
www.nasa.gov
www.astrium-grace.de
www.eurockot.com
www.gfz-potsdam.de



Bahnparameter, die Analyse des Zustandes, das Testen der Funktionsbereitschaft aller Systeme sowie deren Konfiguration für ihre eigentlichen wissenschaftlichen Aufgaben. In dieser Phase werden auch die autonomen Bordsysteme zur Positions- und Lagebestimmung auf Basis von Daten der GPS-Satelliten sowie die bordeigenen Sternsensoren und das Lageregelungssystem in Betrieb genommen.

In den ersten beiden Wochen wird dann durch mehrere Bahnmanöver der relative Abstand der Satelliten auf 220 Kilometer eingestellt. Die Kontrolle dieses Formationsfluges erfordert regelmäßige Korrekturmanöver in Intervallen von einigen Wochen durch das Raumfahrt-Kontrollzentrum. Dafür und zur Satellitenkontrolle während der fünfjährigen Missionsdauer werden die beiden Antennen der DLR-Bodenstation Weilheim eingesetzt – unterstützt in den ersten 30 Tagen vom Polar-Netzwerk der NASA.

Nach einer zweiwöchigen Testphase liegt die Kontrolle und der Betrieb der beiden GRACE Satelliten allein in der Hand des deutschen Raumfahrt-Kontrollzentrums. Das umfangreiche Arbeitsprogramm für die Satelliten sowie deren Systeme und Sensoren wird im Kontrollzentrum zusammengestellt und in komplexe Kommandosequenzen umgesetzt. Diese werden während der ca. zehn Minuten andauernden Stationsüberflüge zum Satelliten abgesetzt. Innerhalb dieser Stationsüberflüge werden auch die gespeicherten Daten über eine hochratige Datenverbindung (1 Mbit/s) zu den Bodenstationen des DLR nach Neustrelitz und Weilheim übertragen. Dies geschieht vier bis sechs Mal pro Tag für jeweils maximal zehn Minuten. Die Betriebsplanung, Berichte über das Satellitenverhalten sowie Betriebsanfragen werden mit der University of Texas, dem JPL und dem GFZ – und damit mit wissenschaftlichen Nutzern weltweit – ausgetauscht bzw. abgestimmt.

Datenverarbeitung und Archivierung durch das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum Neustrelitz

Nach dieser intensiven Testphase der Inbetriebnahme beginnt der Routinebetrieb mit der „Akquisition“ der wissenschaftlichen Messdaten zum Gravitationsfeld der Erde sowie der Iono- und Atmosphäre. Alle Daten werden im Deutschen Fernerkundungsdatenzentrum in Neustrelitz weiterverarbeitet, archiviert und verteilt. Die von den GRACE Satelliten täglich gesendeten Daten werden hochautomatisiert empfangen und zunächst auf einem Plattensystem in Echtzeit gespeichert. Danach werden aus dem Datenstrom gezielt Informationen der einzelnen Sensoren und der Satelliten extrahiert und routinemäßig an das Missionskontrollzentrum sowie an die wissenschaftlichen Zentren der Mission weitergeleitet. In den Zentren erfolgt die weitere Veredlung und Auswertung der Daten sowie deren Weitergabe an die internationale Forschergemeinschaft.

Wie bereits bei "CHAMP" kommt die neue Datenmanagement-Infrastruktur des Deutschen Fernerkundungsdatenzentrums (DFD) zum Einsatz, die missionsübergreifend den gesamten Produktlebenszyklus inklusive der Robotarchivierung begleitet. Die empfangenen sogenannten Rohdaten werden langzeitarchiviert, um auch nachfolgenden Generationen möglichst unverfälschte Langzeitreihen zu bestimmten Charakteristika unserer Erde zur Verfügung stellen zu können.

Köln, 20. Februar 2002

Ansprechpartner:

Vanadis Weber
Tel.: (+49) 22 03/6 01-30 68
Fax: (+49) 22 03/6 01-32 49
E-Mail: Vanadis.Weber@dlr.de

Andreas Schütz
Tel. (+49) 1 71-3 12 64 66
Fax: (+49) 22 03/6 01-32 49
Email: Andreas.Schuetz@dlr.de



www.dlr.de
www.nasa.gov
www.astrium-grace.de
www.eurockot.com
www.gfz-potsdam.de