

# WP160: Reprozessierung der CHAMP und GRACE Beobachtungen zur Berechnung von verbesserten statischen und zeitabhängigen Gravitationsfeldmodellen mit regionalen Verfeinerungen (GREST-CHAMP/GRACE)

*Projekt im Sonderprogramm Geotechnologien:  
Thema: „Erfassung des Systems Erde aus dem Weltraum“*

**Schlussbericht**  
**Zeitraum 01.05.2009 bis 31.12.2011**

**Förderkennzeichen: 03G0728B**

**Verbundprojekt GREST-CHAMP/GRACE  
(Sonderprogramm GEOTECHNOLOGIEN)  
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2009 – 31.12.2011  
Schlussbericht 31.12.2011  
Bericht WP160**

<b>Projektleiter:</b>	<b>Dr. Frank Flechtner</b>	<b>(GFZ)</b>
Projektverantwortlicher WP160:	Prof. Dr. Jürgen Kusche	(IGG)

## Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeiner Bericht .....	4
1.1 Aufgabenstellung .....	4
1.2 Voraussetzungen .....	4
1.3 Planung und Ablauf des Vorhabens .....	6
1.4 Wissenschaftlicher, technischer Stand bei Projektbeginn .....	8
2. Erzielte Ergebnisse für WP160: Reprocessing of CHAMP and GRACE Observations for the Determination of Improved Static and Temporal Gravity Field Models with Regional Refinements (GREST- CHAMP/GRACE) .....	10
2.1 <i>WP161: Vorbereitung des Programmsystems GROOPS für die         Reprozessierung der GRACE-Schwerfeldmodelle</i> .....	10
2.1.1 <i>Aktualisierung der Dealising-Produkte</i> .....	10
2.1.2 <i>Verbesserung der regionalen Parametrisierungsmodule</i> .....	11
2.1.3 <i>Verbesserung die Modellierung zeitlicher Veränderungen des Schwerfeldes</i> 11	
2.2 <i>WP162: Implementierung einer neuen Technik für die präzise Bahnbestimmung</i> .....	12
2.2.1 <i>Implementierung der Eingabe und Ausgabe Schnittstellen</i> .....	12
2.2.2 <i>Implementierung Code und Trägerphasen GPS Prozessierungsmodule</i> .....	12
2.2.3 <i>Implementierung der Bahnbestimmungssoftware in GROOPS</i> .....	12
2.2.4 <i>Test und Validierung der Bahnbestimmung</i> .....	13
2.3 <i>WP163: Berechnung der Schwerfeldmodelle</i> .....	14
2.3.1 <i>Präzise statische GRACE Schwerfeldmodelle für die gesamte Missionsdauer</i> 14	
2.3.2 <i>Zeitreihen von langwelligen Schwerfeldmodellen</i> .....	15
2.3.3 <i>Regionale Verfeinerungen</i> .....	17
2.3.4 <i>Erneute Reproessierung</i> .....	18
3. Gesamtüberblick aller Veröffentlichungen zu WP160 .....	19

## 1. Allgemeiner Bericht

### 1.1 Aufgabenstellung

Ziel des Arbeitspaktes war die Reprozessierung der CHAMP- und GRACE-Daten auf der Grundlage verbesserter Dealiasing-Produkte und Hintergrundmodelle und verbesserter Auswerteprozesse. Die Reprozessierung erforderte neben der Aktualisierung der Hintergrundmodelle auch eine teilweise Neuimplementierung der Prozessierungsmodule und eine methodische Verbesserung bestehender Module. Diese Verbesserungen für die bereits eingesetzten Module des Analysesystem GROOPS sind

- Aktualisierung der Dealiasing-Produkte,
- Verbesserung der Module zur regionalen Verfeinerung,
- Verbesserung der ortslokalisierenden Basisfunktionen,
- Verbesserung der Modellierung zeitvariabler Schwerefeldanteile.

Ein anderes wichtiges Projektziel war mit der präzisen Bahnbestimmung niedrig fliegender Satelliten verbunden. Eine neue Bahnbestimmungsmethode wurde am IGG entwickelt und an Simulationsdaten und teilweise an Echtdateen getestet (Shabanloui 2008). Die in diesem Zusammenhang entwickelte Software sollte in das System GROOPS integriert werden. Die wesentlichen Forschungsarbeiten hierzu können folgendermaßen charakterisiert werden:

- Anpassung der Eingabe-Ausgabe-Schnittstellen,
- Anpassung der Module zur Prozessierung der GNSS Code- und Trägerphasen,
- Implementierung der Software-Module zur Bahnbestimmung in GROOPS,
- Test und Validierung der Bahnbestimmungen.

### 1.2 Voraussetzungen

Zur erfolgreichen Bearbeitung der im vorherigen Abschnitt beschriebenen Aufgabenstellung trugen am Institut für Geodäsie und Geoinformatoin (IGG) der Universität Bonn geleisteten Vorarbeiten erheblich bei. In der Arbeitsgruppe für Astronomisch-physikalische und mathematische Geodäsie wird seit ca. 10 Jahren das Gravity Recovery Object-Oriented Programming System (GROOPS) für die maßgeschneiderte Prozessierung der in-situ Beobachtungstypen der neuen Generation von Schwerefeldsatellitenmissionen wie CHAMP, GRACE und GOCE entwickelt. Das Programmsystem ist modular aufgebaut. Dadurch ist die Kombination verschiedener Beobachtungstypen (präzise Satellitenbahnen, Satellite-to-Satellite Tracking, Gradiometrie, Altimetrie, Flugzeuggravimetrie und terrestrische Datensätze) möglich, wobei unterschiedliche Arten der Schwerefelddarstellung (globale Modellierung durch Kugelfunktionen und regionale Parametrisierung durch ortslokalisierende Basisfunktionen) auf sehr flexible Art und Weise gewählt werden können. Außerdem ermöglicht GROOPS die integrierte Berechnung von statischen und zeitlich variablen Schwerefeldmodellen. Die meisten Komponenten von GROOPS befanden sich zu Projektbeginn bereits in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium und kamen bereits bei der Echtdateenauswertung von CHAMP und GRACE zum Einsatz. Für die Auswertung der GRACE-Daten wurde ein auf der Auswertung kurzer Bahnbögen beruhender Ansatz entwickelt (Mayer-Gürr 2006)

**Verbundprojekt GREST-CHAMP/GRACE  
(Sonderprogramm GEOTECHNOLOGIEN)**

**Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2009 – 31.12.2011**

**Schlussbericht 31.12.2011**

**Bericht WP160**

und erfolgreich in der Prozessierung der GRACE Level-1B-Daten eingesetzt (Mayer-Gürr et al. 2010a). Das Schwerefeldmodell ITG-GRACE03S wurde als reine Satellitenlösung für das neue international akzeptierte Standard-Schwerefeldmodell EGM2008 (Pavlis et al. 2008) ausgewählt. Parallel zu diesen Entwicklungen der globalen Modellierung mittels Kugelfunktionen wurde in den letzten Jahren am IGG auch eine weitere, regionale Strategie verfolgt. Die verfeinerte Schwerefeldstruktur in Regionen mit rauem Schwerefeldsignal wird durch eine angepasste Modellierung mit ortslokalisierenden radialen Basisfunktionen abgeleitet (Eicker 2008). Die Form der Basisfunktionen wird dabei aus der Kovarianzfunktion des Signal abgeleitet, wodurch erreicht wird, dass die Basisfunktionen die stochastischen Eigenschaften des Schwerefeldes widerspiegeln. Vor Projektbeginn wurde das regionale Verfahren vor allem für die Verfeinerung statischer Schwerefeldmodelle angewendet.

Die neuen Satellitenschwefeldmissionen mit ihren speziellen Beobachtungstypen z.B. high-low Satellite to Satellite (hl-SST) sowie die dichte Überdeckung der Satellitenbahnen mit GNSS-Beobachtungen spielen wichtige Rolle in der Schwerefeldbestimmung. Präzise bestimmte Bahnen sind dabei eine wichtige Voraussetzung für die Schwerefeldbestimmung. Eine neue Bahnbestimmungsmethode wurde am IGG-APMG von GNSS Beobachtungen entwickelt (Shabanloui 2008). Die CHAMP und GRACE Bahnen sind mit dieser Software gerechnet.