

## MAGIC

Mass redistributions from GRACE-FO using Laser Interferometry and Microwave ranging based on tailored data processing

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 13. Ausschreibung (2016)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.07.2017	<b>Projektende</b>	30.06.2019
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2019	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	GRACE-FO, time-variable gravity field, LRI, Level-1A, sensor fusion		

### Projektbeschreibung

Das Schwerefeld der Erde ist ein wichtiger Indikator für Massenvariationen im dynamischen System Erde. Die Hauptverursacher dieser Massenvariationen sind klimarelevante geophysikalische und anthropogene Prozesse, wie Änderungen in der kontinentalen Hydrologie, Änderungen der Kryosphäre, und großräumige Fluktuationen in Ozean und Atmosphäre. Bekannte Beispiele hierfür sind die Grundwasserentnahme in Nordindien, das Abschmelzen des Grönlandischen Eisschildes oder auch hydrologische Extremeereignisse, wie das Donauhochwasser 2006. In den letzten Jahrzehnten wurden dedizierte Satellitenmissionen, wie die ESA Mission GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer), die NASA/DLR Kooperationen CHAMP (CHAllenging Minisatellite Payload) und GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment), zur Bestimmung des Erdschwerefeldes und dessen Variationen verwirklicht. Hierbei ist besonders GRACE im Kontext des Klimamonitoring hervorzuheben. Das spezielle Messprinzip der GRACE-Mission, die hochgenaue Beobachtung der Abstandsänderung zwischen zwei Satelliten, macht es zum ersten Mal möglich, Massenänderungen auf und über der Erdoberfläche zu beobachten. Damit ermöglicht GRACE, seit dem Start der Mission im Jahr 2002, das kontinuierliche Monitoring des zeitvariablen Schwerefelds. Die enorme Bedeutung der Mission für die Klimaforschung wird durch über 3000 GRACE bezogene Publikationen und mehrere Beiträge zum IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) Sachstandsbericht unterstrichen. Nach inzwischen mehr als 14 Jahren im Orbit nähern sich die Satelliten dem Ende ihrer Lebenszeit und werden zwischen Ende 2017 und Anfang 2018 wieder in die Atmosphäre eintreten. Die Nachfolgemission, Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On (GRACE-FO), befindet sich bereits in der Implementierungsphase und wird voraussichtlich Ende 2017 gestartet. Das primäre Ziel von GRACE-FO ist die Fortsetzung der GRACE-Zeitreihe, die Mission dient aber auch als Technologiedemonstrator für das erste im All betriebene Laserinterferometer zur Bestimmung der Relativdistanz zweier Satelliten (Laser Ranging Interferometer, LRI).

Das Ziel dieses Projekts ist die Verarbeitung der neuen GRACE-FO Messdaten um dadurch die Schwerefeldzeitreihe von GRACE fortsetzen zu können. Zusätzlich zu vorprozessierten Daten (Level-1B) werden für GRACE-FO erstmals unprozessierte Rohdaten (Level-1A) öffentlich zur Verfügung stehen, was eine eingehende Analyse der Messdaten der einzelnen Instrumente ermöglicht. Das verbesserte Instrumentenverständnis trägt nicht nur zur Verbesserung der Schwerefeldlösungen bei, sondern dient auch als Grundlage für zukünftige Satellitenmissionen. Um die Schwerefeldzeitreihe fortsetzen und verbessern zu können, sind die richtige Handhabung der neuen GRACE-FO Messdaten, sowie die Einbeziehung neuer Beobachtungstypen, und eine konsistente und verbesserte Prozessierung der Level-1A und Level-1B

Datenprodukte notwendig. Zusammenfassend wird eine auf die Instrumente und Genauigkeitsanforderungen von GRACE-FO zugeschnittene Prozessierungskette angestrebt, um eine kontinuierliche und hochqualitative Datengrundlage für die Klimaforschung zu schaffen.

## **Abstract**

Earth's gravity field is an important indicator of mass variations within the dynamic system of our planet. Primary sources of these mass redistributions are climate relevant geophysical and anthropogenic processes, such as continental hydrology, Earth's cryosphere as well as large scale ocean and atmosphere fluctuations. Some prominent examples include man-made groundwater depletion in northern India, the melting of the Greenland ice sheet or major hydrological events such as the Danube floods in the year 2006. The observation of the time-variable gravity field can therefore contribute to the development of sustainable strategies for reducing the impact of global climate change. During the last decade, dedicated satellite missions to observe the Earth's gravity, such as the ESA mission GOCE (Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer), and the NASA operated missions CHAMP (CHAllenging Minisatellite Payload) and GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment) have been realised. In the context of climate monitoring, GRACE holds a special status within this group. Due to its unique measurement principle, relying on highly-accurate distance measurements between a leading and a trailing satellite, GRACE is extremely sensitive to mass changes on and above Earth's surface. Since its launch in 2002 it has enabled a continuous monitoring of the time-variable gravity field, providing an invaluable time series for climate research. The importance of this mission is underlined by over 3000 related scientific publications and numerous contributions to the IPCC (Inter governmental Panel on Climate Change) assessment report. After over 14 years in orbit, the satellites are close to their end-of-life and are expected to re-enter the atmosphere in late 2017/early 2018. The successor of the mission, Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On (GRACE-FO), is already in its implementation phase and is due for launch at the end of 2017. The primary goal of GRACE-FO is to extend the time series of temporal gravity field solutions, but it will also serve as a technology demonstrator, implementing the first Laser Ranging Interferometer (LRI) between two satellites in orbit.

The aim of the proposed project is to prepare for the handling and processing of the new GRACE-FO instrument data and to continue and improve the time-variable gravity field record. In addition to pre-processed data products (Level-1B) as available from GRACE, for GRACE-FO the raw observations (Level-1A) will be publicly available for the first time. This will enable a more detailed analysis of the satellites' instrument, not only providing improved gravity field solutions but also yielding insights for the design of future gravity field missions. To continue and improve the gravity field time series, it is necessary to meet the challenges of new data, to incorporate new observation types into the gravity field recovery, as well as to enhance processing methodologies of both Level-1A and Level-1B data products. In summary, a processing chain tailored to the data and requirements of GRACE-FO is envisaged, providing an indispensable continuous highly-accurate data record for climate change research.

## **Projektpartner**

- Technische Universität Graz