

## CAKAO

Combined analysis of kinematic orbits and loading observations to determine mass redistribution

<b>Programm / Ausschreibung</b>	ASAP, ASAP, ASAP 12. Ausschreibung (2015)	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.07.2016	<b>Projektende</b>	30.06.2018
<b>Zeitraum</b>	2016 - 2018	<b>Projektlaufzeit</b>	24 Monate
<b>Keywords</b>	gravity field, mass redistribution, loading, GPS, kinematic orbit determination		

### Projektbeschreibung

Informationen zur weltweiten Massenumverteilung im System Erde liefern einen wichtigen Beitrag zur Erforschung des globalen Klimas und helfen damit, aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen zu beantworten. Massenumverteilungen verursachen kleine Änderungen im Schwerkraftfeld der Erde. Deren Beobachtung hilft, die dafür verantwortlichen Prozesse und deren Wechselwirkungen besser zu verstehen. Im Unterschied zu anderen Messmethoden erlaubt es die Satellitengravimetrie, diese Veränderungen global und mit gleichbleibender Genauigkeit zu beobachten. Die Satellitenmission Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) ist derzeit die einzige dezidierte Mission welche Beobachtungen des Schwerkiefeldes ermöglicht. Um das Krisenmanagement in Notfällen zu unterstützen, wird derzeit am Aufbau eines Schwerkieldienstes gearbeitet. Ein wichtiger Aspekt eines derartigen Dienstes ist die Bereitstellung von verlässlichen Informationen. Das System stützt sich derzeit allerdings ausschließlich auf GRACE-Beobachtungen. Um den Dienst zuverlässiger zu machen, ist es von Vorteil, zusätzliche unabhängige Beobachtungen hinzuzufügen.

Aktuelle Untersuchungen haben gezeigt, dass es möglich ist großräumige Massenveränderungen mittels high-low satellite-to-satellite tracking (hISST) Beobachtungen zu erfassen. Bei diesem Verfahren werden Messungen mittels Global Positioning System (GPS) dazu verwendet, um die Bahn eines niedrig fliegenden Satelliten hochpräzise zu bestimmen. Aus dem Satellitenorbit kann anschließend das Schwerkraftfeld der Erde abgeleitet werden. Limitierender Faktor, hinsichtlich räumlicher und zeitlicher Auflösung, ist dabei die Genauigkeit der GPS Beobachtungen. Um eine sinnvolle Ergänzung und Alternative zu den GRACE-Beobachtungen zu bieten, müssen hISST-Daten durch weitere Messungen unterstützt werden. Insbesondere eine Verbesserung der räumlichen Auflösung ist von hoher Bedeutung für Forschungen basierend auf Schwerkieldmessungen.

Auflastbewegungen der Erdkruste können zur Beobachtung von lokalen Veränderungen im Schwerkraftfeld der Erde verwendet werden und damit Rückschlüsse auf Massentransporte liefern. Die Bewegung der Erdkruste wird mittels GPS-Permanentstationen weltweit beobachtet. Durch die Kombination von terrestrischen und satellitengestützten Beobachtungen ist es möglich, die Genauigkeit der Schwerkieldbeobachtungen zu steigern, zumindest für kontinentale Gebiete mit ausreichender Stationsdichte. Für Anwendungen im Bereich der Hydrologie oder Glaziologie ergibt sich dadurch ein deutlicher Mehrwert. Derzeit wird die Beobachtung von Auflastbewegungen meist für regionale Anwendungen oder zur Validierung eingesetzt. Die Kombination von Auflastbewegungen und hISST-Daten in globalem Maßstab, unabhängig von einer spezifischen Anwendung und dezidierten Satellitenmissionen, ist neu und innovativ.

Resultate mit einer höheren Genauigkeit und räumlichen Auflösung als reine hISST-Daten bieten detaillierte und wertvolle

Informationen über Massenumverteilungen im System Erde. Somit tragen sie zu den weltweiten Bemühungen um ein besseres Verständnis des Klimas und der Umwelt bei. Eine zukünftige Einbindung dieser Beobachtungen in einen operationellen Schwerfelddienst wird dessen Qualität und Zuverlässigkeit erhöhen und macht ihn damit weniger anfällig gegenüber Ausfällen bei einer der Messmethoden.

## Abstract

In the context of global climate research, knowledge about mass redistribution in the Earth system has become a vital source of information to solve recent scientific questions. Mass redistribution causes small changes in the Earth's gravity field. Observing these variations helps to better understand underlying processes and their interdependencies. In contrast to other observation methods, satellite gravimetry is able to observe gravity changes on a global scale with homogenous accuracies. The satellite mission Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) is currently the only dedicated satellite mission to provide accurate gravity observations. The installation of an operational gravity field service to support emergency management tasks is envisaged for the near future. Currently this system only relies on GRACE observations. An important aspect of an operational service is to provide reliable and safe information. This can be achieved by including independent observation types.

Recent investigations showed that it is possible to derive at least large scale gravity changes from high-low satellite-to-satellite tracking (hISST) data. The method uses Global Positioning System (GPS) observations made on board low Earth orbit satellites to accurately determine the satellite trajectory. These position estimates are then utilized to estimate the Earth's gravity field. The measurement quality of GPS observations limits the achieved results in terms of accuracy as well as spatial and temporal resolution. To provide a reasonable supplement to GRACE observations, the hISST observations must be augmented by additional observation methods. Especially an improved spatial resolution is of great interest for research topics based on gravity field measurements.

Loading displacement observed by permanently operating GPS stations on the continents can be used to observe regional variations of the Earth's gravity field and subsequently quantify mass redistribution. By combining satellite data and terrestrial observations of station displacements, it is possible to improve the spatial resolution of the resulting gravity field information, at least for continental areas with a good station distribution. The added value for continental applications, i.e. the terrestrial hydrological water cycle or ice mass balance, is undoubtedly high. Currently, loading observations are mostly used in regional applications to answer specific research questions or for validation purposes. The combination on global scale with hISST data to provide gravity field information for any application and independent from dedicated satellite missions, like GRACE, is new and innovative.

Results featuring higher accuracy and spatial resolution compared to hISST-only solutions can be expected. They will provide a more detailed and valuable source of information about mass redistribution in the Earth system and thus contribute to international efforts towards a better understanding of our climate and the environment. A future inclusion of these observations into an operational gravity field service will improve its quality, reliability and most importantly, it makes the system less prone to failure of one of the observation techniques.

## Projektpartner

- Technische Universität Graz