

## SPICE

Environmental space geodesy: detection of changes in glacier mass from time-variable gravity

|                                 |  |                        |               |
|---------------------------------|--|------------------------|---------------|
| <b>Programm / Ausschreibung</b> | ASAP, ASAP, ASAP 11. Ausschreibung (2014)                                    | <b>Status</b>          | abgeschlossen |
| <b>Projektstart</b>             | 01.01.2015   | <b>Projektende</b>     | 31.12.2017    |
| <b>Zeitraum</b>                 | 2015 - 2017  | <b>Projektlaufzeit</b> | 36 Monate     |
| <b>Keywords</b>                 | Gravity field; GRACE mission; Glacier mass change; Sea level; Climate change |                        |               |

### Projektbeschreibung

Das primäre Ziel des Projekts ist die Bestimmung gegenwärtiger Eismassenvariationen von Gletschersystemen (Alpen, Alaska, Himalaya, etc.) aus Daten der Satellitengravimetrie.

Im Laufe des letzten Jahrzehnts hat sich das Wissen um die zeitlichen Änderungen des Schwerefeldes basierend auf Daten der Satellitenmission GRACE als eine fundamentale Informationsquelle zur Erforschung des Systems Erde etabliert. Im Zusammenhang mit dem Klimawandel ist dieses Wissen sowohl aus wissenschaftlicher als auch sozio-ökonomischer Perspektive von eminenter Relevanz (siehe letzten Zustandsbericht des Weltklimarates, IPCC). Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist das Potenzial der GRACE Daten (als auch jene anderweitiger Schwerefeldmissionen) jedoch noch nicht ausgeschöpft – vor allem in Hinblick auf regionale Fragestellungen. Das vorliegende Projekt nimmt sich dieser schwebenden Herausforderung an. Zu diesem Zweck wird eine maßgeschneiderte Analysestrategie unter dem Credo der regionalen Anpassung entwickelt werden. Die Methode basiert auf satellitenerfassten "Rohdaten" und beinhaltet die Anwendung globaler Optimierung.

Der neuartige Ansatz wird dazu beitragen unser heutiges Wissen um die Massenänderungen von Gletschersystemen (Alpen, Alaska, Baffin-Insel, Ellesmere-Insel, Himalaya, Island, Patagonien, Spitzbergen, etc.) maßgeblich zu verbessern. Abgesehen von der thermischen Ausdehnung des Wassers liegt gegenwärtig in der Gletscherschmelze die Hauptursache für den Anstieg des globalen Meeresspiegels. Die Quantifizierung der Massenänderung dieser Systeme basiert bisher vorwiegend auf der Extrapolation spärlich verfügbarer in-situ Messungen (Vermessung einzelner Gletscher). Dieses Verfahren ist sehr ungenau, und somit weisen die Massenbilanzen von Gletschersystemen große Unsicherheiten aus. Die Analyse von GRACE (und GOCE) Satellitendaten liefert hingegen Massenvariations-Signale über das gesamte Interessengebiet; es ist zu erwarten, dass diese Information unsere Kenntnis um Änderungen von Gletschersystemen entscheidend komplementieren wird. Spezielles Augenmerk liegt dabei auf den (Europäischen) Alpen; aufgrund der im globalen Vergleich ausgezeichneten Qualität glaziologischer und hydrologischer Daten dient diese Region als "benchmark area" für die vorgeschlagenen Arbeiten.

Das interdisziplinäre Projekt SPICE wird wesentlich zum Fortschritt der weltraumgestützten Erdbeobachtung beitragen. Es ist zu erwarten, dass die erzielten Resultate einen signifikanten Beitrag zur Beantwortung offener (geo-)wissenschaftlicher,

umwelttechnischer und gesellschaftlicher Fragen liefern.

## **Abstract**

The primary objective of this project is to precisely assess contemporary ice-mass variation of glacier systems (Alps, Alaska, Himalaya, Iceland, Patagonia, etc.) from space gravimetry.

In the last decade, temporal variations of the gravity field derived from the Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE) satellite mission have become one of the most ubiquitous and valuable source of information for Earth system studies. In the context of global climate change, this information is of utmost importance from a scientific but also socio-economic perspective (cf. the latest assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). On regional to local scales, however, the potential of GRACE (augmented by further gravimetric satellite data) has not been fully exploited yet.

Our goal is to provide a solution to this pending challenge. For this purpose, we will develop a tailored analysis strategy that is based on regional adaption (concerning both data and modeling). The approach starts on the level of "raw" satellite measurements and involves the adoption of global optimization methods. For each region of interest individually, the glaciological signal is isolated from the overall gravity signal.

We apply this novel approach to gain improved understanding of the mass change of glacier systems (Alps, Alaska, Baffin Island, Ellesmere Island, Himalaya, Iceland, Patagonia, Svalbard, etc.). Besides the thermal expansion of ocean water, glacier melt is known as the main cause for sea level rise. For the time being, mass balance estimates of these systems are strongly based on in-situ measurements. This procedure requires the overall mass budget to be extrapolated from rather sparse data sets (surveys of individual glaciers). As a consequence, the estimates are equipped with large error bounds. Our GRACE (and GOCE) analysis, on the other hand, provides (consistent) mass variation signals over the entire region of interest; therefore, we expect these findings to essentially complement existing glacier change assessments. Special attention is paid on the (European) Alps; this region serves as "benchmark area" for the proposed study, motivated by the fact that the glaciological and hydrological data for the Alps is of much higher quality compared to almost any other glacier system around the globe.

The interdisciplinary project SPICE is supposed to substantially enhance progress in Earth observation from space. We expect that the achieved results will significantly contribute to find answer to (geo-)scientific, environmental and societal open questions.

## **Projektkoordinator**

- Österreichische Akademie der Wissenschaften

## **Projektpartner**

- Technische Universität Graz