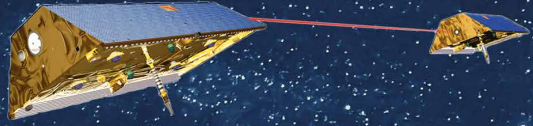


GFZ

Helmholtz Centre
POTS.DAM



Unverzichtbar und einzigartig:
DIE GRACE-MISSIONEN

20 Jahre
GRACE

KERNBOTSCHAFTEN AN DIE POLITIK

- Wir wollen die Beobachtung des globalen Wasserkreislaufs und des globalen Meeresspiegelanstiegs als eine der dringendsten gesellschaftspolitischen wie auch klimawissenschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit stärken.
- Wir setzen auf speziell zugeschnittene Satellitenmissionen mit aktiver deutscher Beteiligung.
- Das GRACE-I Programm trägt prominent zu den im Koalitionsvertrag erwähnten Missionen #2 „*Klima, Nachhaltigkeit und Biodiversität*“ sowie #5 „*Weltraum und Meere*“ bei.

Was messen die GRACE-Satelliten?

Die Satellitenpaare von GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment; 2002–2017) und GRACE-FO (GRACE Follow-On, seit 2018) messen monatliche und räumliche (ca. 300 km Pixelgröße) Veränderungen des Schwerefeldes der Erde. Sie „sehen“ damit Massenverlagerungen, zum Beispiel das winterliche Anwachsen und sommerliche Abschmelzen der polaren Eisschilde, aber auch starke Massenverluste in Regionen wie Kalifornien oder Westeuropa, in denen ungewöhnlich geringe Niederschlagsmengen durch den verstärkten Einsatz von Grundwasser in der Landwirtschaft kompensiert wurden. Wichtig sind die Ergebnisse somit für unser Verständnis des globalen Wasserkreislaufs und seiner Entwicklung in einem sich verändernden Klima.

Warum sind die Daten so wichtig?

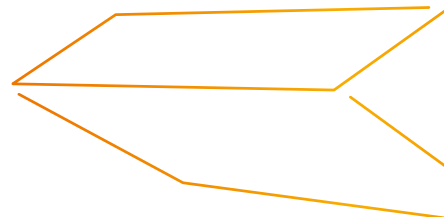
Das Global Climate Observing System (GCOS) der World Meteorological Organization (WMO) hat die GRACE-Beobachtung „Total Water Storage“ (TWS) 2020 als Essential Climate Variable definiert und damit deutlich gemacht, welche große Rolle die Daten von Schwerefeldmissionen für die Überwachung und Beschreibung des Klimawandels spielen. Das mit GRACE realisierte Messprinzip ist das bislang einzige Verfahren, das Änderungen im Wasserkreislauf sogar bis weit unter der Oberfläche beobachten kann. Die TWS-Daten sind somit wichtiger Beitrag für die Politik und Entscheidungsträger, um den Klimawandel beurteilen und über Anpassungsmaßnahmen entscheiden zu können. Ebenso dienen sie einem verbesserten Management von zunehmend gestressten Wasserressourcen, wie wir sie in zunehmenden Dürren oder Abnahmen von Grundwasser aktuell beobachten.

Wer hat die Missionen realisiert?

GRACE und GRACE-FO sind Gemeinschaftsprojekte zwischen Deutschland und den USA. Dabei baute Airbus in Immenstaad alle vier Satelliten im Auftrag der NASA, womit quasi die Finanzierung aller deutschen Missionsbeistellungen kompensiert wurde. Dazu gehörten beispielsweise auch die optischen Komponenten eines Laser Ranging Interferometers (LRI) auf GRACE-FO, das als Technologiedemonstrator für künftige Schwerefeldmissionen die Vermessung der Abstandsänderungen zwischen den Satelliten noch einmal um den Faktor 1000 steigern kann. Mit der LRI-Technologie sollen künftig auch Gravitationswellen im All detektiert werden.

Was geschieht mit den Daten?

Aus den Daten errechnet das GFZ monatliche Karten des Schwerefeldes und leitet daraus die Veränderungen im globalen Wasserkreislauf ab. Die Daten und Karten stehen Forschenden weltweit kostenlos und ohne Zugangsbeschränkungen zur Verfügung, etwa über das GFZ-Portal *gravis.gfz-potsdam.de*. Mehr als 5.000 wissenschaftliche Veröffentlichungen, viele in Nature und Science, basieren auf Daten von GRACE und GRACE-FO und zahllose populärwissenschaftliche Arbeiten machen die Ergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich.



Seit wann messen die Satelliten?

GRACE startete im März 2002 und endete im Dezember 2017. Im Mai 2018 startete die Nachfolgemission GRACE-FO, und diese fliegt bislang störungsfrei. Ihre nominelle Missionsdauer endet im Mai 2023. Insgesamt entstand so in den vergangenen 20 Jahren eine einzigartige Langzeitreihe monatlicher Schwerefeldkarten.

Warum braucht es eine Nachfolgemission?

Die bislang vorliegenden Daten der Missionen dokumentieren großräumige Massenveränderungen im System Erde, die von anderen Missionen nicht detektiert werden können. Die Auswirkungen der vielfältigen und komplexen Rückkopplungen menschlichen Handelns auf den globalen Wasserkreislauf und das Klimasystem müssen dauerhaft beobachtet werden. Nur damit können sie verlässlich in Modellen abgebildet werden, welche für Prognosen von zukünftigen Entwicklungen unerlässlich sind. Ziel der Nachfolgemission GRACE-I ist es, ab 2027 mindestens 7 weitere Jahre vergleichbar abzubilden, um dann über eine vollständige 30-jährige Klimaperiode Daten zur Verfügung zu haben. Außerdem werden momentan Prototypen für operationelle Dienstleistungen (z. B. globales Grundwassermonitoring) entwickelt, die von der künftigen Verfügbarkeit von Massentransportdaten abhängen. Fortlaufend verfügbare TWS-Daten sind daher essentiell, um den Klimawandel auf regionalen und globalen Skalen besser beurteilen und über notwendige Managementmaßnahmen entscheiden zu können. Eine Unterbrechung oder sogar das Ende der Zeitreihe ist daher unbedingt zu vermeiden.

Was kann GRACE-I?

Um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, wird GRACE-I in weiten Teilen baugleich mit GRACE und GRACE-FO geplant. Die Mission wird aber als alleiniges Abstandsmessgerät das auf GRACE-FO erprobte LRI (Laser Ranging Interferometer) an Bord haben. Hinzu kommt auf GRACE-I eine Nutzlast des Max-Planck-Instituts für Ornithologie namens ICARUS (International Cooperation for Animal Research Using Space), die gerade auf der Internationalen Raumstation (ISS) erprobt wird. Damit sollen Tierwanderungen und Artenvielfalt aus dem All beobachtet werden, die eng mit Veränderungen im globalen Wasserkreislauf verbunden sind. Zusätzlich soll wie auf GRACE-FO ein Technologiedemonstrator mitfliegen: ein neuartiges Schwerefeld-Messinstrument, das auf Quantentechnologie beruht (Quantum Gravity Gradiometer, QGG) und unter maßgeblicher Beteiligung der deutschen Wissenschaft entwickelt wird.

Wie teuer ist GRACE-I?

Die mit der NASA gemeinsam projektierte Mission soll etwa 500 Millionen Euro kosten. Der deutsche Anteil würde weniger als die Hälfte betragen, mit allen Missionsanteilen rund 211,5 Millionen Euro. Ohne die Zusatznutzlasten ICARUS und QGG kostet die reine Schwerefeldmission 113 Millionen EUR. Angestrebt wird eine 75/25 Beteiligung der beiden Bundesministerien BMBF und BMWK, wie dies bereits bei GRACE-FO erfolgt ist.

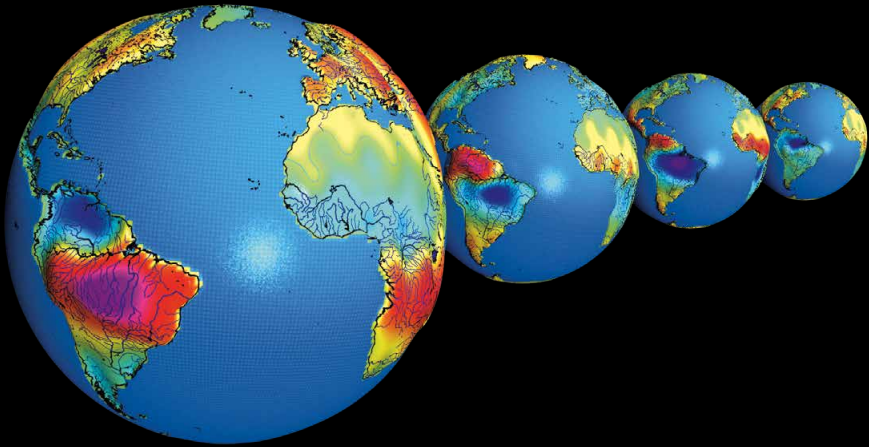
Welche Vorteile hat der Industriestandort Deutschland vom Bau von GRACE-I?

Deutschland würde seine Technologieführerschaft bei der Realisierung von GRACE-I erneut unter Beweis stellen und sich als verlässlicher Partner der NASA erweisen. Finanziell waren beide GRACE-Missionen durch attraktive Aufträge für die deutsche Raumfahrtindustrie oder KMUs jeweils eine „win-win“ Situation, beispielsweise durch den

Bau der mittlerweile vier Satelliten im Auftrag der NASA bei Airbus (Immenstaad). Die optischen Komponenten des LRI wurden bei der Firma Space-Tech GmbH (Immenstaad) gebaut. Ähnlich wie bei den beiden Vorgängermissionen würden die Investitionen bei GRACE-I durch den nochmaligen Auftrag der NASA für den Satellitenbau bei Airbus und anderen deutschen Firmen fast vollständig kompensiert. Deutschland ist ebenfalls weltweit führend bei der Entwicklung eines Weltraumgestützten Beobachtungssystems für Tierbewegungen. ICARUS auf GRACE-I würde diesen Vorsprung ausbauen und bietet erstmals die Möglichkeit, kleine Tiere (die Mehrzahl der Tierarten) weltweit zu beobachten. Durch einen offenen Ansatz (Original Equipment Manufacturer (OEM) Module) eröffnet es ein globales IoT ('Internet der Dinge') Netzwerk, einer der kommenden Zukunftsmärkte. Das QGG auf GRACE-I wäre das erste Quantengratiometer im All (ähnlich wie das LRI das erste Laser Ranging Interferometer im Weltraum auf GRACE-FO war). Mit der LRI- und QGG-Technologie hätte die deutsche Industrie daher ein großes Gewicht bei der Planung von Next Generation Gravity Missions, die aktuell bei der ESA diskutiert werden.

Warum lohnt sich GRACE-I?

Es sind nicht nur die wissenschaftlichen Ziele und die Kompensation der eingesetzten Mittel, die GRACE-I so lohnenswert machen. Die GRACE-Mission hatte eine große Sichtbarkeit in vielen Teildisziplinen der Geowissenschaften und gilt als erfolgreichste Erdbeobachtungsmission der NASA, zu der Deutschland einen ganz maßgeblichen Beitrag geleistet hat. Die Realisierung von GRACE-I würde weiterhin die Position des GFZ als wissenschaftliches Leuchtturmzentrum stärken und wäre ein wesentlicher Baustein eines künftigen Spitzenstandorts Potsdam.



Beobachtungen der GRACE-Satelliten zeigen die saisonalen Schwankungen im Wasserhaushalt. Diese Schwankungen zeigen sich am deutlichsten im Amazonasgebiet.
(Abbildung: M. Rother, GFZ)

20 Jahre
GRACE

GFZ
Helmholtz Centre
POTSDAM

Helmholtz-Zentrum Potsdam
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
Telegrafenberg
14473 Potsdam
E-Mail: presse@gfz-potsdam.de
www.gfz-potsdam.de