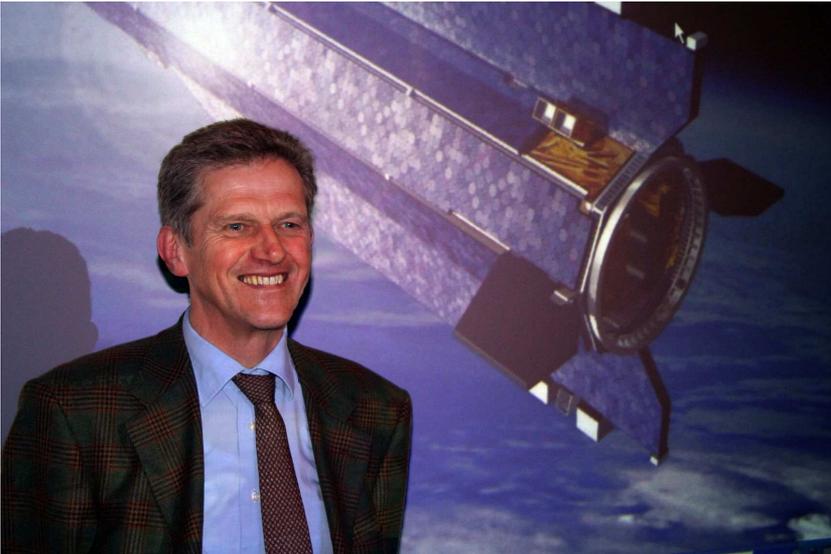


Von der Genialität Newtons zu heutigen Satellitenmissionen

GIZ-Vortrag über die Gravitationsfeldbestimmung mit Satelliten

Die Geschichte über Isaac Newton und seine Beobachtung eines fallenden Apfels, von der er sein Gravitationsgesetz ableitete, ist hinlänglich bekannt. Ob dies genau so stattgefunden hat sei dahingestellt. Belegt ist jedoch durch Voltaire, dass Newton durch seine Spaziergänge durch seinen Apfelgarten zu dem genialen Gedanken inspiriert wurde, dass der Mond auf seiner Bahn um die Erde den gleichen physikalischen Gesetzen unterworfen ist, wie ein abgeschossenes Projektil oder eben ein fallender Apfel. Auf dieser Basis betrachtet, „fällt“ auch ein Satellit auf seiner Bahn um die Erde und folgt den Unregelmäßigkeiten des Erdgravitationsfeldes, quasi der „Gravitationsmelodie“. Dadurch bildet so ein Satellit ein geeignetes Messinstrument für die Bestimmung des Erdschwerefeldes und darin enthaltener Phänomene, wie Massentransporte in der Atmosphäre oder in den Ozeanen. Darüber referierte am vergangenen Donnerstag Prof. Reiner Rummel vom Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie der Technischen Universität München in dem GIZ-Vortrag zum Thema „Von Newtons fallendem Apfel zur Gravitationsfeldbestimmung mit Satelliten“. Prof. Rummel ist eingebunden in die Entwicklungen neuer Schwerefeldmissionen und in die Auswertungen dieser und war unter anderem schon Professor für „Physikalische Geodäsie“ an der TU Delft in den Niederlanden.



Prof. Reiner Rummel vom Institut für Astronomische und Physikalische Geodäsie der Technischen Universität München vor einer Abbildung des Satelliten „Gravity and Steady-State Ocean Circulation Explorer (GOCE)“

Fallexperimente sind schon lange ein probates Mittel zur Bestimmung der Erdschwere und damit der Erdbeschleunigung. Ähnlich zum fallenden Apfel, allerdings im Messaufbau perfektioniert werden mittels Absolutgravimetern Fallexperimente durchgeführt. Mit Hilfe eines Lasers wird dabei die Ortsinformation eines zur Elimination des Luftwiderstands in einer evakuierten Röhre fallenden Prismas bestimmt und mittels einer Atomuhr einer hochgenauen Zeit zugeordnet. Mit geeigneten Mitteln von Bodenunruhen der Umgebung entkoppelt, lassen sich so zahlreiche Wiederholungen des Messversuchs durchführen, aus denen man die Erdbeschleunigung bis auf die achte Stelle nach dem Komma ermitteln kann. Die mögliche Genauigkeit erlaubt es, nicht nur die Unterschiede der Erdanziehung zwischen Bergen und Tälern zu erkennen, sondern ermöglicht sogar die Ermittlung zeitlicher Variationen, die durch die Massenbewegungen der Ozeane und der Hydrologie, also des Grundwassers, auftreten. Allerdings ist es nicht möglich, die einzelnen Schwereanteile unmittelbar aufzulösen, da man immer die Summe aller

Effekte an einem Ort und zu einer bestimmten Zeit misst. Deshalb werden Versuchsreihen durchgeführt, deren Zeitreihen die Variationen aufzeigen und damit Rückschlüsse zulassen.

Trotz all dieser Möglichkeiten auf der Erde und der bisher zahlreich ausgeführten Messungen ergibt sich mittels dieser Technik nur ein spärliches Bild des Gravitationsfeldes der Erde und seiner Veränderungen. Und hier kommt gerade die geniale Idee Newtons ins Spiel, dass nämlich ein Satellit nichts anderes ist, als ein „um die Erde fallender Körper“. Schon mit Hilfe des Sputniks ließ sich so über die präzessierende Ellipse der Satellitenbahn die Erdabplattung errechnen, was bis dato bekannte Messtechniken in der Genauigkeit weit übertraf. Moderne Satelliten und die daraus entstehenden langen Messreihen erlauben eine wesentlich genauere Bestimmung der Abplattung der Erde, die aufgrund der nach der Eiszeit verschwundenen Gletscher und der darauf einsetzenden, fortschreitenden Landhebung kontinuierlich abnimmt. In letzter Zeit zeigt dieser Trend aber eindeutige Schwankungen, was evtl. ein Hinweis auf einen Klimawandel ist.

Spezielle Satellitenmissionen, wie zum Beispiel der Mini-Satellit CHAMP des Geoforschungszentrums Potsdam, erlauben es heutzutage mittels Ortsbestimmung zu den Global Positioning System (GPS) Satelliten das Gravitationsfeld der Erde sehr genau zu bestimmen. Mit Hilfe von Satelliten, wie GRACE, lassen sich zudem kleinste Anomalien erkennen. Mit Hilfe der Auswertungen entschlüsseln damit Wissenschaftler heute immer weiter die einer Satellitenbahn überlagerte „Gravitationsmelodie“ und schaffen so ein wesentlich exakteres Bild der Massenverteilungen in und auf der Erde, das nicht unbedingt den topografischen Gegebenheiten folgt.

Auch mit der neuen Mission GOCE (Gravity and Steady-State Ocean Circulation Explorer), in die Prof. Rummel maßgeblich mit eingebunden ist, will man einen weiteren Schritt zur Steigerung der Genauigkeit gehen. Im Satelliten werden hierzu in einem sogenannten Gravitationsgradiometer sechs identische Testmassen kapazitiv schwebend gehalten, die kleinste Schwankungen der Erdanziehung spüren, während der Satellit um die Erde kreist. Der Satellit, der bereits gebaut ist und in nächster Zeit mittels einer russischen Trägerrakete gestartet wird, soll dann in der Lage sein, Ozeanströmungen (wie zum Beispiel den für das europäische Klima so wichtigen Golfstrom) und deren Veränderungen exakt zu vermessen. Neben den Veränderungen an den großen Eismassen der Pole oder in den Gebirgsformationen, Instabilitäten der Monsune in den Regionen der Regenwälder oder den Klima-anomalien in Europa ist dies ein wichtiges Indiz für die klimatischen Auswirkungen eines durch unser menschlichen Handeln ausgelösten Klimawandels.

Der nächste Vortrag findet am 8. Mai statt. Dann wird Dr. Norbert Junkers vom Max Planck Institut für Radioastronomie über „Radioastronomie – Von der Erde bis zu den Grenzen des Universums“ referieren.

Pressemitteilung des Fördervereins Geodätisches Informationszentrum Wettzell e.V.