Erdbeobachtung mit Quanten und Relativität

**Jürgen Müller**

Institut für Erdmessung (IfE), Leibniz Universität Hannover, Schneiderberg 50, 30167 Hannover, *email: mueller@ife.uni-hannover.de*

Aktuelle technologische Entwicklungen in der Quantenphysik ermöglichen neuartige Anwendungen und Messkonzepte in der Geodäsie und der Erdbeobachtung.

In diesem Beitrag werden wir uns auf zwei neue Konzepte konzentrieren: Eines wendet die Atominterferometrie für die Schwerefeldbeobachtung an, das zweite nutzt Uhrennetzwerke, um Höhenunterschiede zwischen den Uhren-Standorten zu bestimmen. Im ersten Fall, werden Schwereanomalien mittels frei-fallender Atome („Quanten-Gravimetrie“) beobachtet; diese Technik kann auch für künftige gradiometrische Messungen im Weltraum benutzt werden. Im zweiten Fall – gemäß der Einsteinschen Relativitätstheorie – kann man aus Frequenzvergleichen zweier hochgenauer optischer Uhren, die über Glasfaserkabel verbunden sind, die zugehörige Differenz des Schwerepotentials und damit der Höhe bestimmen. Auch die laser-interferometrische Abstandsmessung zwischen zwei Satelliten mit Nanometer-Genauigkeit, wie sie in der 2018 gestarteten Satellitenmission GRACE Follow-on erstmalig demonstriert wird, gehört zu diesen neuen Konzepten. Hier kommt Technologie für geodätische Messungen zum Einsatz, die im Rahmen der Gravitationswellen-Detektion entwickelt und auf der LISA/Pathfinder-Mission getestet wurde.

Diese Konzepte werden in enger Zusammenarbeit zwischen Physikern und Geodäten im SFB 1128 “Relativistische Geodäsie und Gravimetrie mit Quantensensoren (geo-Q)” an der Leibniz Universität Hannover erarbeitet.

Neben den Messprinzipien werden wir präsentieren, in welchen Bereichen die Geodäsie von diesen neuartigen Entwicklungen profitiert und zeigen künftige Perspektiven auf. Beispiele sind etwa die direkte Bestimmung von physikalischen Höhen und die Vereinheitlichung von Höhensystemen. Wir werden auch die Stärken der neuen Methoden für die Erdbeobachtung illustrieren: Lokale und globale Massenvariationen können mit ungeahnter Genauigkeit und Auflösung beobachtet werden – für eine Vielzahl von geowissenschaftlichen Anwendungen, z.B. zur Erfassung der Grundwasserabnahme aufgrund des Klimawandels.