

Geodynamische Signale in der Schwere

Registrierungen mit Gravimetern liefern einen wichtigen Beitrag zur Erforschung der Dynamik des Erdkörpers. Insbesondere supraleitende Gravimeter (SG) bieten die hierfür notwendige Langzeitstabilität sowie niedrige Rauschniveaus. Anhand von Daten weltweit verteilter supraleitender Gravimeter im GGP (Global Geodynamics Project) können verschiedene Aspekte sehr kleiner Schwere signale untersucht werden. Aktuelle Themen sind u.a. hydrologische Massenverlagerungen auf unterschiedlichen Skalen, die Polbewegung, der innere Erdkernresonanzeffekt, postglaziale Landhebungsprozesse, Translationsschwingungen des inneren, festen Erdkerns (Slichter-Moden) sowie permanente coseismische Schwereänderungen. Diese Themen sind inhaltlich stark miteinander verwoben, beispielsweise beeinflussen neue Ergebnisse zur Wirkung hydrologischer Massenverlagerungen die Resultate zu geodynamischen Signalen.

Der Schwerpunkt der Arbeit wurde auf zwei der meist- und oftmals kontrovers diskutierten geodynamischen Signale gelegt: die Slichter-Moden sowie eine Messbarkeitsstudie zu permanenten coseismischen Schwereänderungen, beides Signale im Bereich unterhalb einem Tag. Nach theoretischen Untersuchungen ist die Existenz dieser beiden Phänomene sehr kleiner Amplitude wahrscheinlich. Sie lassen sich nur in kontinuierlichen Schwereregistrierungen von SG im Array (GGP) detektieren.

Da große, tiefe Erdbeben als eine Quelle diskutiert werden, die das Slichter-Triplett anregen können, wurden SG Registrierungen unmittelbar nach dem Sumatra-Beben am 26. Dezember 2004 analysiert. Neben seiner Stärke ist eine Besonderheit, dass ein hoher Energieanteil in Richtung des Erdkerns abgestrahlt wurde. Für die stärksten auftretenden Erdbeben ist eine extrem geringe Amplitude von maximal 1 nGal (= 0.01 nm/s²) zu erwarten. Daher bietet sich die Stapelung von Daten mehrerer SG an. Bisher sind nur lange Zeitreihen möglichst vieler Stationen für Analysen benutzt worden. Datensätze fünf ausgesuchter rauscharmer SG in Europa sowie zweier außereuropäischer Stationen, jeweils von 37 und 65 Tagen Länge, wurden mit Produktspektren analysiert, wobei umfangreiche Arbeiten zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses u.a. durch komplexere Luftdruckreduktionen vor-genommen wurden. Es zeigt sich allerdings, dass kein Triplett zweifelsfrei identifiziert werden kann und die im in Frage kommenden Frequenzbereich 0.047 - 0.060 mHz auftretenden Signale zu groß sind (~ 10 nGal), als dass sie den theoretisch berechneten Frequenzen der Slichter-Moden zugeordnet werden können. Als potentielle Ursache für den noch zu hohen Rauschanteil werden Restanteile der Luftdruckreduktion sowie hydrologische Effekte diskutiert.

Hinsichtlich langperiodischer Schwerevariationen hat sich klar gezeigt, dass eine 3D-Luftdruckreduktion unumgänglich ist, wenn Signale der Polbewegung oder Schwankungen im kontinentalen Wasserhaushalt Untersuchungsgegenstand sind. Desgleichen wurde nach-gewiesen, dass die lokale Hydrologie einen signifikanten saisonalen Anteil haben kann, der sich aus den Daten eliminieren lässt. Die Schwerebeobachtungen sind damit als Randbedingungen für Modelle des kontinentalen Wasserhaushalts geeignet.

In Anbetracht der permanenten coseismischen Schwerevariationen (bis zu 6 nm/s²), die in den Registrierungen von 3 SG nach dem Tokachi-oki Erdbeben im September 2003 in Japan (Mw = 8.0) von Imanishi et al. (2004) vorgestellt wurden, stellt sich die Frage, ob solche Signale mit dem SG Array in Mitteleuropa beobachtbar sind. Die Modellier-Software von Wang et al. (2006), basierend auf einem (visco-)elastischen Dislokations-Modell, wurde für die Modellierung von Erdbeben-induzierten Schwereeffekten für einige der größten in Mitteleuropa aufgetretenen Erdbeben (Mw ≤ 5.4) genutzt. Das Resümee ist: Coseismische Signale dieser Erdbeben in Mitteleuropa sind nicht mit den registrierenden SG beobachtbar; das Schwere signal (< 1 nm/s²) ist zu klein bei isotroper Verteilung und lokal beschränkt auf Distanzen < 50 km vom Epizentrum. Untersuchungen sollten sich auf Gebiete mit starken Erdbeben wie z.B. die Umgebung von Almaty/Kasachstan konzentrieren. Das Signal sollte mit mehreren Instrumenten unter Beachtung der Isotropie der zu erwartenden Schwerevariation (ca. 5 nm/s²) innerhalb von Distanzen von 100 ... 200 km messbar sein.