

Roland, Markus

Untersuchungen zur Kombination terrestrischer Schweredaten und aktueller globaler Schwerefeldmodelle

Herr Dipl.-Ing. Markus Roland wurde am 17. Dezember 2004 am Fachbereich Bauingenieur- und Vermessungswesen der Universität Hannover mit der Dissertation *Untersuchungen zur Kombination terrestrischer Schweredaten und aktueller globaler Schwerefeldmodelle* zum Dr.-Ing. promoviert. Prof. Dr.-Ing. Jürgen Müller und Prof. Dr.-Ing. Karl-Heinz Ilk haben die Dissertation als Referenten begutachtet. Vorsitzender der Promotionskommission war Prof. Dr.-Ing. Prof. h.c. Günter Seeber. Die Dissertation erscheint in der Reihe Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Universität Hannover (ISSN 0174-1454, Heft Nr. 254).

Die zunehmende Verbreitung der dreidimensionalen Punktbestimmung mittels GPS ermöglicht heute die kostengünstige Bestimmung rein geometrisch definierter, ellipsoidischer Höhen. Der Übergang von diesen ellipsoidischen Höhen zu den in der Praxis meist benötigten physikalischen Höhen, z.B. Normalhöhen, kann durch die Subtraktion von Höhenanomalien realisiert werden. Für beide Größen werden dabei heute Relativgenauigkeiten von einigen Zentimetern über Entfernungen von mehreren 1000 km gefordert. Die erforderlichen Höhenanomalien kann der Nutzer aus bereitgestellten Quasigeoidmodellen entnehmen. Die Bestimmung geeigneter regionaler, hochauflösender, hochgenauer Quasigeoidmodelle erfolgt üblicherweise durch die Kombination von globalen Schwerefeldmodellen mit regional begrenzt vorliegenden, hochauflösenden terrestrischen Schweredaten und steht im Mittelpunkt dieser Arbeit.

Für diese Kombination stehen seit kurzer Zeit signifikant verbesserte globale Schwerefeldmodelle aus den Satellitenmissionen CHAMP und GRACE zur Verfügung, deren gesteigerte Genauigkeit im langwelligen Spektrum hier dokumentiert und ausgenutzt wird. Auch der Datenumfang der terrestrischen Schweredaten im Bereich Europa wird im Rahmen dieser Arbeit um ca. 1,5 Mio. marine Beobachtungen in der Umgebung von Europa erhöht. Durch eine aufwendige Aufbereitung und eine gemeinsame Kreuzungspunktausgleichung aller marinen Daten wird eine Steigerung von Konsistenz und Genauigkeit des gesamten Datensatzes erzielt.

Das Schließen verbleibender Datenlücken im Meeresbereich wird mit Hilfe aktueller altimetrischer Schwereanomalien aus dem Modell KMS02 erreicht. Die Kombination dieser altimetrischen Daten mit terrestrischen Schwerebeobachtungen birgt jedoch einige Probleme, die näher untersucht werden. Die Reduzierung von Inkonsistenzen zwischen marinen und altimetrischen Daten gelingt durch die Bestimmung eines Transformationsmodells mittels kleinste-Quadrate-Prädiktion und Tiefpass-Filterung der Differenzen beider Datensätze. Das Transformationsmodell wird dabei zur Überführung eines Datensatzes in das System des jeweils anderen verwendet. Anschließend werden beide Datensätze durch kleinste-Quadrate-Prädiktion zu einem gemeinsamen „terrestrischen“ Datensatz vereinigt.

Derzeit verfügbare regionale Quasigeoidmodelle, wie das EGG97, weisen häufig systematische langwellige Fehler der Größenordnung 0,1 bis 1,0 ppm auf, deren Ursache in kleinen systematischen Fehlern im terrestrischen Datensatz zu suchen ist. Diese langwelligen Fehler in den terrestrischen Daten werden durch Gradvarianzanalyse, sphärisch-harmonische Entwicklung mit variierendem maximalen Entwicklungsgrad und sphärischer Multiskalenanalyse nachgewiesen und im Zuge der Geoidbestimmung durch geeignete Verfahren reduziert. Dazu werden die Verfahren der spektralen Kombination und der sphärischen Multiskalenanalyse eingesetzt, die im Rahmen der Remove-Restore-Technik terrestrische Schweredaten und globale Schwerefeldmodelle miteinander kombinieren.

Bei der spektralen Kombination wird die Reduzierung der langwelligen Fehler durch eine optimale spektrale Gewichtung anhand stochastischer Informationen über die zu kombi-

nierenden Daten erreicht. Die sphärische Multiskalenanalyse beruht hingegen auf rein deterministischen Grundregeln. Der langwellige Schwerefeldbeitrag der terrestrischen Schweredaten wird dabei nach subjektiven Merkmalen herausgefiltert und die Quasigeoidlösung an unabhängige Daten angepasst. Beide untersuchten Verfahren erweisen sich als gleichwertig.

Die Evaluierung der neu bestimmten Quasigeoidlösungen mit Hilfe unabhängiger Daten aus dem GPS/Nivellement belegt den Genauigkeitserfolg durch den Einsatz neuer terrestrischer Schweredaten im marinen Bereich (ca. 10% geringere Differenzen) und durch den Einsatz aktueller globaler Schwerefeldmodelle (weitere 18% geringere Differenzen). Insgesamt ergibt sich damit eine Reduzierung der Differenzen um 25%. In einigen Gebieten wie Frankreich und Deutschland ist sogar eine Verbesserung von 35% bzw. 64% feststellbar. Die Verwendung von Modellen der GRACE-Mission zeigt dabei die deutlichsten Genauigkeitssteigerungen.