

Systematische Einflüsse digitaler Höhenmodelle auf die Qualität radarinterferometrischer Bodenbewegungsmessungen

Dissertation von Dipl.-Ing. Diana Walter

Zusammenfassung

Auf dem Gebiet der Bodenbewegungsüberwachung ist das Interesse an der Radarinterferometrie als Messmethode, insbesondere durch die neuen hochauflösenden SAR-Satelliten, stark gestiegen. Die Qualität der Interferogramme hat sich erheblich verbessert, was vor allem auf die höheren Wiederholraten, aber auch geringeren Schwankungen der Satellitenorbitpfade zurückzuführen ist. Durch die höheren Bodenauflösungen wurde auch das Anwendungsspektrum speziell im Bereich der Einzelobjektüberwachung erweitert. Anhand verschiedener Anwendungsbeispiele konnte mehrfach nachgewiesen werden, dass Messgenauigkeiten von wenigen Millimetern erzielbar sind. Die Anerkennung der Radarinterferometrie als Messmethode im klassisch geodätisch-markscheiderischen Sinne und die damit verbundene Überführung in die nachhaltige Praxis macht eine genaue und umfassende Beschreibung und Quantifizierung der Messfehler erforderlich. Die Messfehler resultieren überwiegend aus räumlichen und zeitlichen Einflussfaktoren. Systematische Fehler werden durch die Aufnahmegeometrie hervorgerufen, hauptsächlich durch den Abstand zwischen den Satellitenaufnahmepositionen. Die Erfassung von Bodenbewegungen der Erdoberfläche mittels Radarsensoren setzt wiederholte Aufnahmen voraus. Aus den gemessenen Phasen der zurückgestreuten Signale werden Interferogramme generiert und im Allgemeinen unter Verwendung von vorhandenen Höhenmodellen topographiebedingte Einflüsse korrigiert. Fehler in den Höhenmodellen werden dabei direkt, aber auch indirekt, in die Bewegungsmessung übertragen und führen zu Messfehlern. Der Einfluss wird in der praktischen Anwendung häufig unterschätzt. Speziell in bergbaulich beeinflussten Gebieten oder auch dicht bebauten städtischen Bereichen treten verstärkt topographiebedingte Messfehler auf.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird der systematische Einfluss von Höhenmodellfehlern innerhalb des interferometrischen Auswerteprozesses ausführlich untersucht sowie die Auswirkungen auf die Genauigkeit der abgeleiteten Bodenbewegungen quantifiziert. Neben der funktionalen Beschreibung der Zusammenhänge erfolgt exemplarisch an einem bergbaulich beeinflussten Gebiet die Analyse der vertikalen Messfehler in Abhängigkeit unterschiedlicher Höhendaten und Satellitensensoren (TerraSAR-X, Envisat ASAR, ALOS PALSAR) sowie unterschiedlicher Aufnahmegeometrien. Dabei wird differenziert auf Auswirkungen von Höhenfehlern in Bereichen mit stetigen topographischen Veränderungen sowie in Stadt- und Vegetationsgebieten eingegangen. Spezielle Untersuchungen erfolgen hinsichtlich der Genauigkeit bei der Überführung von Höhenmodelldaten ins Range-Doppler-Koordinatensystem (Geokodierung), die Voraussetzung für die topographische Korrektur ist.

Die Validierung mittels terrestrischer Daten zeigt, dass die realen Messfehler häufig kleiner sind als die theoretisch berechneten Werte. Bei X-Band Sensoren bewirken bereits kleine Höhenfehler große Phasenfehler, die jedoch im Vergleich zu L-Band Ergebnissen deutlich kleinere Messfehler verursachen.

Auf Grundlage der durchgeführten Untersuchungen werden in der Arbeit Empfehlungen gegeben, mit deren Hilfe eine Reduktion von topographiebedingten Messfehlern in Interferogrammen unter Einhaltung sensorspezifischer Aufnahmeparameter sowie Verwendung geeigneter Höhenmodelle möglich ist. Vertiefende Kenntnisse zur Identifikation von Höhenfehlern in Interferogrammen sollen Anwendern als Interpretations- und Bewertungshilfe zur quantitativen Einschätzung möglicher Messfehler dienen.