



Entstehungsprozess der TanDEM-X-Höhenmodelle. Oben: Radarbild eines Satelliten; Mitte: interferometrische Phasendifferenz, unten: Höhenmodell in Atlasfarbendarstellung



Die Vermessung der Erde mit TanDEM-X

Algorithmen, die Wissenschaftler des Lehrstuhls für Methodik der Fernerkundung der TUM und des gleichnamigen Instituts am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen entwickelt haben, bilden die Grundlage für die Erstellung von Höhenmodellen der Erde aus Satellitendaten.

Veranschaulichung der TanDEM-X-Mission
© DLR

Im Dezember 2010 begannen die beiden deutschen Synthetik-Aperture-Radar(SAR)-Satelliten der TanDEM-X-Mission mit der Neuvermessung der Erde. Sie werden ein globales Höhenmodell mit einem 12-Meter-Raster und einer Höhengenaugigkeit von zwei Metern erzeugen. Solche Höhenmodelle sind die Basis aller Kartierungsaufgaben und dienen zum Beispiel zur Hochwasserisikoanalyse, Navigation, Planung und geometrische Entzerrung von Satellitenbildern.

Zum ersten Mal fliegen zwei Satelliten im Abstand von nur 200 bis 400 Metern nebeneinander her, mit einer Geschwindigkeit von 27 000 km/h. Damit sie auch an den Polen nicht kollidieren, haben Wissenschaftler des DLR einen Doppelhelixorbit entwickelt.

Für die Vermessung wird das neue bistatische interferometrische SAR-Prinzip eingesetzt: Einer der Satelliten sendet Mikrowellenpulse aus, die an der Erdoberfläche reflektiert werden. Diese Reflektionen werden von beiden Satelliten empfangen, digitalisiert und zum Boden gesendet. Dort werden sie zu Bildern verarbeitet. Aus den Phasendifferenzen der Bilder beider Satelliten rekonstruieren die Wissenschaftler mithilfe komplexer Algorithmen die Topographie der Erde. Allerdings stößt man hier an die Grenzen des Machbaren: So treten im bistatischen Verfahren zwangsläufig Phasendriften der beiden Radarszillatoren auf, die deshalb durch eine Funkstrecke zwischen den Satelliten nachsynchronisiert werden müssen;

die relative Lage der beiden Satelliten im Raum muss auf einen Millimeter genau vermessen werden. Dennoch bietet das radarinterferometrische Verfahren im Vergleich zu optischen Stereoverfahren Vorteile: Radarwellen durchdringen Wolken, und die Auswertung funktioniert auch auf kontrastarmen Gebieten.

Die Algorithmen für die SAR-Bilderzeugung wie auch für die interferometrische Verarbeitung wurden am TUM-Lehrstuhl für Methodik der Fernerkundung und am gleichnamigen Institut des DLR entwickelt. Da mit dieser Mission in vielerlei Hinsicht technisches Neuland betreten wird, erforderten die eingesetzten Verfahren detaillierte Voruntersuchungen und Simulationen, die die TUM als Forschungsaufträge für das DLR durchgeführt hat. Trotz ihrer Komplexität müssen die Algorithmen industriellen Qualitätsanforderungen genügen: Bis zu 1 000 Datensätze von je 50 x 30 Kilometer Abdeckung werden derzeit täglich zu Höhenmodellen verarbeitet. Sobald die Satelliten die Erde vollständig abgescannt haben, werden diese Szenen geometrisch kalibriert und zu einem globalen Höhenmodell zusammengesetzt. Da eine globale Abdeckung etwa ein Jahr dauert und schwierige Geländeformationen mehrmals unter verschiedenen Blickwinkeln aufgenommen werden, wird die Mission rund drei Jahre dauern.

Finanziert wird die TanDEM-X-Mission gemeinsam vom Bund und vom deutschen Unternehmen EADS Astrium, das die kommerziellen Verwertungsrechte an den Höhenmodellen besitzt. Daneben organisiert das DLR ein Wissenschaftsprogramm, das internationalen Forschern den Zugriff auf einzelne Datensätze und Höhenmodelle erlaubt. Auch die TUM-Wissenschaftler werden diese einmaligen Daten in mehreren Forschungsprojekten nutzen.

Richard Bamler, Michael Eineder