

TanDEM-X – exakte Landvermessung aus dem All zusammen mit TerraSAR-X

Innovation auf dem Gebiet der Erdvermessung, der Geodäsie, besitzt eine lange Tradition in Deutschland. Mit dem neuen Satelliten TanDEM-X wollen das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und Europas führender Raumfahrtkonzern Astrium ein neues Kapitel in der „Erdvermessung“ aufschlagen.

Schon dem großen Naturforscher Alexander von Humboldt war die Vermessung der Erde ein großes Anliegen, das er mit einfachen Verfahren auf seinen langen Forschungsreisen verfolgte. Die heute eingesetzten Techniken, wie zum Beispiel die Bildmessung (Photogrammetrie), erlauben natürlich eine weitaus präzisere, schnellere und – da flugzeug-getragen – wesentlich mühelosere Vermessung großer regionaler Flächen.

Auch das Potenzial für die Erdvermessung aus dem All ist schon durch mehrere Missionen nachgewiesen worden, beispielsweise das Satelliten-Tandem ERS1/ERS2 (European Remote Sensing Satellite) und die Radarmission SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) im Februar 2000 mit dem amerikanischen Space Shuttle Endeavour. Allerdings blieben die erzielten Genauigkeiten deutlich hinter denen terrestrischer und flugzeug-getragener Verfahren zurück. Diese Lücke wird nun mit der deutschen Satelliten-Mission TanDEM-X geschlossen.

Die Ingenieure der Astrium in Friedrichshafen haben den Satelliten TanDEM-X im Juni fertig gestellt und werden ihn nun in einer ausführlichen Testkampagne auf seine Weltraumtauglichkeit testen. Mitte September soll der Radarsatellit nach Baikonur ausgeflogen werden, um für einen Start im Oktober 2009 vorbereitet zu werden. TanDEM-X soll dann zusammen mit dem nahezu baugleichen Radar-Satelliten TerraSAR-X, der am 15. Juni 2007 gestartet wurde, ein hochpräzises Radar-Interferometer bilden.

Höheninformation mit einer Genauigkeit von weniger als zwei Meter

Mit Hilfe der Doppel-Formation TerraSAR-X/TanDEM-X wird es möglich sein, die komplette Landoberfläche der Erde, das sind 150 Millionen Quadratkilometer, innerhalb von nur drei Jahren mehrfach vollständig zu vermessen. Die hierdurch erzielte Auflösung des erzeugten digitalen Höhenmodells wird der der existierenden flugzeug-getragenen Verfahren nahezu entsprechen: Für ein 12-Meter-Raster (Straßenbreite) wird eine Höheninformation mit einer Genauigkeit von weniger als zwei Meter bestimmt.

Der entscheidende Vorteil der satellitengestützten Vermessung der Erde liegt in der Erzeugung eines weltweit durchgehenden, homogenen Geländemodells ohne Brüche an regionalen oder Ländergrenzen oder Inhomogenitäten, die aus unterschiedlichen Messverfahren und zeitlich gestaffelten Messkampagnen entstehen (Mosaik). Hierbei spielt der Einsatz des Radars eine entscheidende

Rolle, da es unabhängig von Wetter- und Beleuchtungsbedingungen betrieben werden kann.

Das Verfahren ist derzeit konkurrenzlos und findet insbesondere in den USA erhebliche Beachtung. TanDEM-X ist ein Schlüsselprojekt zur Demonstration, zur Sicherung und zum Ausbau der deutschen Kompetenz und Wettbewerbsfähigkeit in der satellitengestützten Radartechnik.

Public-Private-Partnership von DLR und Astrium GmbH

Das Projekt TanDEM-X wird – wie schon TerraSAR-X – in einer Public-Private-Partnership (PPP) zwischen dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Astrium GmbH realisiert. Das PPP-Abkommen regelt unter anderem die Finanzierung und Datennutzung von TanDEM-X. Demnach finanzieren die Partner (DLR und Astrium) den knapp 85 Millionen Euro teuren Satelliten gemeinschaftlich: 59 Millionen Euro trägt das DLR, 26 Millionen Euro steuert Astrium bei. Das DLR entwickelt zudem das für die Mission notwendige Bodensegment und ist verantwortlich für die Planung und Durchführung der Mission, ebenso wie für die Steuerung der beiden Satelliten und die Erzeugung des digitalen Höhenmodells. Die PPP regelt zudem die Nutzung der Daten für wissenschaftliche Zwecke unter Leitung des DLR-Institutes für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme (Oberpfaffenhofen) und zu kommerziellen Zwecken, die exklusiv in Händen der Firma Infoterra GmbH (Friedrichshafen) liegt, einer Tochterfirma der Astrium.

Die Bereitstellung industrieller Investitionen für die Realisierung dieser Mission entlastet den öffentlichen Sektor in signifikanter Weise und bezogen auf die Höhe der eingesetzten öffentlichen und industriellen Mittel stellt die TanDEM-X Mission ein äußerst kostengünstiges und wirtschaftliches Engagement dar. Die von Seiten der Industrie geleistete Teilfinanzierung wird auf der Basis des Geschäftsplanes amortisiert. Bei positivem Verlauf der Kommerzialisierungsanstrengungen können zusätzliche Mittel erwirtschaftet werden, die dann für die Weiterentwicklung von Technologie und Anwendung im Bereich der Erdbeobachtung zur Verfügung stehen.

Digitale Geländemodelle für vielfache Anwendungen

Digitale Geländemodelle sind von fundamentaler Bedeutung für zahlreiche wissenschaftliche und kommerzielle Anwendungen. Für nahezu alle geowissenschaftliche Fachgebiete wie beispielsweise die Hydrologie, Glaziologie, Geologie, Forst- und Umweltwissenschaften stellen präzise, aktuelle Informationen über die Erdoberfläche und ihre Topographie eine wichtige Grundlage dar.

Digitale Geländemodelle sind außerdem Voraussetzung für eine zuverlässige Navigation gerade im Hinblick auf die sich ebenfalls weiterentwickelnden Navigationssysteme wie GNSS und Galileo. Neben der Erzeugung von digitalen Geländemodellen lassen sich mit dem Satelliten-Duo punktuelle Geschwindigkeitsmessungen durchführen, und zwar von sehr langsamen wie Gletscherfluss oder auch von schnellen Bewegungen wie Straßenverkehr. Diese Messverfahren sollen wissenschaftlich und experimentell erprobt werden und dienen

der Erschließung künftiger operationeller Anwendungen. Das international besetzte Wissenschaftler-Team für TanDEM-X besteht aus rund 100 renommierten Vertretern aus unterschiedlichen geowissenschaftlichen Fachgebieten sowie Experten in Radartechnik und -verfahren. Die Hälfte der Wissenschaftler kommt aus deutschen Universitäten und Forschungseinrichtungen.

Geländemodelle nun zu einem sehr viel günstigeren Preis verfügbar

Das hervorragende Preis-/Leistungsverhältnis der Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X wird es erlauben, Geländemodelle zu einem sehr viel günstigeren Preis anzubieten, als dies mit den aktuellen Verfahren möglich ist. Bereits heute besteht eine weltweite Nachfrage, einerseits von nationalen Kartierungsbehörden in aufstrebenden Ländern mit schlechtem Kartierungsstatus; andererseits von nachrichtendienstlichen Organisationen aus EU, NATO, G7 etc., die zunehmend mit großen Budgets auf Daten kommerzieller Anbieter zurückgreifen.

Deutschland wird mit dem Digitalen Geländemodell der Erde ab 2012 über ein attraktives und weltweit einmaliges Datenprodukt verfügen, welches – neben vielen wissenschaftlichen Anwendungsmöglichkeiten - in Initiativen und Programmen wie z. B. ZKI (DLR-Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation), GMES (Global Monitoring for Environment and Security) und GEOSS (Global Earth Observation System of Systems), aber auch in sicherheitsrelevante Kooperationsabkommen eingebracht werden kann.

Die drei wesentliche Elemente des satellitengestützten Radar-Interferometer

Aus technischer Sicht stützt sich das satellitengestützte Radar-Interferometer auf drei wesentliche Elemente:

- Die beiden Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X müssen in einer sehr engen und konfigurierbaren Formation fliegen, ihr Abstand wird je nach Bedarf zwischen wenigen Kilometern und 200 Metern eingestellt. Zusätzlich umkreisen sich die beiden Satelliten einmal im Laufe eines Erdumlaufs. Der einer Helix, einer zylindrischen Spirale entsprechende stabile und kollisionsfreie Flug der beiden Satelliten stellt eine noch nie dagewesene Herausforderung dar, die von den Spezialisten des Deutschen Raumfahrt-Kontrollzentrums beim DLR in Oberpfaffenhofen gemeistert werden wird.
- Wie bei jedem Interferometer ist es entscheidend, den „Augen-Abstand“ der beiden verwendeten Sensoren – hier der Radar-Instrumente auf den Satelliten TerraSAR-X und TanDEM-X – möglichst exakt zu kennen. Diese Abstandmessung beruht auf einer ausgeklügelten Auswertung der von jedem der beiden Satelliten empfangenen GPS-Signale. Im oben beschriebenen Formationsflug werden die Wissenschaftler des GFZ (GeoForschungszentrums Potsdam) die Basislinie mit einer Genauigkeit von etwa einem Millimeter bestimmen können.

- Das dritte wichtige Element besteht in der exakten zeitlichen Synchronisation der beiden Radar-Instrumente. Hierzu werden pulsformige Signale von einem zum anderen Satelliten geschickt, die erlauben, die Aufnahme von Radar-Bildern im Bereich von Mikrosekunden aufeinander abzustimmen. Der so erreichte bi-statische Betrieb des deutschen Radar-Interferometers ist weltweit einmalig und ein Schlüssel für die herausragende Genauigkeit des Systems.

TanDEM-X - ein Programm mit großer Bedeutung und großem Nutzen für die deutsche Raumfahrt: Technologie, wissenschaftliche und kommerzielle Anwendungen der radargestützten Erdbeobachtung werden substantiell gestärkt. Alle bisherigen deutschen Engagements in radargestützter Erdbeobachtung sind erfolgreich verlaufen, haben die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Raumfahrt auf diesem Gebiet enorm gestärkt und sind das Ergebnis einer konsequenten Schwerpunktsetzung im nationalen Raumfahrtprogramm.

Über TanDEM-X

TanDEM-X wird im Auftrag des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie in Form einer Public Private Partnership mit der Astrium GmbH unter dem Kennzeichen 50 EP 0603 durchgeführt

TanDEM-X wird in öffentlich-privater Partnerschaft (Public-Private-Partnership PPP) zwischen dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Astrium GmbH realisiert.

Das primäre Ziel der TanDEM-X (**TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement**) Mission ist die Erstellung eines globalen digitalen Höhenmodells. Bei einem Abstand von nur wenigen hundert Metern werden hierzu die beiden Satelliten TanDEM-X und der nahezu baugleiche TerraSAR-X, der seit dem 15. Juni 2007 im All ist, das erste konfigurierbare SAR-Interferometer (SAR= Synthetic Aperture Radar) im Weltraum bilden. Ein leistungsfähiges Bodensegment, welches eng mit dem von TerraSAR-X verzahnt ist erlaubt die Steuerung dieser komplexen Mission und vervollständigt das TanDEM-X-System. Zur Abdeckung der gesamten Erdoberfläche wird ein dreijähriger Parallelbetrieb im Formationsflug durchgeführt.

Das DLR ist verantwortlich für die wissenschaftliche Nutzung der TanDEM-X Daten, die Planung und Durchführung der Mission, sowie die Steuerung der beiden Satelliten und die Erzeugung des digitalen Höhenmodells. Astrium hat den Satelliten gebaut und ist an den Kosten für die Entwicklung und Nutzung beteiligt. Wie bei TerraSAR-X ist die Infoterra GmbH, ein Tochterunternehmen von Astrium, verantwortlich für die kommerzielle Vermarktung der TanDEM-X Daten.

Kontakt:

Eduard Müller
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Kommunikation
Tel.: +49 2203 601-2805
Fax: +49 2203 601-3249