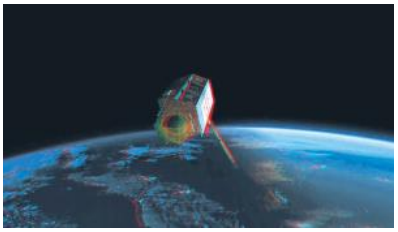
Montag, 29.02.2016

Deutschlands Radar-Augen im All

Im Formationsflug kartierten Satelliten-Zwillinge des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt die Erde in 3D. Ihre Bilder lassen uns heute staunen.

Von Jens Eumann
erschienen am 22.02.2016



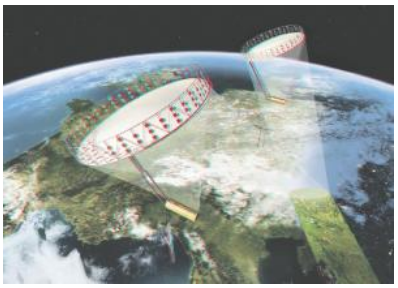
Während der Vermessung der Welt flogen die Zwillingssatelliten in enger Formation mit wenigen hundert Metern Abstand, seit Ende dieser Phase sind sie etwa 76 Kilometer voneinander entfernt, meist im Verfolgermodus.

Foto: Grafik: DLR

Oberpfaffenhofen. Den Verlauf der neuen Budapester U-Bahn-Linie 4 kann man aus dem All sehen. Allerdings nur hochaufgelöst und nur im Vergleich verschiedener Satellitenbilder. Schließlich erkennt man die seit 2014 von Nordost nach Südwest durch die ungarische Hauptstadt verlaufende Linie nicht etwa an pompösen Bauten an der Oberfläche. Die Route ist nur bei einem Vergleich von Satellitenkarten zu erkennen, der die Senkung des Erdbodens entlang des 12,7 Kilometer langen Verlaufs der U-Bahn-Linie über lange Zeiträume hinweg dokumentiert. Dabei geht es lediglich um jährliche Absenkungen des Terrains im Zentimeterbereich. Zauberei?

Keineswegs. Die Airbus-Defence-and-Space-Firmengruppe nutzt das Beispiel der Budapester U-Bahn als eines ihrer Referenzobjekte. Manchmal haben Satelliten eben eine Art Röntgenblick. Möglich gemacht hat den Bildervergleich der Satellit Terrasar-X, den das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) 2007 mit einer Dnjepr-1-Trägerrakete vom kasachischen Weltraumbahnhof Baikonur auf eine Erdumlaufbahn in 514 Kilometern Höhe beförderte.

Drei Jahre später bekam Terrasar-X noch einen Zwilling. 2010 sandte das DLR den Satelliten Tandem-X hinterher. Bis 2014 flogen die beiden Satelliten, gewissermaßen als Deutschlands Radaraugen im All, in extrem engem Formationsflug von nur einigen hundert Metern Abstand um die Welt und tasteten die komplette Landoberfläche ab - insgesamt 150 Millionen Quadratkilometer. In wiederholten Überflügen erstellten sie eine bisher einzigartig genaue 3-D-Kartierung der Erde. Wie zwei Augen aus leicht unterschiedlichem Winkel dasselbe Objekt betrachten müssen, damit ein dreidimensionales Bild entsteht, sandten die Satelliten ihre Radarsignale aus leicht versetztem Winkel auf die jeweils gleiche Region der Erde. Aus dem Dreiecksverhältnis der beiden Satelliten zueinander und zur jeweils aufgenommenen Region errechnen Experten letztlich 3-D-Karten. Die Airbus-Defence-and-Space-Firmengruppe vermarktet die bei der Mission gewonnenen Daten.



Animation der geplanten Satelliten des Tandem-L-Projekts. Grafik: DLR

Wegen ihrer bisher nie da gewesenen Genauigkeit ist besonders die 3-D-Modellierung der Zwillingsflugphase für unterschiedlichste Bereiche nützlich. Im Wattenmeer lassen sich Priele kartieren, im Gebirge Höhenprofile von Gebirgsketten und Tälern, an Flüssen mögliche Überschwemmungsgebiete. Letzteres zeigt eine der möglichen Nutzungsarten der Bilder auf, die von Sachsen entstanden. Schließlich ist auch Sachsen komplett erfasst. Doch ist planerischer Katastrophenschutz nur eine mögliche Nutzungsart.

"Viele geowissenschaftliche Bereiche wie Hydrologie, Glaziologie, Forstwirtschaft, Geologie, Ozeanografie und Umweltforschung benötigen präzise und aktuelle Informationen über die Erdoberfläche und ihre Topografie. Digitale Karten sind auch eine Voraussetzung für eine zuverlässige Navigation", sagt Professor Alberto Moreira. Er ist Direktor des Instituts für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme, das das DLR im oberbayerischen Oberpfaffenhofen unterhält. Dort ist auch das Kontrollzentrum der beiden Radaraugen-Satelliten.

Sind die reliefartigen Luftbildkarten schon für den Laien interessant anzuschauen, lässt sich ihr praktischer Nutzen erahnen, wenn man sich die in griffigen Kategorien zusammengefasste Vermarktungsliste bei Airbus Defence and Space anschaut: Luftfahrt, Bauwesen, Versicherungen, Forst- und Landwirtschaft, Meeresüberwachung, Verteidigungswesen. Laut DLR-Institutschef Moreira gibt es dank der Terrasar-X- und Tandem-X-Mission inzwischen kaum noch weiße Flecken auf der Erdkarte. "Die Abdeckung der Höhendaten liegt fast bei 100 Prozent", sagt er. Ausnahmen stellten einige "Lücken in Gebirgen sowie kleinere Gebiete in Sandwüsten" dar. Diese seien durch die Aufnahmegeometrie bedingt. An manchen Stellen wurden die Radarstrahlen der Satelliten zu stark absorbiert und die reflektierten Signale waren zu schwach, um daraus Höheninformation ableiten zu können.

Ihre Vermessungsmission haben die Zwillinge Ende 2014 abgeschlossen. Seither ist ihr Formationsflug nicht mehr ganz so eng. Statt mit wenigen hundert Metern Versatz die Erde abzutasten, hat man sie jetzt in eine Art Verfolgermodus schlüpfen lassen. Der eine Satellit folgt dem anderen in einem Abstand von 76 Kilometern und tastet wiederum dieselbe Stelle der Erde ab. Allerdings aus gleichem Winkel, nur mit etwa zehn Sekunden Verzug.

Während Terrasar-X und Tandem-X ihre Hauptfunktionen bereits erfüllt haben, deutet der aktuelle Flugmodus an, was das bereits avisierte Folgeprojekt Tandem-L leisten könnte. Bei dieser vorgeschlagenen Mission sollen zwei Satelliten nicht nur innerhalb mehrerer Jahre mehrfach die Erde umkreisen und abtasten, sondern um ein Vielfaches schneller. Unabhängig von Wetter und Tageslicht würden sie so laut DLR die "Voraussetzung für eine kontinuierliche Beobachtung dynamischer Prozesse auf der Erdoberfläche" liefern. "Ziel von Tandem-L ist es, die Landmasse der Erde im Wochenrhythmus interferometrisch abzubilden", heißt es in der Missionsbeschreibung.

Die Neuvermessung der Welt soll bald im Wochentakt erfolgen

Alberto Moreira - Institutsleiter beim DLR

Foto: dpa

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hilft beim Vermessen des Mars. Zugleich nimmt es eine 3-D-Vermessung der Landmassen der Erde vor. Künftig sollen Veränderungen auf der Erdoberfläche erfasst werden. Jens Eumann befragte dazu den Leiter des zuständigen Instituts.

Freie Presse: 3-D-Vermessung gab es auch vor dem Tandem-X Projekt, erklären Sie uns doch bitte den Unterschied zwischen Laser- und Radarvermessung?

Alberto Moreira: Da Lasermessungen durch Wolken und Niederschläge stark beeinträchtigt werden, erfolgt das Laserscanning vor allem von Flugzeugen oder Hubschraubern aus, die die Wolkendecke unterfliegen können. Damit einher geht eine eingeschränkte Breite des Messstreifens von einigen hundert Metern, im Gegensatz zu mehr als 30 Kilometern im Falle der satellitengestützten Radarinterferometrie. Auch ist der Zugriff auf abgelegene Gebiete, wie zum Beispiel die Polregionen oder tropische Regenwälder in Brasilien und Indonesien, nicht ohne weiteres möglich. Darüber hinaus erlaubt die Interferometrie auch die Messung der Geschwindigkeit von Objekten am Boden oder von Meeresströmungen und liefert damit wertvolle Daten für die Verkehrsforschung und Ozeanografie.

Gibt es eine Verbindung zwischen 3-D-Kartografierung wie sie derzeit auf dem Mars stattfindet, und der auf der Erde, worin bestehen Gemeinsamkeiten?

Die Mars-Kartografie beruht auf der Auswertung von optischen Stereobildern, die mit der High Resolution Stereo Camera (HRSC) in unterschiedlichen Blickrichtungen aufgenommen werden. Dreidimensionale Strukturen erscheinen in diesen Bildern je nach Höhe mehr oder weniger verschoben. Die Fotogrammetrie rekonstruiert daraus die 3-D-Marsoberfläche. Wie bei der Radar-Interferometrie werden zwei Aufnahmen aus verschiedenen Blickwinkeln miteinander verknüpft.

Die geplante nächste Stufe der 3-D-Kartografierung ist das Tandem-L-Projekt. Können Sie uns den Sachstand schildern?

Tandem-L wurde Anfang Januar beim Bundesministerium für Bildung und Forschung beantragt. Nach Begutachtung durch den Wissenschaftsrat ist mit einem Votum im zweiten Quartal 2017 zu rechnen. Parallel dazu werden die Designstudien vorgesetzt und mögliche internationale Kooperationen ausgelotet. Eine Genehmigung der Mission 2017 und damit ein Start der Aufbauphase 2018 würde einen Starttermin Ende 2022/Anfang 2023 ermöglichen.

Was würde Tandem-L leisten, was durch Tandem-X nicht möglich war?

Tandem-X hat über vier Jahre hinweg die Daten für "ein" globales Höhenmodell aufgenommen, ein Produkt, das sich vergleichsweise langsam verändert. Im System Erde gibt es aber eine Vielzahl von dynamischen Prozessen, wie zum Beispiel seismische oder vulkanische Aktivität, die in deutlich kürzeren Zeitintervallen ablaufen. Tandem-L hat zum Ziel, derartige Prozesse im Wochenrhythmus global zu beobachten und damit eine wichtige Grundlage zum Verständnis dieser Vorgänge zu liefern. Darüber hinaus dringen die L-Band-Radarwellen in Vegetationsvolumen ein und ermöglichen so eine tomografische Erfassung der globalen Wälder und eine genaue Bestimmung der darin gespeicherten Biomasse und ihrer Veränderung. Aktuell ist genau das die große Unbekannte im globalen Kohlenstoffkreislauf. Insgesamt können mit Tandem-L sieben essentielle Klimavariablen im Rahmen einer Satellitenmission gleichzeitig gemessen werden.

Welche neuen Erkenntnisse und Nutzungsmöglichkeiten ergeben sich daraus?

Wichtige Missionsziele neben der globalen Messung der Waldbiomasse und deren zeitlicher Variationen zum besseren Verständnis des Kohlenstoffkreislaufs ist die systematische Erfassung von Deformationen der Erdoberfläche im Millimeterbereich. Das ist für Erdbebenforschung und Risikoanalyse wichtig. Dazu kommt die Quantifizierung von Gletscherbewegungen und Schmelzprozessen in den Polarregionen, die feinskalige Messung von Variationen in der oberflächennahen Bodenfeuchte sowie Beobachtungen der Dynamik von Meeresoberflächen und Eisdrift. In Zeiten intensiver wissenschaftlicher und öffentlicher Diskussionen über Ausmaß und Auswirkungen von Klimaänderungen liefert Tandem-L somit wichtige und bis heute fehlende Informationen für verbesserte wissenschaftliche Prognosen und darauf aufbauend gesellschaftspolitische Handlungsempfehlungen.

© Copyright Chemnitzer Verlag und Druck GmbH & Co. KG

KOMMENTARE

Bitte beachten Sie die Hinweise zum Urheberrecht und zu Nachdrucken unter www.freiepresse.de/copyright