

Anwendungen und Nutzung

Das TanDEM-X-Missionskonzept ist flexibel. Je nach Bedarf können im Laufe der Mission für unterschiedliche Anwendungsbereiche und Versuche die zur Verfügung stehenden Aufnahmetechniken eingestellt werden. Grundsätzlich zu unterscheiden sind die Across-track- und Alongtrack-SAR-Interferometrie. Beide Verfahren beruhen darauf, dass man die Weglängendifferenz misst, mit der das gleiche Radarsignal von den Antennen der beiden Satelliten aufgezeichnet wird. Bewegen sich die Satelliten nebeneinander, lassen sich aus diesen Unterschieden Höheninformationen ableiten.

Ganz andere Möglichkeiten bietet die Along-track-SAR-Interferometrie, bei der die Radarantennen in Flugrichtung voneinander getrennt sind. Mit dieser Technik lassen sich Geschwindigkeiten von bewegten Objekten messen. Denn beide Satelliten nehmen dasselbe Gebiet mit einer kurzen Zeitverzögerung hintereinander auf. Angewendet wird diese Technik insbesondere in der Ozeanografie, Glaziologie und Verkehrsforschung.

Across-track-SAR-Interferometrie

Topografische Karten

Topografische Karten sind zwar heute auf lokaler Ebene in den industrialisierten Regionen erhältlich. Global betrachtet sind diese Informationen jedoch unzureichend. Ein über SAR-Interferometrie ermitteltes digitales Höhenmodell kann diese Lücken schließen. Geforscht wird hier insbesondere an der Entwicklung von Algorithmen, mit denen sich die Höhendaten überprüfen und kalibrieren lassen. Ein wichtiger Aspekt ist auch die Entwicklung von Werkzeugen für die Visualisierung der räumlichen Höhenkarten. Darüber hinaus werden hochauflösende Höhenmodelle benötigt, um Verzerrungen aus Erdbeobachtungsbildern zu entfernen, die auf das Relief der Erdoberfläche zurückgehen. Durch die Orthorektifizierung können Aufnahmen geometrisch exakt übereinander gelegt und verschnitten werden. Integriert in Geoinformationssysteme (GIS) lassen sich die Geländemodelle mit weiteren physischen und sozial-ökonomischen Daten verknüpfen und auswerten. GIS kommen zum Beispiel in Städten und Gemeinden bei der Flächenplanung zum Einsatz.

Landschaftsnutzung und Vegetation

Auch Vegetationsstrukturen können durch die hochauflösende SAR-Interferometrie räumlich vermessen werden. Die Größe von Baumkronen, die vertikale Verteilung der Kronenlage und Lücken in der Bewaldung werden sichtbar. Wald-, Brand- und Naturschutz profitieren von diesen Informationen. Sie verbessern die Planung der Flächennutzung und Waldsanierung. Die Beobachtung des Walds und seiner Wachstumsphasen liefert Daten für das Verständnis des globalen Kohlenstoffkreislaufs und für die Biodiversitätsforschung. Durch die TanDEM-X-Mission werden Daten in einzigartiger Auflösung und zeitlicher Kohärenz geliefert.

Navigation

Eine homogene, weltweite Gelände-Datenbank hoher Qualität wird insbesondere für den Einsatz in sicherheitskritischen Anwendungen benötigt. Warnsysteme in Flugzeug-Cockpits sind hier ein Beispiel. Das Ground Proximity Warning System etwa sammelt in niedriger Flughöhe verschiedene Flugdaten und löst bei deren Unterschreitung Alarm aus. Exakte Geländemodelle verbessern die Zuverlässigkeit dieser Systeme. Das Gleiche gilt für Synthetic Vision Systems, die den Piloten selbst bei eingeschränkter Sicht einen räumlichen Eindruck ihrer aktuellen Umgebung vermitteln. Die Datenbanken für diese Systeme stammen heute aus verschiedenen Quellen unterschiedlicher Spezifikationen und Normen. Zukünftige Geländedatenbanken

müssen zuverlässige, überprüfte und standardisierte Qualitätsparameter beinhalten. Die TanDEM-X-Daten stellen hier einen sehr wichtigen Beitrag dar.

Krisenmanagement

Auch im Katastrophenmanagement werden Geländemodelle dringend benötigt. Bei großen Überschwemmungs- oder Erdbebenkatastrophen vermitteln Satellitenbilder zusammen mit der dreidimensionalen Geländebeschreibung den Hilfskräften bereits vor der Anreise ein genaues Bild der Lage vor Ort. TerraSAR-X ist fester Bestandteil des satellitengestützten Krisenmanagements geworden. Die Radaraufnahmen liefern selbst bei dichter Wolkenbedeckung wichtige Informationen, z. B. über die Ausdehnung von Überschwemmungen und ergänzen so die optischen Aufnahmen. Durch TanDEM-X werden die Einsatzmöglichkeiten noch erweitert.

Hydrologie

Hochaufgelöste digitale Höhenmodelle werden auch verwendet, um Karten von potenziellen Überschwemmungsgebieten zu erstellen. So können Risiken bewertet und hydrologisch-topografische Merkmale abgeleitet werden. Informationen über Entwässerungswege und den Nässegehalt des Bodens dienen auch als Inputparameter für Wetter- und Klimamodelle, die auf unterschiedlich großen räumlichen Skalen aufgestellt werden. TanDEM-X-Daten können Lücken in den hydrologischen Modellen schließen. Ein anderes Beispiel sind grenzüberschreitende Simulationen zur Ergiebigkeit von Wasserscheiden. Auch sie benötigen verlässliche und konsistente topografische Daten sowie Angaben über den Bewuchs. Die Möglichkeit, kleine Änderungen der Topografie oder der Bepflanzung räumlich und zeitlich zu überwachen, ist Neuland für die Fernerkundung. TanDEM-X ermöglicht dies selbst für die entlegensten Regionen.

Geologie

Geländemodelle bilden eine wesentliche Grundlage der geologischen Forschung. Von hohem Interesse sind geologische Karten insbesondere in Vulkanregionen und Erdbebengebieten. Mit Auflösungen von etwa einem Meter können Veränderungen nach Eruptionen und Erdbeben genau aufgezeigt werden. Im Gegensatz zu Vulkangebieten mit einer meist guten regionalen Kartengrundlage fehlt in vielen durch Erdbeben und -senkungen bedrohten Regionen vergleichbares Material. Auch für die Tsunami-Risikobewertung von Küsten werden Höheninformationen benötigt, die derzeit oft nicht flächendeckend verfügbar sind. Die TanDEM-X-Mission kann diese Lücken schließen.

Glaziologie

Die Veränderung der Eismassen der polaren Eiskappen und Gletscher ist ein Indiz für den Klimawandel. TanDEM-X erfasst die Oberflächentopografie und Ausdehnung der Eiskörper. Wiederholte Messungen erlauben so, Eisverlust und -zugewinn zu bilanzieren – wichtige Eingangsparameter für Klimamodelle und Klimaprognosen. Denn Massenbilanzen mit globaler Abdeckung gibt es bislang nicht. TanDEM-X gibt auch Aufschluss über die Dynamik der antarktischen Eiskappe. Ihr Verhalten wird beeinflusst durch die Linie, an der die Eismassen den Kontakt zum felsigen Untergrund verlieren und oben auf dem Ozean schwimmen. Obwohl diese Aufsetzlinie (Grounding Line) mehrere hundert Meter tief unter dem Eis verborgen liegt, kann sie mit Hilfe der SAR-Interferometrie bestimmt werden. Die durch Gezeiten hervorgerufenen Höhenunterschiede des aufschwimmenden Eises können durch die differenzielle SAR-Interferometrie gemessen und so die Land/Wasser-Grenze unter dem Eis bestimmt werden. Bislang ließ sich die Technik nur an einigen Stellen anwenden. Mit TanDEM-X ist eine systematischere Kartierung dieser Grenzzone möglich.

Along-track-SAR-Interferometrie

Ozeanografie

TanDEM-X kann Wasserströmungen erfassen und erlaubt so Rückschlüsse auf das Relief (Bathymetrie) des Meeresgrundes oder Flussbettes sowie beispielsweise die Verlandung von Fahrtrinnen. Aber auch für die Planung von Gezeitenkraftwerken sind Strömungskarten hochinteressant. Nur mit TanDEM-X und Along-track-SAR-Messungen ist es möglich, aus dem All Strömungsgeschwindigkeiten, z. B. von unzugänglichen Flüssen, zu messen, um ihr Transportvolumen zu berechnen. Wasserpegel lassen sich dahingegen bereits jetzt mit Radar-Altimetern ermitteln.

Verkehr

Bewegte Objekte erkennen und deren Geschwindigkeiten messen zu können, ist von hohem Interesse für die Verkehrsbeobachtung. Im Prinzip ist dies bereits mit TerraSAR-X allein möglich, jedoch nur in einer Bewegungsrichtung. Mit beiden Satelliten gemeinsam kann die Geschwindigkeit des bewegten Objekts in alle Richtungen ermittelt werden. TanDEM-X könnte somit als Vorreiter für ein mögliches weltraumgestütztes System zur Leitung von Verkehrsströmen dienen.

Glaziologie

Neben der Topografie von Eiskappen und Gletschern und der Position der Grounding Line ist auch die Fließgeschwindigkeit ein wichtiger Parameter für die Eis- und Klimaforscher. Die Überwachung der Strömungsgeschwindigkeit schneller Gletscher erfordert zeitliche Abstände zwischen beiden Aufnahmen von etwa einem Tag oder weniger. Mit dem hochauflösenden Abbildungsmodus von TanDEM-X wird es möglich sein, die Gletschergeschwindigkeit erheblich genauer zu bestimmen als bislang.

Innovative neue Radartechniken und Anwendungen

Mit TanDEM-X wird eine weitere Radartechnik getestet: das POL-InSAR. Das Verfahren beruht darauf, dass die Radarwellen polarisiert abgestrahlt werden können. Die Polarisation bezeichnet die Ausrichtung der Schwingungsebene der Wellen relativ zu ihrer Ausbreitungsrichtung. Im Allgemeinen unterscheidet man dabei zwischen horizontaler und vertikaler Polarisation der Wellen. Bei der Reflexion am Boden ändert sich diese Schwingungsrichtung je nach Eigenschaften des reflektierenden Objekts oder der Bodenbeschaffenheit. Treffen polarisierte Wellen beispielsweise auf die unterschiedlich orientierten Blätter eines Baums, so sind die reflektierten Wellen nicht mehr polarisiert. Die von den Stämmen reflektierten Wellen sind aber sehr wohl noch polarisiert. Dieser Unterschied im empfangenen Signal lässt sich dazu nutzen, um die Höhe von Bäumen abzuschätzen. Mit den kurzwelligen Radarpulsen des X-Bands ist dies auch bei Getreidefeldern möglich. Diese neuen Kartierungsmöglichkeiten sind insbesondere für große Waldflächen in abgelegenen Gebieten entscheidend, die sich fast nur mit Satelliten inventarisieren und überwachen lassen. Zusätzlich werden weitere bistatische Techniken und Technologien wie die digitale Strahlformung (Digital Beamforming) mit TanDEM-X erprobt.

Kontakte

Elke Heinemann

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Politikbeziehungen und Kommunikation

Tel.: +49 2203 601-2867

Fax: +49 2203 601-3249

elke.heinemann@dlr.de

Dr.-Ing. Stefan Buckreuß

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

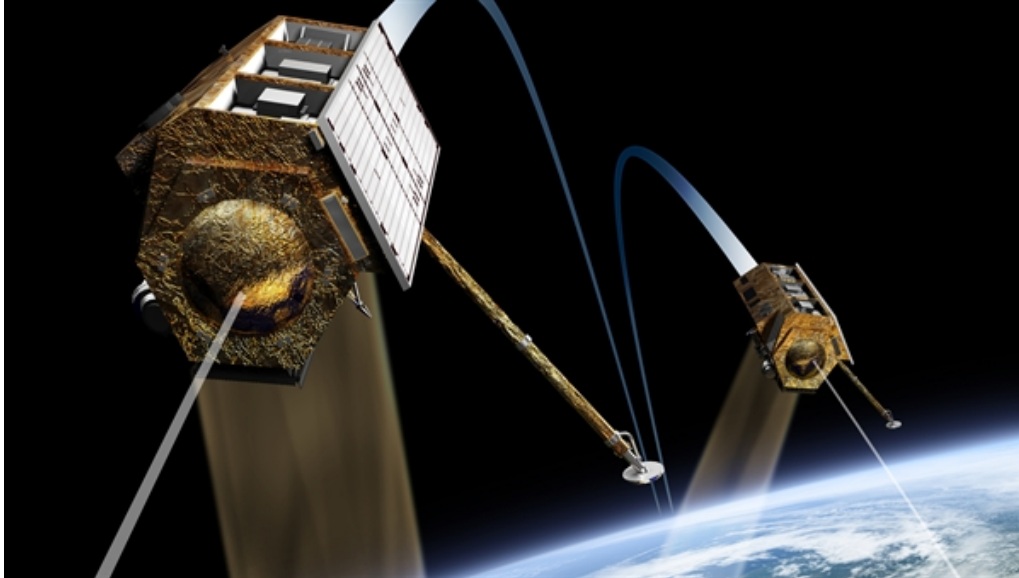
Institut für Hochfrequenztechnik und Radarsysteme

Tel.: +49 8153 28-2344

Fax: +49 8153 28-1449

stefan.buckreuss@dlr.de

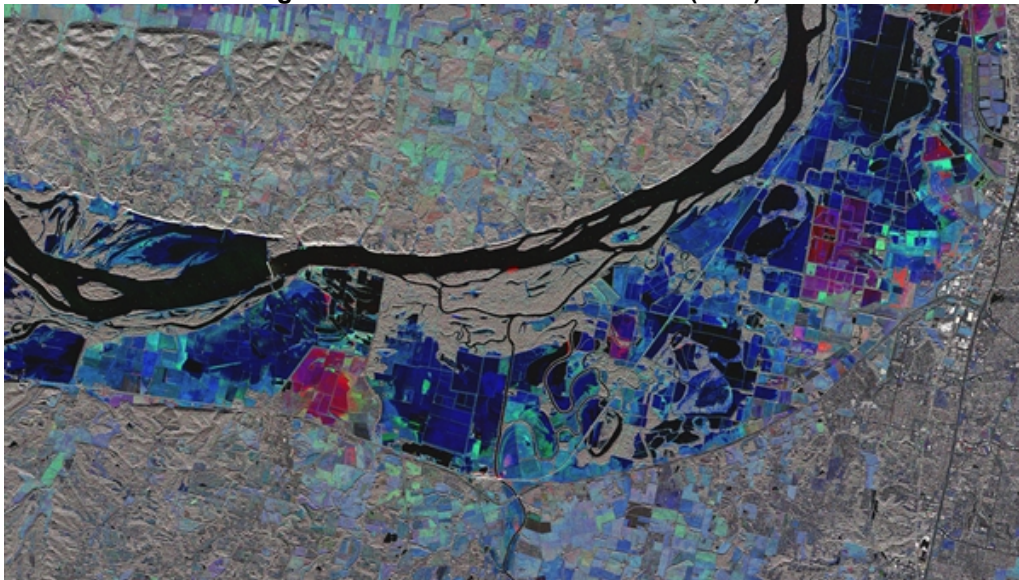
TanDEM-X und TerraSAR-X im Formationsflug



TanDEM-X und TerraSAR-X fliegen in Formation im Weltall und erstellen ein hochgenaues globales Höhenmodell

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

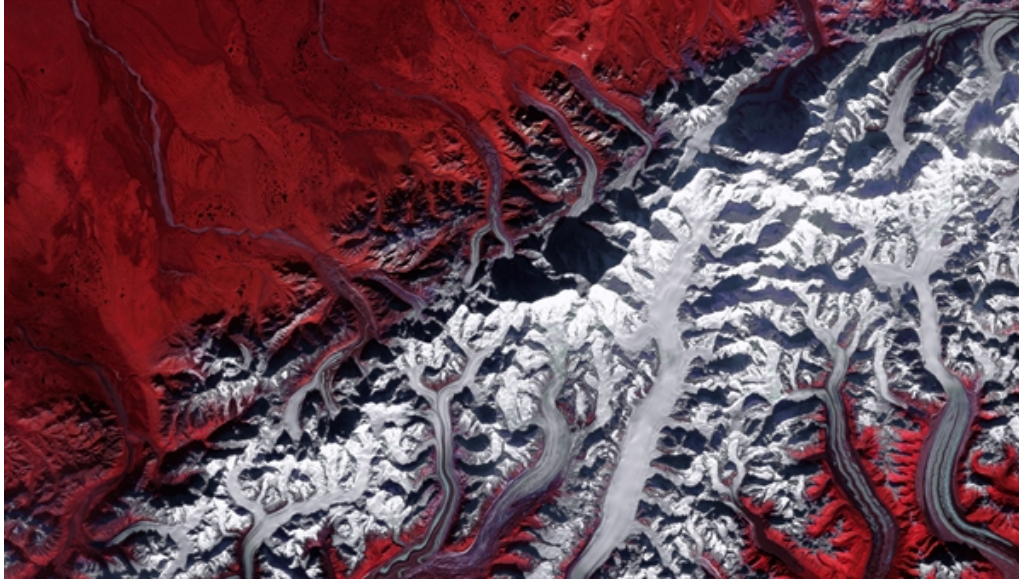
TerraSAR-X-Kartierung vom Hochwasser bei St. Louis (USA) im Juli 2008



Radaraufnahmen sind schon heute eine wichtige Informationsquelle für das Krisenmanagement. Zukünftig können auf der Basis von hochgenauen TanDEM-X-Höhenmodellen Karten von potenziellen Überschwemmungsgebieten erstellt werden. Die Aufnahme zeigt die TerraSAR-X-Kartierung vom Hochwasser bei St. Louis (USA) im Juli 2008.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

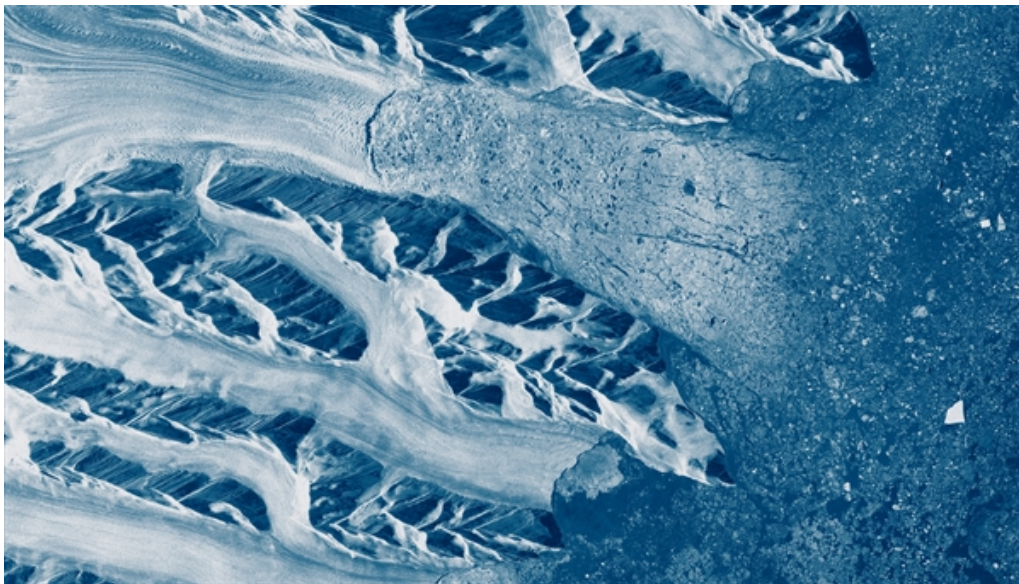
Der Denali - der höchste Gipfel Nordamerikas



Der Denali ist der höchste Gipfel des nordamerikanischen Kontinents (6194 Meter). Mit TerraSAR-X und TanDEM-X ist die kontinuierliche globale Beobachtung unzugänglicher Gletscherregionen möglich.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

Larsen-Eisschelf



An der Ostseite der Antarktischen Halbinsel erstreckt sich über eine Länge von etwa 700 Kilometern der Larsen-Eisschelf – eine vor der Küste auf dem Meer schwimmende Eisfläche. Der Eisschelf wirkt wie eine Barriere und verhindert, dass die Gletscher relativ schnell vom Festland in das Meer gleiten. Teile des Larsen-Eisschelfs brechen aufgrund der in den letzten 50 Jahren deutlich gestiegenen Temperaturen in der Region regelmäßig ab. Immer deutlicher zeigen auch Messungen der Klimaforscher, dass die Temperaturerhöhungen als Folge der globalen Erwärmung vor allem in den Polarregionen zu beobachten sind. Das TerraSAR-X-Radarbild vom 26. Juni 2007 zeigt eine Region, die vor fünf Jahren noch völlig vom Eisschelf bedeckt war, unter neuen Bedingungen: Heute kalben die Eisströme direkt in das Meer, das weitgehend mit Meereis bedeckt ist. Der Larsen-Eisschelf hat sich in den letzten 60 Jahren um etwa einen Kilometer pro Jahr zurückgezogen.

Quelle: DLR (CC-BY 3.0).

Kontaktdaten für Bild- und Videoanfragen sowie Informationen zu den DLR-Nutzungsbedingungen finden Sie im Impressum der Website des DLR.