



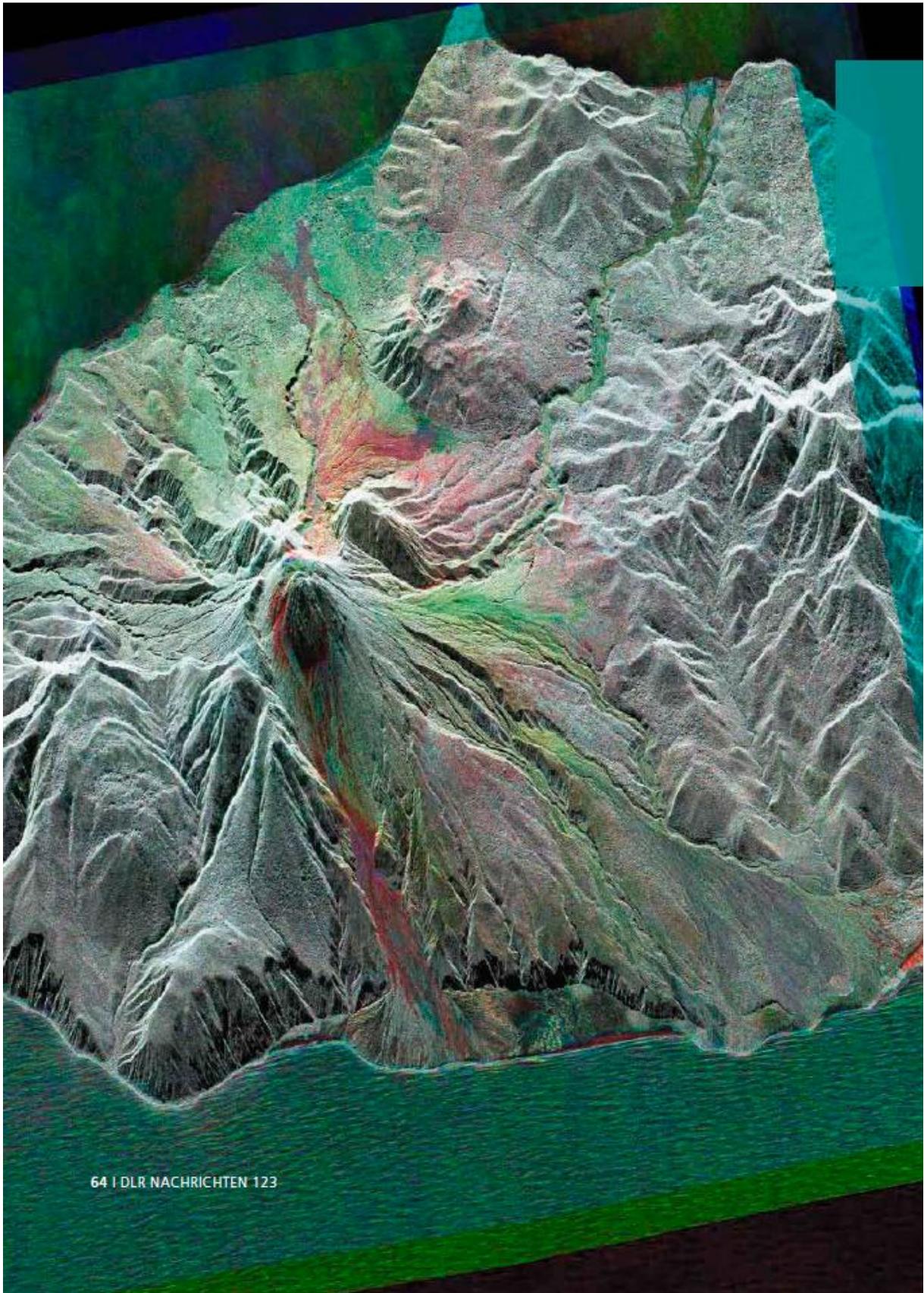
# Er sieht was, was keiner sieht

Deutscher Erdbeobachtungssatellit TerraSAR-X  
seit zwei Jahren erfolgreich im Einsatz

**N**ahezu unbemerkt zieht er seine Runden. Seit mehr als zwei Jahren beobachtet der Satellit mit dem spröden Namen TerraSAR-X die Erde. Das dem Lateinischen entlehnte Terra steht für Erde, SAR für die Radartechnologie – Synthetic Aperture Radar – und X für den Frequenzbereich im X-Band. Dank der Radartechnologie kann der Satellit auch bei Bewölkung und Dunkelheit Daten erfassen. Sein Betrieb, für den das DLR verantwortlich zeichnet, ist eine Erfolgsgeschichte. Die Aufnahmen sind begehrt, bei Wissenschaftlern gleichermaßen wie bei kommerziellen Nutzern.



Im April 2009 nahm TerraSAR-X die zwei größten Ausflussgletscher des Nordpatagonischen Eisfelds, San Rafael und San Quintin, ins Visier. San Rafael, im Bild links, fließt die steilen Hänge der Anden hinab und kalbt in die San Rafael Lagune, die mit einem offenen Fjord verbunden ist. Die Geschwindigkeit des Eisflusses beträgt an der Front siebzehn Meter pro Tag. Damit ist San Rafael einer der schnellsten, kontinuierlich fließenden Gletscher weltweit. San Quintin, im Bild rechts, erstreckt sich über 790 Quadratkilometer und ist der größte Ausflussgletscher des Nordpatagonischen Eisfelds. Die Empfindlichkeit des Radars gegenüber der Rauigkeit der beleuchteten Oberfläche kann mit statistischen Methoden ausgewertet und durch eine Farbkodierung im Bild sichtbar gemacht werden. Die von Spalten durchzogenen, rauen Gletscherzungen heben sich in Violetttönen von den natürlichen Vegetationsflächen ab, die in Türkis- und Blautönen dargestellt werden. TerraSAR-X bietet eine beispiellose Möglichkeit zum Studium der Gletscherdynamik in schwer zugänglichem Terrain. Die Messung von Eisbewegungen ist von großer Bedeutung, um das Verhalten von Gletschern zu verstehen. Deren Bewegung hängt von verschiedenen Faktoren ab. Klimaparameter spielen dabei ebenso eine Rolle wie die Untergrundbeschaffenheit und die Wassertemperatur.



Was geschieht mit der Umgebung, wenn ein Vulkan ausbricht? Das Bild zeigt in einer Überlagerung dreier Radaraufnahmen die Veränderungen vom Soufrière Hills Vulkan auf der karibischen Insel Montserrat. Das rot kodierte Bild wurde am 9. Oktober 2007 aufgenommen, vor einer Eruption. Nach der Eruption am 28./29. Juli 2008 wurden zwei weitere Aufnahmen erstellt: Am 1. August 2008, grün kodiert, und am 12. August 2008, blau kodiert. Graue Flächen zeigen die unveränderten Areale, während die farbigen Flächen die Auswirkungen der Eruption markieren. Am offensichtlichsten sind die rot hervorgehobenen Gebiete westlich und die grün hervorgehobenen Gebiete östlich des Vulkans. Untersuchungen am Boden und visuelle Beobachtungen bestätigen Bimssteinablagerungen und Murenabgänge, Felsstürze und kleinere Staub-Gas-Ströme, die sich die Hänge hinab bewegen.

Seit dem Start von TerraSAR-X am 15. Juni 2007 wurden vom Missionskontrollzentrum des DLR mehr als 35.000 Radaraufnahmen der Erdoberfläche angefertigt und zu rund 50.000 hochwertigen Produkten verarbeitet. Die hohe Genauigkeit bei der Geolokalisierung (präziser als ein halber Meter) ermöglicht es dabei, zwei zeitversetzte Aufnahmen einer Szene vollautomatisch pixelgenau zu überlagern. Die radiometrische Genauigkeit sowie die sehr gute Stabilität des Radarinstruments tun ihr Übriges dazu, dass die Anwender begeistert sind, sei es in Land- oder Forstwirtschaft, bei der Landnutzung oder Vegetationsbeurteilung, bei der Beobachtung städtischer Gebiete oder der Kartografie. Auch die Eisforschung oder maritime Anwendungen profitieren von diesen Daten.

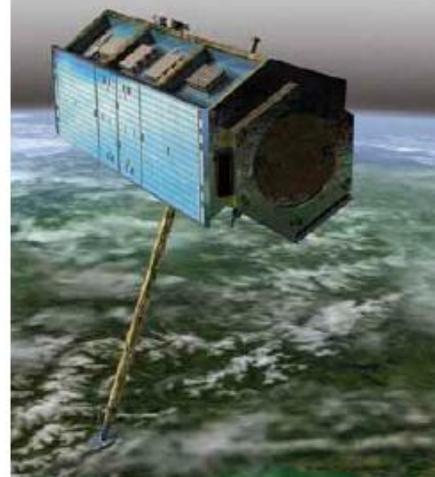
Bereits mehrfach wurden die so gewonnenen Informationen von internationalen Behörden zur Unterstützung des Krisenmanagements nach Naturkatastrophen eingesetzt. Überflutungsgebiete wurden kartiert, Schäden nach Erdbeben abgeschätzt. Als beispielsweise wochenlange Regenfälle Anfang November 2007 in den mexikanischen Bundesstaaten Tabasco und Chiapas zu verheerenden Überschwemmungen führten und eine Million Menschen obdach-

los wurden, unterstützte das DLR-Zentrum für Satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) die mexikanische Zivilschutzbehörde mit Satellitenbildern der Überschwemmungsgebiete.

Im Frühjahr 2009 erhielten Wissenschaftler von dem Erdbeobachtungssatelliten TerraSAR-X wertvolle Informationen über den Verlust einer riesigen Eisbrücke am antarktischen Wilkins-Schelfeis. Die ersten Eisberge brachen dort am 20. April 2009 ab. Die TerraSAR-X-Bilder zeigen die „gekalbten“ Eisberge. Der Abbruch der Eisberge erfolgt an den Schädigungszonen, die sich in den vergangenen 15 Jahren schrittweise gebildet haben. Die hohe Auflösung der TerraSAR-X-Aufnahmen ermöglicht es, Verformungen im Wilkins-Schelfeis auch im Bereich von circa 100 Metern und darunter zu beobachten. Diese Informationen erlauben Glaziologen, die Deformation anhand von Modellen genauer zu beschreiben. Neu geformte Risse sind in der Anfangsphase sehr schmal und daher in Aufnahmen mit geringer Auflösung, wie sie Satelliten der älteren Generation liefern, nicht sichtbar. Um den zeitlichen Ablauf der Ereignisse zu rekonstruieren, benötigt man hoch aufgelöste Bilder, wie sie TerraSAR-X liefert.

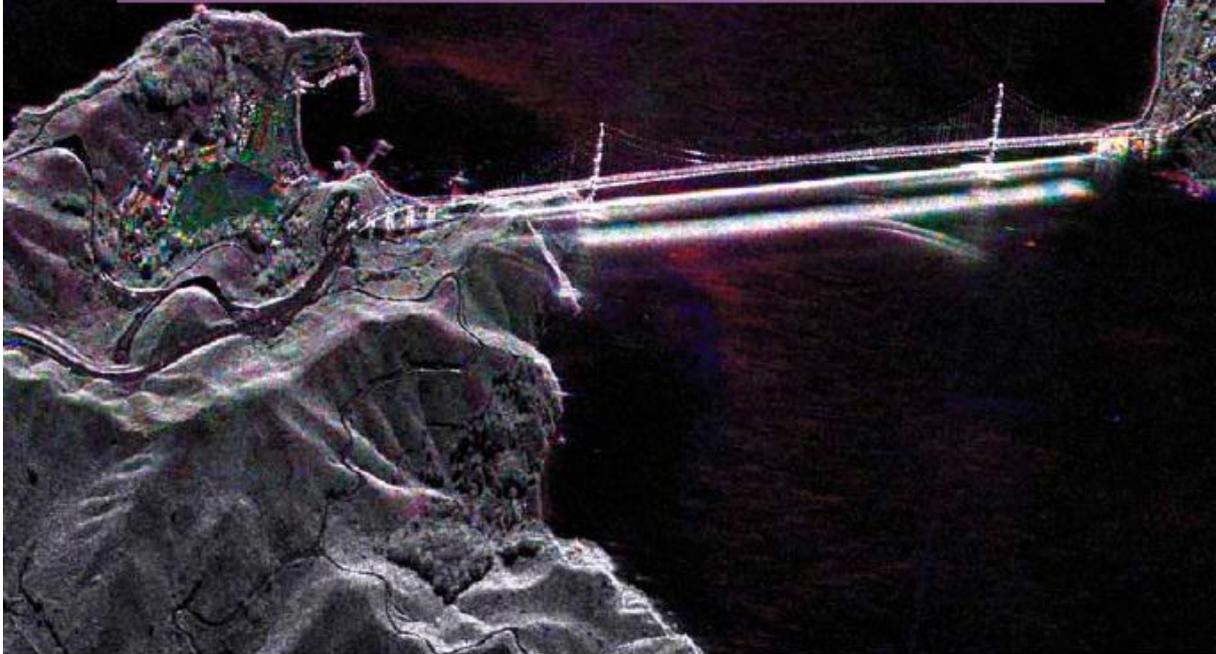
## Über TerraSAR-X:

TerraSAR-X ist Deutschlands erster Radarsatellit und zugleich der erste nationale Fernerkundungssatellit, der in öffentlich-privater Partnerschaft (PPP - Public Private Partnership) zwischen dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) und der Astrium GmbH aus Friedrichshafen realisiert wurde. Das DLR ist verantwortlich für die Planung und Durchführung der Mission, für die Steuerung des Satelliten und des Radarinstruments sowie für die wissenschaftliche Nutzung der TerraSAR-X-Daten. Der Satellit umkreist die Erde auf einem polaren Orbit. Dabei nimmt er mit seiner aktiven Antenne neue und hochwertige X-Band-Radardaten der gesamten Erde auf. TerraSAR-X arbeitet unabhängig von Wetterbedingungen, Wolkenbedeckung und Tageslicht und ist in der Lage, Radardaten mit einer Auflösung von bis zu einem Meter pro Bildpunkt zu liefern.



Wer kennt sie nicht, die Golden Gate Brücke am Eingang zur Bucht von San Francisco. So, wie das Wahrzeichen der Stadt San Francisco und der gesamten Bay Area hier ins Bild gesetzt wurde, kann das nur mit Hilfe eines Radarsatelliten gelingen. Das Bild dient unter anderem zur Demonstration der außerordentlich hohen Lokalisierungsgenauigkeit der TerraSAR-X-Bilder. Damit lassen sich Einzelaufnahmen ohne Hinzunahme von Bezugspunkten im Bild pixelgenau überlagern. Im Bild sind auch Spiegelungen der Brücke an der Wasseroberfläche zu sehen, die durch mehrfache Reflexion des Radarsignals zwischen Brücke und Wasseroberfläche zu Stande kommen. Selbst die beiden Hauptkabel mit einem Durchmesser von 0,92 Metern und die Hänger in einem Abstand von 15 Metern sind zu erkennen. Im Bild erscheint die Brücke in perspektivischer Ansicht, ganz im Gegensatz zur Landober-

fläche. Dieser Effekt, im Englischen als „foreshortening“ bezeichnet, ist für SAR-Bilder typisch und kommt zu Stande, wenn senkrecht aufragende Objekte auf einer ebenen Fläche stehen. Das Radar misst in diesem Fall die gleiche Schrägentfernung zwischen Antenne und Brückenspitze, wie zwischen der vorgelagerten ebenen Fläche und der Antenne. Im Bild werden Punkte gleicher Schrägentfernung überlagert, mit der Folge einer pseudo-perspektivischen Ansicht des herausragenden Objekts. Die Farbgebung kommt durch die Überlagerung dreier unterschiedlich farbkodierter Bilder zu Stande, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufgenommen wurden (rot am 4. Juli 2007, grün am 22. Oktober 2007, blau am 23. Juli 2008). Veränderungen, die im Zeitraum zwischen den Aufnahmen stattfanden, erscheinen daher farbig. Alle unveränderten Bildbereiche sind grau.



Auch zur Verkehrsbeobachtung können TerraSAR-X-Daten herangezogen werden. Das DLR hat ausgewählte Autobahnabschnitte in Deutschland, Österreich, der Schweiz sowie in Kalifornien beobachtet. Gegenüber stationären Messverfahren am Boden können mit dem Satelliten Informationen auch von Straßen ohne Messpunkte gewonnen werden, und das wetterunabhängig und grenzüberschreitend. Die Anwendung ist nicht nur auf das Erkennen von Staus beschränkt. So kann die mittlere Geschwin-

digkeit entlang von Autobahntrassen gemessen und daraus die augenblickliche Reisezeit zwischen Verkehrsknotenpunkten ermittelt werden. Mit Hilfe dieser Informationen könnten Anbieter von Verkehrsdiensten den Autofahrern bessere Routenvorschläge unterbreiten.

Die Erfahrungen der ersten beiden Betriebsjahre von TerraSAR-X finden auch bei der US-Weltraumbehörde NASA und anderen nationalen Raumfahrtinstitutionen sowie der Europäischen Weltraumorganisation

ESA Beachtung und Anerkennung. Für die kommenden Betriebsjahre sind weitere Ergebnisse zu erwarten, die wissenschaftlich und kommerziell neue Höhepunkte setzen werden.

Ein zweiter, nahezu baugleicher deutscher Radarsatellit, TanDEM-X (TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement), ist bereits fertig gestellt und wird zurzeit in München bei den Firmen Astrium und IABG ausgiebig getestet. Er soll im Oktober 2009 vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur



aus starten. Das deutsche Doppel soll dann in einer engen Formation mit Abständen zwischen einigen Kilometern und 200 Metern fliegen. Dabei tanzt der neue Satellit TanDEM-X gleichsam um TerraSAR-X. Im Ergebnis liegen dreidimensionale Datenprodukte vor. Sie führen zu einem globalen, digitalen Höhenmodell aller Landmassen der Erdoberfläche, und das mit bislang unerreichter Genauigkeit.

**DLR-Kommunikation**

[www.dlr.de/TerraSAR-X](http://www.dlr.de/TerraSAR-X)

## Über TanDEM-X:

Das primäre Ziel der TanDEM-X-Mission (TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement) ist die Erstellung eines globalen digitalen Höhenmodells der Erde. Bei einem Abstand von nur wenigen hundert Metern werden hierzu die beiden Satelliten TanDEM-X und der nahezu baugleiche TerraSAR-X, der seit 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.

