

IM BILDE, WENN DER BODEN WANKT

Smarter Prozess mit Big Data:
Monitoring von Georisiken aus dem All

Von Bernadette Jung

Er hat viele Gesichter und offenbart sich in verschiedenen Lebenswelten: der globale Wandel. Mit unterschiedlichsten Folgen für die Umwelt ist er samt seinen Wechselwirkungen kaum übersehbar bei den Menschen angekommen. So ist zum Beispiel in den letzten Jahrzehnten das Risiko gestiegen, von Naturgefahren betroffen zu sein. Zum einen treten durch den Klimawandel mehr und mehr extreme Wetterereignisse auf. Zum anderen leben die Menschen weltweit zunehmend in Städten, besiedeln Regionen immer dichter und nähern sich dabei dem Wirkungsbereich von Vulkanen, Tsunami-Flutwellen oder massiven Erdbewegungen. Ein einzelnes lokales Ereignis kann dabei unmittelbare Folgen auch für andere Regionen unserer mobilen Welt haben. Der Ausbruch des isländischen Vulkans Eyjafjallajökull 2010 und das darauf folgende Flugverbot über Europa zeigte das eindrücklich. Um Georisiken besser vorhersagen und vorbeugen zu können, muss man ihre Entstehung und die komplexen Veränderungsprozesse noch besser verstehen. Hochentwickelte Fernerkundungssatelliten und -technologien sind dabei unverzichtbare Helfer. Spezialisten am Earth Observation Center des DLR haben daher einen besonderen Datenservice eingerichtet – abrufbar über die „Geohazards Exploitation Plattform“, kurz GEP.

Die Geohazards Exploitation Plattform

GEP ist ein cloudbasiertes Webportal. Es liefert Datenprodukte rund um das Thema Georisiken. Entwickelt wurde es von Terradue Srl im Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Das Earth Observation Center (EOC) bietet hier zwei Dienste an: aktuelle Kartierungen der weltweit gefährlichsten Erdbebengebiete und die Überwachung von 22 Vulkanen. Der erste Dienst ist der „Sentinel-1 Medium-Resolution InSAR Browse Service“. Er arbeitet mit einer Auflösung von 100 Metern. Insgesamt 40 Prozent aller aktiven seismischen Gebiete der Welt stehen unter seiner ständigen Beobachtung. Die Auswertungen sind über das Datenportal frei zugänglich. Der zweite Dienst hat mit einer höheren Auflösung von 50 Metern die weltweit gefährlichsten aktiven Vulkane im Blick. Auch bei großen Erdbeben wird der hochauflösende „Sentinel-1 High-Resolution InSAR Browse Service“ für Expertenanalysen herangezogen.

Wie der Name verrät, werden die Radardaten der Sentinel-1-Mission verarbeitet. Die Wächtersatelliten Sentinel-1A und Sentinel-1B sind seit 2014 und 2016 im Orbit. Sie können rund um die Uhr Aufnahmen erstellen, unabhängig von Tageszeit und Witterung. Aus rund 700 Kilometer Höhe machen sie kleinste Bodenbewegungen sichtbar. Ihre Radarsignale dringen durch die Vegetation bis zum Erdboden und erfassen Veränderungen im Zentimeter- und sogar Millimeterbereich. Die Sentinel-1-Satelliten liefern über Europa alle sechs Tage und weltweit alle zwölf Tage aktuelle Aufnahmen. „Sobald wir die Signale empfangen, verarbeitet unser Prozessor die SAR-Bilder (Synthetic Aperture Radar) des Satelliten automatisch zu verschiedenen Datenprodukten und lädt sie direkt in die Cloud. Dazu gehören Amplitudenbilder, Interferogramme und andere Radarbilder, die Deformationen an der Erdoberfläche sichtbar machen“, erklärt Dr. Ramon Brcic, Wissenschaftler am Earth Observation Center des DLR in Oberpfaffenhofen und Projektleiter des Sentinel-1 InSAR Browse Services auf GEP.

Die Radarprodukte ermöglichen Geophysikern, Vulkanologen, Seismologen und anderen Experten Rückschlüsse auf Veränderungen der Erdoberfläche – von Höhenänderungen über Bodenbeschaffen-



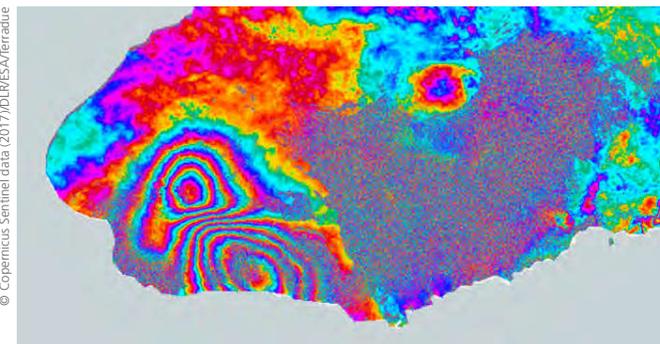
Experte für die Analyse von Erdbeobachtungsdaten und Projektleiter für den Sentinel-1 InSAR Browse Service auf GEP: Dr. Ramon Brcic

„Mit unserem Dienst sehen Experten gleich, welche Datensätze sie genauer untersuchen müssen. Nach ihren Analysen können sie Aussagen zum Risiko weiterer Beben und zu deren zu erwartenden Stärken treffen.“

Dr. Ramon Brcic

heit und Topografie bis hin zu kleinsten Bewegungen. Dies ist wichtig, um Vorhersagen zu treffen und Risiken zu kartieren. Anhand von Zeitreihenanalysen von hunderten Aufnahmen über mehrere Jahre hinweg kann man beispielsweise genau erkennen, wo es an den Grenzen tektonischer Platten zu Deformationen kommt und wie schnell sich die Platten bewegen. Aber auch akute Naturereignisse wie Erdbeben, Vulkanausbrüche und Überflutungen können besser und schneller bewertet werden. Daher nutzen Forschungsstationen, Messstationen und Monitoring-Dienste den Datenservice aus Oberpfaffenhofen. „Mit unserem

InSAR-Dienst auf GEP sehen Experten gleich, welche Datensätze sie genauer untersuchen müssen. Nach ihren Analysen können sie Aussagen zum Risiko weiterer Beben und zu deren zu erwartenden tektonischen Stärken treffen“, erläutert Brcic. „Normalerweise müssen solche Bruchstellen aufwändig mit GPS-Sensoren am Boden vermessen werden. Dank der Radarinterferometrie können wir aber schon mit einem Überflug riesige Gebiete detailliert kartieren.“



GEP-Ansicht des Cerro Azul Vulkans auf der Galapagosinsel Isabela (Ecuador) im High-Resolution (50 Meter) InSAR Browse Service. Die interferometrische Phase zeigt die durch Magma verursachte Bodenbewegung im Zeitraum vom 8. bis zum 20. März 2017. Die Farbzyklen zeigen eine Absenkung von 11 Zentimetern auf dem Gipfel und eine 14-Zentimeter-Erhöhung an der Südost-Flanke.

Status auf einen Klick

Die Sentinel-Mission ist Teil des europäischen Erdbeobachtungsprogramms Copernicus, und die Satellitendaten sind somit frei verfügbar. Ob Privatperson, Forscher oder Dienstleister – jeder kann die Rohdaten nutzen, um sich zu informieren, zu forschen oder neue Anwendungen zu entwickeln. Doch zuvor türmt sich ein unüberschaubarer Datenberg auf, den es zu bezwingen gilt: Wo lohnt es sich zu suchen? Welche Informationen lassen sich aus den Daten ableiten? Welcher Datensatz muss genauer betrachtet werden?

„Damit die unterschiedlichen Nutzer schnell und gezielt auf die Sentinel-Daten zugreifen können, definierte die ESA sieben Themenbereiche, quasi erste Filter. Für jedes Thema gibt es ein eigenes Datenportal: Küstenumwelt, Forstwirtschaft, Hydrologie, Polarregionen, städtische Umwelt, Ernährungssicherheit – und eben Georisiken. Dafür sind wir im EOC zuständig“, fasst Brcic zusammen. Als Spezialist für SAR-Signalverarbeitung weiß er, wie mühevoll die Suche nach passenden Datensätzen ist.

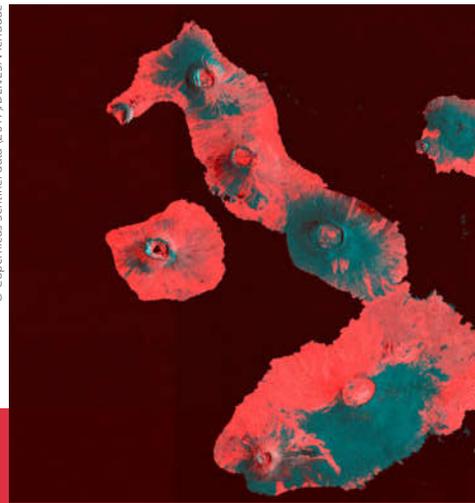
Das Besondere an der Geohazards Exploitation Platform ist die vollständig automatische Verarbeitungskette. Nutzerspezifische Datenprodukte stehen dort anwendungsbereit zur Verfügung. Dank der Suchmaske haben Besucher des Webportals auch alle wichtigen Vulkan- und Erdbebengebiete sofort im Blick. Bei Bedarf kann der vordefinierte Suchbereich manuell angepasst werden. „Wenn ich also Daten von einem bestimmten Erdbeben brauche, muss ich nur im GEP nachsehen, ob das Ereignis von den Satelliten aufgenommen wurde und ein entsprechendes Interferogramm vorhanden ist. Das kann ich sofort betrachten und weiß, ob es sinnvoll ist, den Datenstapel weiterzuverarbeiten. In der Regel gibt es von einem Erdbeben mehrere Interferogramme aus verschiedenen Blickrichtungen, zu verschiedenen Zeiten, sodass ich mir das beste für meine Analyse aussuchen kann“, beschreibt Brcic begeistert die Vorzüge. „Ich muss nicht extra etwas ansteuern, die Bilder liegen direkt vor mir“.

Automatisierte Datenverarbeitung

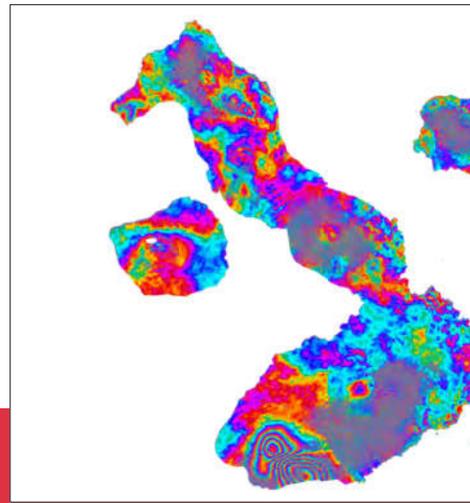
Der „Integrated Wide Area Processor“ (IWAP) erstellt aus den Radardaten fertige Bilder. Dieser Prozessor verarbeitet die Daten von Sensoren mehrerer Radarsatelliten mittels verschiedener Softwaremodule. Das System haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am DLR-Institut für Methodik der Fernerkundung vor rund 15 Jahren erarbeitet. Es wird stetig weiterentwickelt und an neue Anforderungen angepasst. Für die systematische Überwachung von Georisiken hat das Team um Brcic den bewährten DLR-Prozessor in das Portalssystem der ESA integriert. IWAP bezieht die Rohdaten der Sentinel-1-Satelliten direkt aus dem „Copernicus Open Data Hub“, dem zentralen Datenarchiv des europäischen Erdbeobachtungsprogramms. Pro Bildpaar generiert der Prozessor sechs Endprodukte. Am Ende dieser interferometrischen Verarbeitungskette finden sich die aufbereiteten Radarbilder auf der Geohazards Exploitation Platform.

Für den „High-Resolution“-Service zur Beobachtung von 22 Vulkanen sind nur wenige Interferogramme pro Tag notwendig. Der „Medium-Resolution-Dienst“ für seismische Gebiete hingegen deckt insgesamt 15 Prozent der Landoberfläche der Erde ab. Im Zeitraum von 2017 bis 2018 wandelte das System dazu täglich ein Terrabyte Rohdaten in mehr als 100 Interferogramme um. So entstand durchschnittlich alle 15 Minuten ein Interferogramm. Alle stehen den Wissenschaftlern und anderen Nutzern seither zur Verfügung. Mit dieser systematischen Verarbeitung erzielte das System seine höchste Durchsatzleistung.

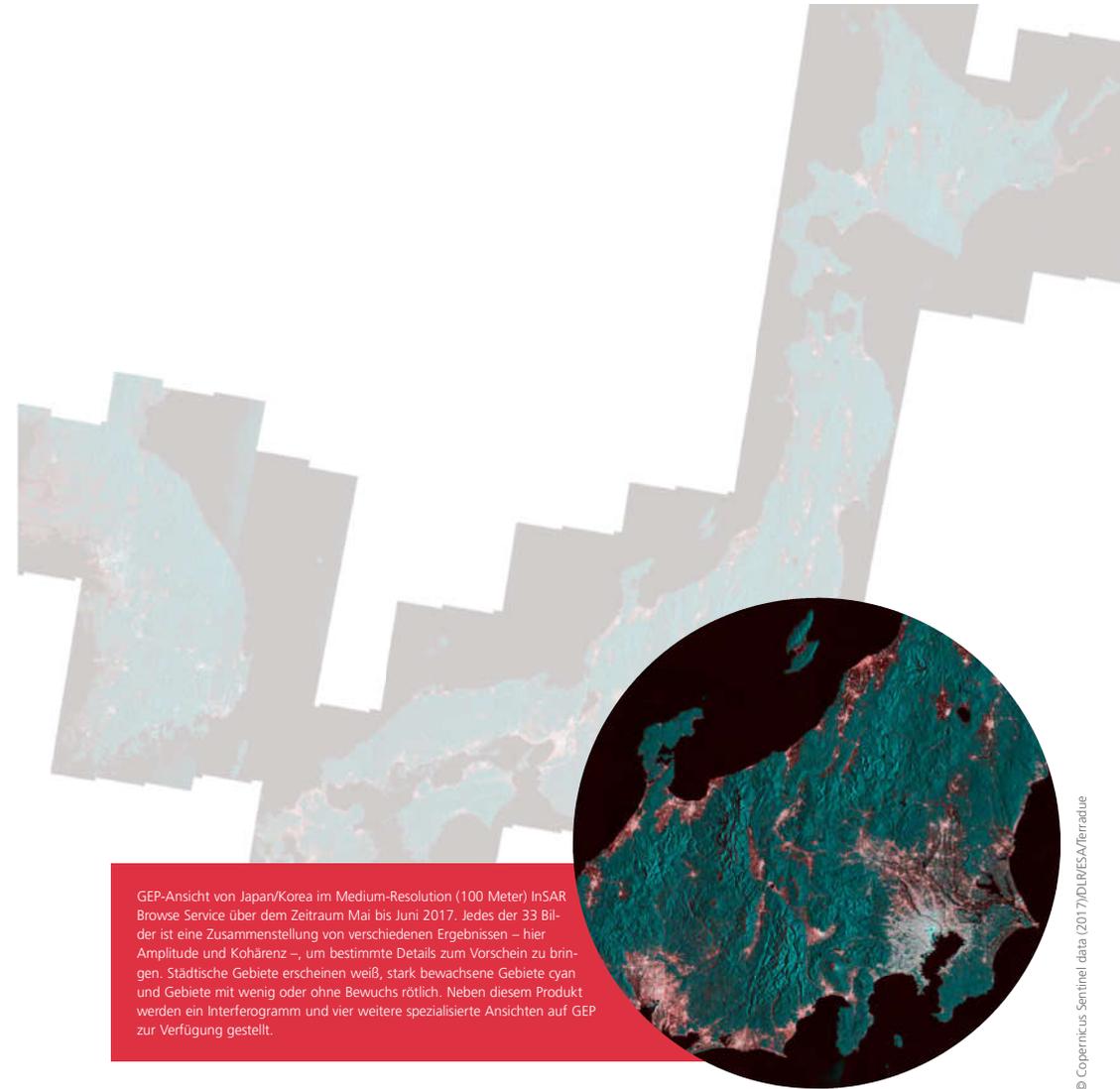
Die Geohazards Exploitation Platform ist seit Mitte 2016 online und hat ihre Erprobungsphase inzwischen erfolgreich abgeschlossen. Mit der Verarbeitung von Big Data im operationellen Betrieb hat das SAR-Team aus Oberpfaffenhofen die volle Leistungsfähigkeit ihres Systems eindrucksvoll demonstriert. Die technischen und technologischen Möglichkeiten enden damit aber nicht. In Zukunft könnte noch eine weitere Funktion des IWAP-Prozessors in den Datenservice



Galapagosinseln: Das GEP-Produkt kombiniert hier zwei verschiedene Aspekte eines Bildpaares, die Amplitude und die Kohärenz, und hebt diese Eigenschaften in Falsch-Farben hervor. So lassen sich stabile Regionen (rot) und veränderliche Regionen (cyan) auf einen Blick unterscheiden. (High-Resolution InSAR-Browse Service, Zeitraum 8.–20. März 2017)



Galapagosinseln: Das Interferogramm macht sichtbar, wie sich der Boden durch die Vulkanaktivitäten hebt und senkt – jeder Farbzyklus steht für eine Veränderung von jeweils 2,8 Zentimetern (High-Resolution InSAR-Browse Service, Zeitraum 8.–20. März 2017)



GEP-Ansicht von Japan/Korea im Medium-Resolution (100 Meter) InSAR Browse Service über dem Zeitraum Mai bis Juni 2017. Jedes der 33 Bilder ist eine Zusammenstellung von verschiedenen Ergebnissen – hier Amplitude und Kohärenz –, um bestimmte Details zum Vorschein zu bringen. Städtische Gebiete erscheinen weiß, stark bewachsene Gebiete cyan und Gebiete mit wenig oder ohne Bewuchs rötlich. Neben diesem Produkt werden ein Interferogramm und vier weitere spezialisierte Ansichten auf GEP zur Verfügung gestellt.

eingebunden werden. So ist es mittels der PSI-Verarbeitungskette (Persistente Streuer Interferometrie) möglich, aus den Radardaten automatisierte Zeitreihenanalysen zu gewinnen. Für die Risikobewertung von Erdbeben wird das Verfahren außerhalb von GEP bereits genutzt und weiterentwickelt. Auch die PSI-Stapelverarbeitung von sehr hohen Datenmengen mit hunderten Einzelbildern ist eine interessante Funktion. Mit ihr kann die Geschwindigkeit von Deformationen einfacher bestimmt werden.

Technologien und das nötige Know-how für weitere Anwendungen und Services sind vorhanden. „Will man mehr, geht es vor allem um Rechnerleistung“, sagt Brcic: „Ein Weg, um Rechnerleistung zu sparen und effizienter zu nutzen, ist, die Daten noch gezielter zu prozessieren. Das heißt, dass der Service erst dann das Interferogramm eines Gebiets erstellt, wenn ein Bedarf gemeldet wird.“ Momentan

arbeitet das Team an der Umstellung des Systems hin zu einem ereignisgesteuerten Dienst. Künftig soll GEP dann bei einem Erdbeben oder Vulkanausbruch die passenden Sentinel-1-Daten automatisch suchen und verarbeiten. Für den Schutz vor Georisiken werden die Fernerkundungsexperten am EOC so auch weiterhin praxisnahe Methoden austüfeln und smarte Big-Data-Lösungen finden.

Bernadette Jung ist Redakteurin im DLR Oberpfaffenhofen.

 geohazards-tep.eu