

# **Satellitengestütztes Katastrophenmonitoring und Notfallkartierungen als Entscheidungshilfe für das Krisenmanagement**

Torsten RIEDLINGER, Stefan VOIGT, Harald MEHL

## **1 Einleitung**

Die mangelnde Verfügbarkeit von aktuellen Satellitendaten in Krisensituationen ist ein entscheidendes Hindernis bei der Erstellung und Nutzung von zeitnahen Kriseninformationsprodukten. Aus diesem Grund wurde auf Initiative der UNISPACE III Konferenz in Wien 1999, durch die Europäische Weltraumorganisation (ESA) und das französische „Centre National d'Etudes Spatiales“ (CNES) die „International Charter on Space and Major Disasters“ gegründet. Ziel dieser internationalen Kooperation ist die koordinierte und zeitnahe Akquisition und Weitergabe von Satellitendaten der mittlerweile sechs Mitgliedsorganisationen bei Naturkatastrophen und anthropogen verursachten Desastern. Die Mitgliedsorganisationen haben sich verpflichtet, ihre Ressourcen im Sinne der gemeinsam formulierten Ziele zur Verfügung zu stellen und somit einen wertvollen Beitrag zum Krisenmanagement und zur Linderung der Auswirkungen nach einer Katastrophe zu leisten. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist seit Sommer 2002 Partner dieser „International Charter on Space and Major Disasters“ und hat sich bereit erklärt, für die ESA die Koordination entsprechender Charta-Aktivierungen zu übernehmen. Im Laufe der Entwicklung der Hochwassersituation an der Elbe im August 2002 hat das deutsche Bundesinnenministerium die Charta ausgelöst, und das DLR hat das Projektmanagement sowie die Analyse der Satellitendaten und die Weitergabe der gewonnenen Informationen übernommen. Aus der Vielzahl von Anfragen von Gemeinde-, Landes- und Bundesebene zu Bild-, Karten-, Daten- und Statistikprodukten hat sich gezeigt, wie wichtig eine adäquate Vorbereitung und Vernetzung für solche Katastropheneinsätze ist. Die Reaktionszeiten von Stunden bis hin zu einigen Tagen zwischen Anfrage und Lieferung verschiedener Satellitenanalyseprodukte während des Elbehochwassers, hat das große Potential, aber auch die noch bestehenden Grenzen der erzielbaren Reaktionszeiten aufgezeigt.

## **2 Aufbau eines zivilen Zentrums für satellitengestützte Kriseninformation**

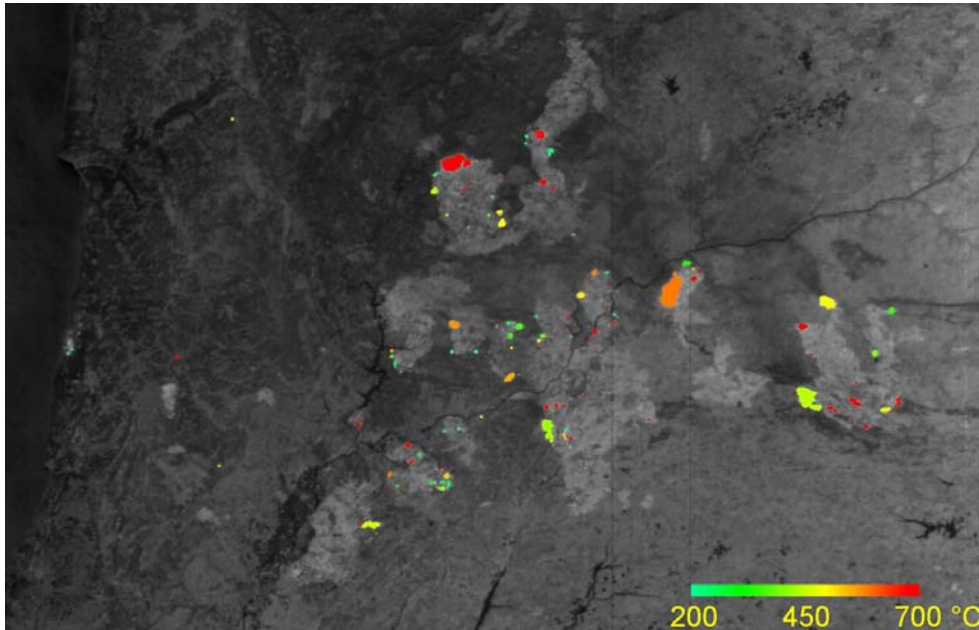
Aufgrund der zunehmenden Nachfrage zur zeitnahen und prognostischen Analyse von Katastrophen- und Krisensituationen mittels Satellitendaten hat sich das Cluster für Angewandte Fernerkundung (CAF) des DLR entschlossen, am Standort Oberpfaffenhofen ein Zentrum für zivile satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) einzurichten. Ziel dieses Vorhabens ist es, die am DLR verfügbaren technischen und wissenschaftlichen Kapazitäten zu bündeln und so zu koordinieren, dass in Zukunft ein noch schnelleres und effektiveres Analysieren, Bewerten und Bereitstellen von Satellitendatenprodukten bei Naturkatastro-

phen, für humanitäre Hilfsaktivitäten und im Kontext der zivilen Sicherheit ermöglicht wird. Entscheidend dabei ist, insbesondere die internen sowie die externen Vernetzungsstrukturen für den Daten- und Informationsaustausch zu optimieren und die elementar wichtigen Wertschöpfungsketten weiter zu entwickeln. Mit der weltweiten Zunahme von Naturkatastrophen, humanitären Notsituationen und zivilen Gefahrenlagen steigt der Bedarf an zeitnaher Lageinformation. Wie die Erfahrungen aus den vergangenen Jahren gezeigt haben, besteht ferner eine zunehmende Nachfrage nach aktueller, umfassender und flächendeckender Erdbeobachtungsinformation in den verschiedensten zivilen Krisensituationen. Neben der reinen Krisenreaktion und -beurteilung steht besonders die Ableitung von Geoinformation für die mittelfristige Rehabilitation, den Wiederaufbau und die Krisenprävention im Fokus der Arbeiten und Analysen. Das ZKI operiert im nationalen, europäischen und internationalen Kontext und ist eng vernetzt mit verschiedenen Partnern im behördlichen Bereich (Zivilschutz), Nicht-Regierungsorganisationen (humanitäre Hilfsorganisationen) sowie Satellitenbetreibern und anderen Weltraumorganisationen. Durch diese enge Kooperation soll die effektive Nutzung der aus Satellitendaten gewonnenen Informationsprodukte unterstützt und gewährleistet werden. Die Zentralstelle für Zivilschutz im Bundesverwaltungsamt ist mitverantwortlich für den Katastrophen- und Zivilschutz in Deutschland und betreibt seit 2003 ein „Gemeinsames Melde- und Lagezentrum des Bundes und der Länder“ (GMLZ), das für Großschadenslagen in Deutschland autorisierter Nutzer der „International Charter on Space and Major Disaster“ ist. Das GMLZ integriert Datenprodukte des ZKI und leitet diese an Entscheidungsträger sowie an Einsatzkräfte des Technischen Hilfswerkes, der Feuerwehren und anderen Organisationen weiter. Bei Auslandseinsätzen erfolgt die Aufgabenabstimmung durch Absprache mit dem Auswärtigen Amt sowie den lokalen Behörden und Institutionen der betroffenen Länder. Für die Koordination und erfolgreiche Distribution der Produkte werden die bestehenden Kontakte zu verschiedenen UN-Organisationen sowie zu den europäischen Projektpartnern im Rahmen des von der ESA geförderten „GMES Service Element“ für humanitäre Hilfe (RESPOND) sowie dem europäischen „Network of Excellence – GMOSS“ genutzt.

### **3 Beispieleinsätze bei ausgewählten Naturkatastrophen**

Nachdem die portugiesische Regierung im Sommer 2003 den Notstand für die von verheerenden Feuern betroffenen Gebiete ausgerufen hatte, wurde am 5. August 2003 vom „Serviço Nacional de Bombeiros e Protecção Civil“ (SNBPC) die „International Charter on Space and Major Disasters“ ausgelöst. Auf Anfrage der ESA hat das ZKI das Projektmanagement für diese Charta Aktivierung übernommen und koordinierte die Satellitendatenanalyse und -weitergabe. Für das Waldbrandmonitoring sowie für die Schadenserfassung in naher Echtzeit wurden Satellitenbilder von unterschiedlichen Sensoren (NOAA-AVHRR, TERRA-MODIS, ENVISAT-MERIS und BIRD) aufgezeichnet, prozessiert, ausgewertet und den portugiesischen Zivilschutzbehörden zur Verfügung gestellt. Für eine räumlich detaillierte Untersuchung der Brandflächen in Zentralportugal und an der Algarvenküste wurden IKONOS und SPOT Aufnahmen ausgewertet. Um der schnellen zeitlichen und räumlichen Veränderung der Feuer gerecht zu werden, wurde ein tägliches Feuerprodukt aus NOAA-AVHRR Daten generiert, das aufgrund der automatisierten Prozessierungskette wenige Stunden nach der jeweiligen Aufnahme zur Verfügung gestellt werden konnte. Die Feuerwehren konnten diese Informationen für ihren täglichen Einsatzplan nutzen, da sie

aufgrund der Vielzahl an Feuern gezwungen waren, ihre Kapazitäten und Aktivitäten auf Feuerstellen zu konzentrieren, die nach Aussage der portugiesischen Behörden eine Fläche von mehr als 50 ha betrafen. Des Weiteren konnten qualitative und quantitative Aussagen aus Daten des DLR-eigenen BIRD Satelliten gewonnen werden, mit dessen Hilfe neben der räumlichen Ausbreitung der Feuer auch die freigesetzte Energie detektiert werden kann (vgl. Abbildung 1).



**Abb. 1:** BIRD Satellitenbild vom 4. August 2003 der Waldbrände in Zentralportugal (Ausschnitt rund 200 km x 130 km; die abgebrannten Flächen erscheinen in einem hellen Grau und bedecken rund 200.000 ha; © DLR Berlin-Adlershof)

Die Auswertungen der hochaufgelösten Datensätze ermöglichten eine detaillierte Betrachtung der von den Feuern betroffenen Infrastruktur. In Abbildung 2 ist ein Ausschnitt einer IKONOS Szene dargestellt, die die räumliche Ausbreitung der Brandflächen in Pinheiro Grande in Zentralportugal zeigt. Deutlich zu erkennen sind die abgebrannten Waldgebiete und agrarisch genutzten Flächen, die je nach Anteil der verbrannten Biomasse durch graue bis schwarze Farben charakterisiert werden. Die Löschmaßnahmen in der Umgebung der Häuser kann aufgrund der räumlichen Ausbreitung nachvollzogen werden. Das positive Feedback der lokalen Feuerwehren und Zivilschutzbehörden zu den gelieferten Produkten zeigt, dass die Kombination von unterschiedlich geometrisch, radiometrisch und zeitlich aufgelösten Satellitendaten ein effektives Krisenmanagement unterstützen kann. So konnte nach Aussagen der portugiesischen Behörden unter anderem der Löschmitteleinsatz anhand der aus den Satellitendaten abgeleiteten Informationen in den Brandgebieten besser koordiniert werden.



**Abb. 2:** Das IKONOS Satellitenbild (geometrische Auflösung 1 m x 1 m) vom 17. August 2003 zeigt die Brandflächen in Pinheiro Grande in Zentralportugal in einer Echtfarbandarstellung (Ausschnitt rund 1,4 km x 0,9 km; die abgebrannten Flächen erscheinen in dunkelgrau bis schwarz; © European Space Imaging, Processing by DLR-DFD)

Bei Krisensituationen, die eine schnelle Reaktion der Hilfsorganisationen erfordern, sind räumliche Notfallkartierungen für die Orientierung der Hilfskräfte nützlich, aber nur selten vorhanden. Deshalb wurde vom Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation des DLR in Zusammenarbeit mit dem europäischen IKONOS-Satellitenbetreiber „European Space Imaging“ (EUSI) ein Konzept entwickelt, das die Aufnahme, Prozessierung, Analyse, Interpretation und Ausgabe von geometrisch hochaufgelösten Satellitendatenprodukten ermöglicht. Während der Flutkatastrophe im Rhôneetal, im Dezember 2003 konnten so in weniger als 15 Stunden ausgewertete und interpretierte Kartenprodukte an die Helfer des Technischen Hilfswerkes (THW) sowie der französischen Zivilschutzbehörden übermittelt werden.

Nach dem Erdbeben in der südiranischen Region um die Stadt Bam am 26. Dezember 2003 wurden vergleichbare Kartenprodukte generiert und an die internationalen Hilfsorganisationen sowie an die Vereinten Nationen (UN, UNOCHA) ausgeliefert. Durch die Notfallkartierungen war es den Helfern vor Ort möglich, sich in kurzer Zeit einen detaillierten räumlichen Überblick über die Lage in der Stadt Bam zu verschaffen (vgl. Abbildung 3).

Als Reaktion auf das Erdbeben Ende Februar 2004 in Marokko wurden vom ZKI ebenfalls Kartenprodukte erstellt, die bereits 10 Stunden nach Aufnahme durch den IKONOS Satelliten ausgeliefert werden konnten. Schwierig gestalteten sich in diesem Fall die hohe Wol-



kenbedeckung über mehrere Tage sowie die räumliche Ausdehnung der betroffenen ländlichen Regionen (rund 500 km<sup>2</sup>). Mögliche Schäden an Häusern wurden visuell ausgewertet und interpretiert.



**Abb. 3:** Das IKONOS Satellitenbild (geometrische Auflösung 1 m x 1 m) vom 27. Dezember 2003 zeigt zwei Ausschnitte nach dem Erdbeben vom 26. Dezember der südiranischen Stadt Bam. Links dargestellt ist ein westlicher Stadtbereich, der visuell keine Schädigungen aufweist. Rechts dargestellt ist ein Stadtteil in der Nähe der vom Erdbeben komplett zerstörten Zitadelle, der starke Verwüstungen zeigt. (Ausschnitte jeweils 434 m x 446 m; © European Space Imaging, Processing by DLR-DFD)

#### 4 Ausblick

Die dargestellten Beispiele zeigen sowohl die Möglichkeiten als auch die Grenzen des Einsatzes von Satellitendaten in Katastrophenfällen auf. Für eine effiziente, sinnvolle und zeitnahe Nutzung von Informationsprodukten aus Satellitendaten sind internationale Kooperationen wie die „International Charter on Space and Major Disasters“ sowie eine zunehmende Automatisierung und Standardisierung der Prozessierungsketten notwendig. Ein satellitengestütztes Katastrophenmonitoring und der Einsatz von Notfallkartierungen können als Entscheidungshilfe für das Krisenmanagement nur dann Erfolg haben, wenn die Reaktionszeiten zwischen Aufnahme und Auslieferung der Produkte weiter verkürzt werden können. Dies ist jedoch nur durch eine frühzeitige Warnung und Koordinierung der Aktivitäten sowie einer daran anschließenden (semi)-automatischen Prozessierungskette möglich. Neben der reinen Krisenreaktion und -beurteilung steht auch die Ableitung von Geoinformation für die mittelfristige Rehabilitation, den Wiederaufbau und die Krisenprävention im Fokus der Arbeiten und Analysen des ZKI.

## **Danksagung**

Wir danken European Space Imaging (EUSI) für die gute Kooperation und die Bereitstellung von Satellitendaten in Krisenfällen.