

# Hochwasserkatastrophen – Unterstützung aus dem All

Jens Danzeglocke

## Zusammenfassung

Der Beitrag beschäftigt sich mit dem Einsatz erdbeobachtender Satelliten im Rahmen von Hochwasserkatastrophen. Es wird dargestellt, wie ein Zusammenschluss internationaler Raumfahrtagenturen die Unterstützung der Katastrophenhilfe aus dem All organisiert, und welche Rolle deutsche Technologie dabei spielt. Beispielfhaft werden einige große Hochwasserereignisse des Jahres 2013 behandelt, insbesondere die Flutkatastrophe an Elbe und Donau.

## Summary

*The article deals with the application of Earth observation satellites during flood disasters. The supporting role of an international group of space agencies in disaster response is explained, with a special focus on German contributions and technology. A number of major flood disasters in 2013 serve as examples, in particular the floods of the rivers Elbe and Danube.*

**Schlüsselwörter:** Hochwasser, Katastrophen, Satellitenfernerkundung, Erdbeobachtung

## 1 Einleitung

Erst Passau, dann Grimma, Dresden und schließlich Magdeburg – heftige und langandauernde Regenfälle haben Deutschland im Juni 2013 ein weiteres »Jahrhundert-Hochwasser« beschert. Die Regenmassen füllten zunächst die Nebenflüsse der Donau und der Elbe und ließen diese beiden großen deutschen Wasseradern schließlich zu riesigen Strömen anschwellen. Ganze Landstriche wurden in eine Seenlandschaft verwandelt. Viele Städte und Landkreise befanden sich im Katastrophen-Notstand.

Diese Situation führte dazu, dass das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum des Bundes und der Länder (GMLZ) die internationale Charta aktivierte. Auf Basis von Satellitenaufnahmen erstellten Mitarbeiter des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) Karten mit Lageinformationen für die vom Hochwasser am stärksten betroffenen Gebiete, um die Katastrophenschutzbehörden zu unterstützen: Welche Straßen, Brücken oder Bahnstrecken sind unpassierbar oder gefährdet? Im Bereich welcher Siedlungen und Flussabschnitte müssen Maßnahmen ergriffen werden? Welche Flächen sind nach einem Dambruch überschwemmt? Um die Beantwortung solcher Fragen und die Steuerung von Kriseneinsätzen zu erleichtern wurden u. a. Aufnahmen der deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X eingesetzt.

Im Laufe des Jahres 2013 kam es weltweit zu weiteren schweren Flutkatastrophen, unter anderem im Norden Indiens im Juni und im Osten Russlands im August. Auch

hier wurde die Charta aktiv. Ziel dieses internationalen Verbundes ist es, schnell und unbürokratisch Satellitenaufnahmen von Katastrophengebieten zu organisieren und damit die Katastrophenhilfe und Einsatzplanung vor Ort zu unterstützen.

## 2 Die internationale Charta »Space and Major Disasters«

Die Charta ist ein Verbund von mittlerweile 15 Mitgliedsorganisationen, dem auch das DLR angehört. Sie wurde im Jahr 2000 von der Europäischen Weltraumorganisation ESA und den Raumfahrtagenturen Frankreichs (CNES) und Kanadas (CSA) initiiert (Mahmood 2011). Jährlich wird die Charta ungefähr 40-mal infolge von Notrufen aus aller Welt aktiv. Der Verbund stellt nationalen Katastrophenschutzbehörden und Hilfsorganisationen bei Naturkatastrophen oder technischen Großunfällen Daten von Erdbeobachtungssatelliten zur Verfügung. Dazu wurde ein ständig verfügbarer Zugangspunkt eingerichtet, über den alle Mitgliedsagenturen der Charta gleichzeitig mobilisiert werden können. Im Laufe weniger Stunden werden dann durch den jeweils zum Dienst eingeteilten »Emergency-on-Call Officer« – einem speziell geschulten Mitarbeiter in einer der Charta-Mitgliedsagenturen – die für den jeweiligen Katastrophenfall hilfreichen Erdbeobachtungssatelliten aller Partner angefragt. In der Folge werden nicht nur bereits verfügbare Aufnahmen aus den Archiven geliefert; den Satelliten wird auch schnellstmöglich der Befehl zu gezielten Neuaufnahmen übermittelt. Parallel zur Akquisition hilfreicher Satellitenbilder wird ein geeigneter Projektmanager gefunden, der in der Folge die Koordination der Charta-Aktivierung übernimmt und die Aufgabe hat, aus den Satellitendaten Informationsprodukte anzufertigen, die den Bedürfnissen der jeweiligen Nutzer entsprechen.

Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass die nationalen Behörden oder auch UN-Organisationen, die die Charta anrufen, aufbereitete Informationsprodukte wie Karten zum Einsatz bringen, nicht jedoch Satellitenaufnahmen an sich. Bei letzteren handelt es sich oft um sehr umfangreiche »Datenpakete«, die mit spezieller Software und Expertise analysiert werden müssen. Aus diesem Grund stellt sich bei jedem Charta-Einsatz die Frage, wie der Schritt von den Daten zu hilfreichen Produkten organisiert wird. Im Idealfall werden hier nationale Einrichtungen aus dem Katastrophenland tätig, die oft auch über ergänzende Informationsquellen wie aktuelles digitales Kartenmaterial verfügen. Die Kombination solcher Geobasisdaten mit während der Katastrophe aufgenommenen Satellitenbildern führt hier zu entscheidendem Mehrwert.

Dies gilt insbesondere, wenn bei einer großflächigen und lang anhaltenden Katastrophe die Lageeinschätzung durch eine unübersichtliche Vielzahl teils widersprüchlicher Informationen erschwert wird (Judex et al. 2011).

Die deutsche Beteiligung im Rahmen der Charta wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) ermöglicht und durch das DLR Raumfahrtmanagement in Bonn und das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum des DLR in Oberpfaffenhofen in Arbeitsteilung umgesetzt. Hier steht die schnellstmögliche Verfügbarmachung von Satellitendaten im Fokus. Die Charta leistet einerseits wichtige koordinative Aufgaben und organisiert Bereitschaftsdienste, um nach einem Notruf direkt reagieren zu können; andererseits werden die Satellitendaten für die jeweiligen Nutzer kostenlos bereitgestellt.

Der Autor dieses Beitrags gehört als deutscher Vertreter dem »Executive Secretariat« der Charta an. Es handelt sich um das koordinierende Gremium des Verbundes, welches die operativen Vorgänge überwacht, Notrufe nach Katastrophen prüft und für jede Aktivierung einen Projektmanager bestimmt.

### 3 Radarsatelliten erkennen Überflutungsflächen durch Wolken hindurch

Das DLR ist in seiner Funktion als nationale Raumfahrtagentur Deutschlands seit dem Jahr 2010 Mitglied im Verbund der Charta. Hauptbeitrag des DLR sind Daten der deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X und TanDEM-X. Diese Satelliten können sehr schnell detaillierte Bilder aufnehmen, unabhängig von Wolken oder Tageslicht. Da in den Radaraufnahmen Wasser- und Landoberflächen sehr gut voneinander zu unterscheiden sind, eignen sie sich besonders für die Kartierung von Überschwemmungsgebieten.

TerraSAR-X und TanDEM-X sind fast baugleiche »Satellitenzwillinge«, die derzeit in einer engen Formation die Erde umkreisen. Ziel des gemeinsamen Betriebs ist die Erstellung eines hochgenauen Höhenmodells der gesamten Erdoberfläche. Darüber hinaus können die Satelliten Aufnahmen der Erdoberfläche in verschiedenen Modi liefern, wobei man zwischen einer größeren räumlichen Abdeckung bei geringerer Detailgenauigkeit und einer höheren räumlichen Auflösung für kleinere Ausschnitte der Erdoberfläche wählen kann. Die Satelliten senden Radarimpulse aus und registrieren das von der Erdoberfläche zurück geworfene Echo – und sind damit von Wetterbedingungen weitestgehend unabhängig (DLR Raumfahrt-Agentur 2009).

In einigen Fällen stellt das DLR auch optische Aufnahmen der RapidEye-Satelliten zur Verfügung, insbesondere bei Waldbrandkatastrophen oder nach besonders großflächigen Ereignissen wie der Tsunami-Katastrophe in Japan 2011 oder dem Elbehochwasser 2013. Eine sinnvolle Anwendung optischer Satellitenbilder setzt aller-

dings voraus, dass das jeweilige Katastrophengebiet nicht unter einer Wolkendecke liegt. Bei RapidEye handelt es sich um eine Konstellation von fünf kleinen Satelliten, die Bilder der Erdoberfläche in fünf Spektralkanälen liefern. Das Satellitenprogramm wurde von einer deutschen Firma initiiert, wobei die technologische Entwicklung des RapidEye-Kamerasystems von der öffentlichen Hand unterstützt wurde.

### 4 Charta-Einsätze nach Hochwasserkatastrophen im Jahr 2013

Während der Deutschen Flutkatastrophe hat das GMLZ, eine Einrichtung im Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), die Charta aktiviert. Dieses gemeinsame Lagezentrum von Bund und Ländern hat die Aufgabe, nationale Anfragen – z.B. aus den Bundesländern oder vom Technischen Hilfswerk – zu bündeln (Judex et al. 2011), als »autorisierter Nutzer« bei Bedarf die Charta oder auch den europäischen Copernicus-Dienst zu Hilfe zu rufen und die daraus resultierenden Ergebnisse an die relevanten Stellen im Land weiter zu leiten. Das DLR übernahm im Rahmen der Charta-Aktivierung das Projektmanagement und akquirierte einerseits selber schnellstmöglich Satellitenaufnahmen, andererseits empfing es auch von den internationalen Partnern hilfreiche Datensätze, wie zum Beispiel französische Pleiades-, britische DMC- und kanadische Radarsat-2-Aufnahmen. Auf Basis all dieser Informationen wurden nutzergerechte Kartierungen durchgeführt. Dabei kam der Anfang 2013 etablierte nationale Dienst »ZKI-DE« zum Einsatz, der deutschen Bundesbehörden Zugang zu satellitenbasierten Kriseninformationen gewährleistet. Dieser heute vom Bundesministerium des Innern (BMI) finanzierte Service des Zentrums für satellitengestützte Kriseninformation (ZKI) des DLR wertete in diesem Fall die von der Charta bereitgestellten Daten aus und kombinierte sie mit wichtigen Infrastrukturinformationen, wie Straßennetzen, Standorten von Krankenhäusern, Schulen, Feuerwehren etc. (Abb. 1).

Im Fall einer weiteren Charta-Aktivierung nach der indischen Hochwasserkatastrophe im Juni 2013 wurde Kartenmaterial ebenfalls von nationalen Stellen angefertigt. Damals war der bergige Nordwesten Indiens durch reißende Fluten und Erdbeben besonders betroffen. Im Vergleich optischer Satellitendaten von vor und nach der Katastrophe konnten Schäden an Siedlungen und Infrastruktur visualisiert werden. Auch Pilgerstätten, wie der hinduistische Tempel von Kedarnath, wurden beschädigt. Die Analyse der Satellitenbilder ermöglichte den indischen Behörden, sich einen Überblick über die Folgen der Katastrophe zu machen und Prioritäten bei den Hilfsmaßnahmen fest zu legen. Gerade in großen Flächenländern und wenn es sich um eher abgelegene Katastrophengebiete handelt, ist dieser Überblick von unschätzbarem Wert. So ist beispielsweise zu erkennen, wo Menschen

aus der Luft versorgt werden müssen, weil Bergtäler auf dem Landweg nicht mehr erreicht werden können.

Auch im äußersten Osten Russlands kam es im vergangenen Sommer zu einer Flutkatastrophe historischer

Dimension: Am Fluss Amur wurde im späten August der höchste Pegelstand seit 1897 gemessen, und Tausende von Häusern wurden überflutet. Eine Aufnahme des TanDEM-X-Satelliten, die im Rahmen der Charta den

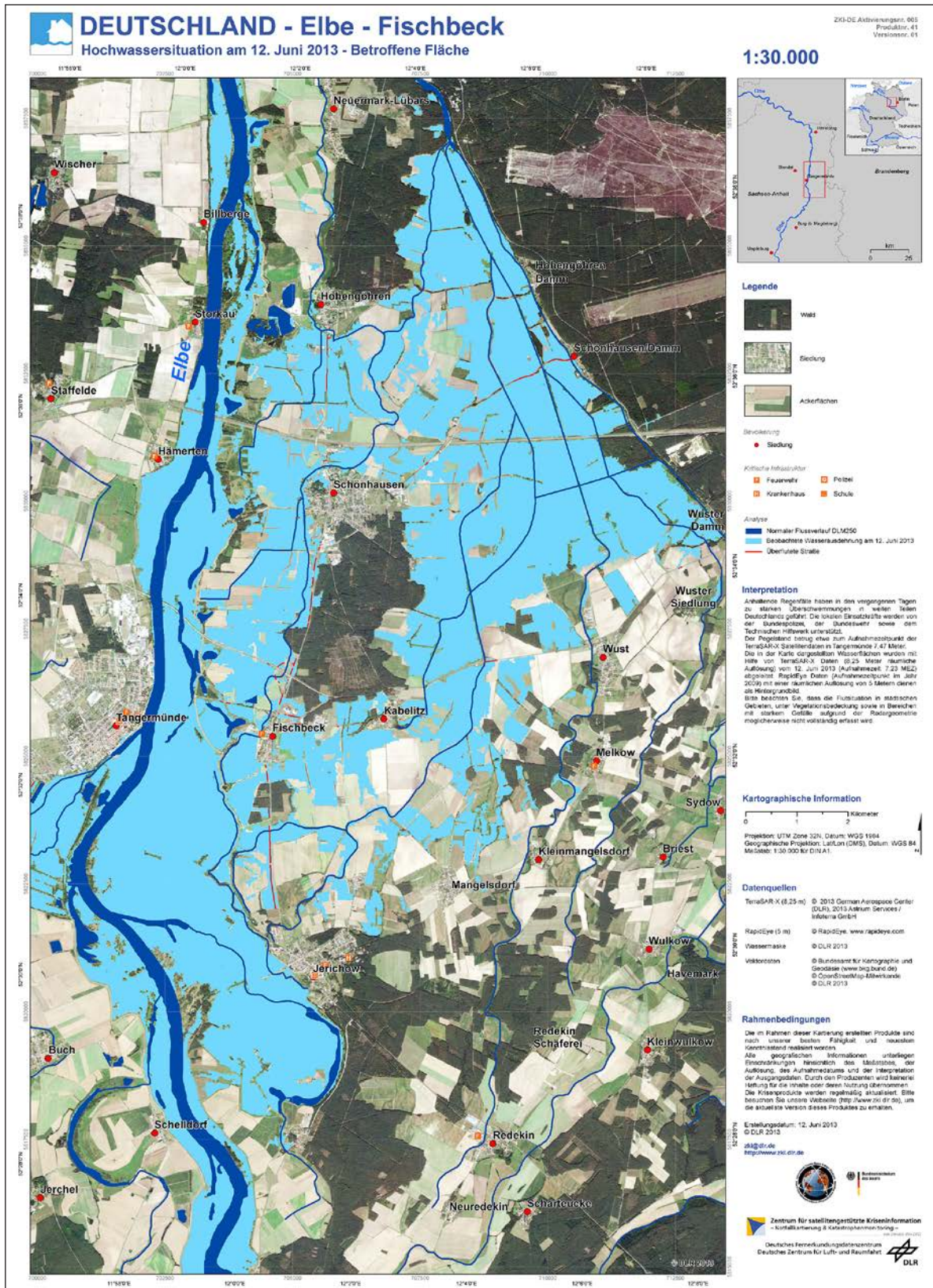
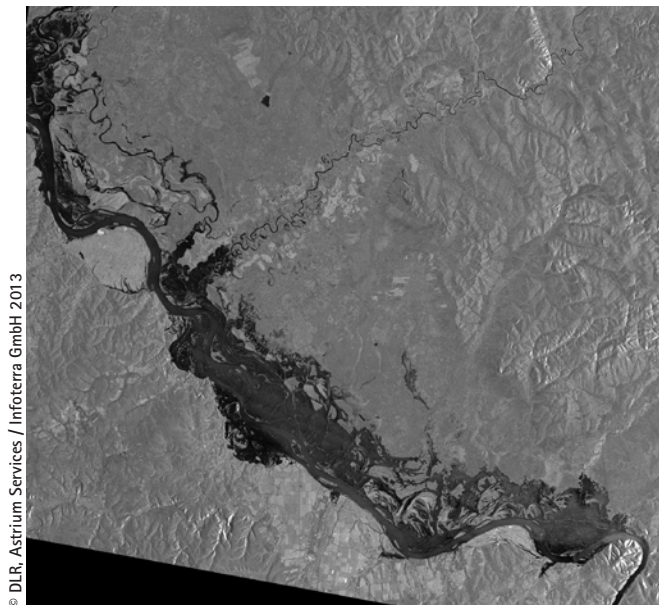


Abb. 1: Karte der Hochwassersituation nach dem Dammbbruch bei Fischbeck, basierend auf einer TerraSAR-X-Aufnahme vom 12. Juni 2013. Den Hintergrund lieferte eine RapidEye-Aufnahme aus dem Jahr 2009. Außerdem wurden Vektordaten des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) überlagert.



© DLR, Astrium Services / Infoterra GmbH 2013

Abb. 2: Ausschnitt aus einer Radaraufnahme des Amur-Hochwassers vom Satelliten TanDEM-X am 21. August 2013. Zum Aufnahmezeitpunkt überflutete Flächen erscheinen dunkel, dem Sensor zugewandte Berghänge besonders hell. Das abgebildete Überschwemmungsgebiet erreichte stellenweise eine Breite von etwa 15 km.

russischen Behörden zur Verfügung gestellt wurde (Abb. 2), veranschaulicht, wie Beobachtungen mit einem Radarinstrument die Lageeinschätzung unterstützen können. Überflutete Flächen sind in der Darstellung gut daran zu erkennen, dass sie aufgrund des geringen Radar-Echos dunkel erscheinen. Überlagert man diese Aufnahme nun mit Kartenmaterial (bebaute Flächen, Straßen, Infrastruktur) oder mit einem optischen Satellitenbild von vor der Katastrophe, so wird gut erkennbar, wo Menschen und Infrastruktur betroffen sind, und über welche Wege Hilfe geleistet werden kann.

## 5 Vor- und Nachteile der satellitengestützten Katastrophenbeobachtung und Fazit

Satellitenaufnahmen stellen eine wichtige Informationsgrundlage nach großen Katastrophen dar. Dies gilt insbesondere, wenn die Lage für die zuständigen Behörden schwer überschaubar ist – also besonders nach extrem großflächigen Katastrophen, oder wenn die betroffenen Gebiete schwer erreichbar sind, und aus dem Katastrophengebiet kommende Informationen kein zusammenhängendes Bild ergeben. Die flächenhafte und überblicksartige Darstellung ist demgegenüber gerade der Vorteil der Satellitenaufnahmen.

Ein Nachteil der Katastrophenbeobachtung vom Satelliten aus ist, dass die Informationen mit einer gewissen Verzögerung verfügbar werden: Dem Satelliten muss meist zunächst der Befehl zur Aufnahme übermittelt werden, dann dauert es zwischen wenigen Stunden und ein paar Tagen, bis der Satellit auf seiner festen Umlaufbahn

das Katastrophengebiet aufnehmen kann. Anschließend müssen die Daten noch an einer Bodenstation empfangen und grundlegend prozessiert werden. Erst dann können die Aufnahmen zur Erstellung von Kartenprodukten ausgeliefert werden.

Gerade wegen dieser unvermeidlichen Verzögerungen und dem zufälligen Zusammenspiel von Katastrophenort und Satellitenposition, ist ein »Mechanismus« wie die Charta von unschätzbarem Wert. Zum einen wurde von den Charta-Mitgliedsagenturen ein System geschaffen, das nach Eingang eines Notrufs sehr schnell zur Anforderung der beteiligten Satelliten führt. Zum anderen wird durch die hohe Anzahl an beitragenden Systemen die Reaktionsfähigkeit und Flexibilität erhöht: Während der eine Satellit eine ungünstige Position hat, fliegt der andere nur wenige Stunden nach Erhalt der Aufnahmeanforderung über das betreffende Gebiet. Ein weiterer »Erdbeobachter« kann am Folgetag ein Bild liefern, aus dem der weitere Verlauf der Katastrophe sichtbar wird. Außerdem liefert ein System eine gröbere Übersicht über große Flächen, während ein anderes gezielt auf einen besonders wichtigen Ausschnitt des Katastrophengebiets gerichtet werden kann. Die Charta arbeitet bewusst mit Redundanzen, um dem betroffenen Nutzer möglichst hilfreiche Aufnahmen liefern zu können.

Die beteiligten Raumfahrtagenturen empfinden ihr Engagement als moralische Verpflichtung und Chance zugleich. Raumfahrttechnologien dienen nicht nur der Forschung oder der Demonstration technologischen Fortschritts – sie stellen »Werkzeuge« dar, die einen gesellschaftlichen Nutzen haben. Die Unterstützung aus dem All nach Hochwasserkatastrophen ist dafür ein Beispiel.

## Literatur

- DLR Raumfahrt-Agentur (Hrsg.) (2009): TerraSAR-X – Das deutsche Radar-Auge im All. [www.dlr.de/rd/Portaldata/28/Resources/dokumente/RE/Broschuere\\_TSX\\_lowres.pdf](http://www.dlr.de/rd/Portaldata/28/Resources/dokumente/RE/Broschuere_TSX_lowres.pdf), letzter Zugriff 01/2014.
- Judex, M., Santini, M., Sartori, G., Senegas, O. (2011): Weltraumtechnik für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe. Bevölkerungsschutz 1/2011, [www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Downloads/BS\\_Magazin\\_Hauptartikel/BS\\_Magazin\\_2011-01/Weltraumtechnik.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Downloads/BS_Magazin_Hauptartikel/BS_Magazin_2011-01/Weltraumtechnik.pdf?__blob=publicationFile), letzter Zugriff 01/2014.
- Mahmood, Ahmed (2011): Monitoring disasters with a constellation of satellites – type examples from the international charter 'space and major disasters'. Geocarto International, <http://dx.doi.org/10.1080/10106049.2011.622051>, letzter Zugriff 01/2014.

Website der internationalen Charta: [www.disasterscharter.org](http://www.disasterscharter.org).

## Anschrift des Autors

Jens Danzeglocke  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Raumfahrtmanagement, Erdbeobachtung  
Königswinterer Straße 522-524, 53227 Bonn  
[jens.danzeglocke@dlr.de](mailto:jens.danzeglocke@dlr.de)

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter [www.geodaesie.info](http://www.geodaesie.info).