



# Unwetter 2005: Schnelle Schadenskartierung mit Satellitendaten zur Unterstützung des Katastrophen-Managements

Erdbeobachtungs-Satelliten können im Krisenfall wertvolle Informationen zur Unterstützung des Katastrophen-Managements liefern. Während den Überschwemmungen vom August 2005 in der Schweiz wurden am National Point of Contact for Satellite Images (NPOC) Satellitendaten verarbeitet und als Kartenprodukte an die Nationale Alarmzentrale (NAZ) weitergeleitet. Der erste Teil dieses Artikels gibt einen Einblick in die Rolle von Satellitendaten zur Unterstützung des Katastrophen-Managements. Im zweiten Teil werden die Erfahrungen aus dem Charter Call 100 während des Hochwassers 2005 in der Schweiz dargestellt. Der dritte Teil befasst sich mit der Verbesserung und Weiterentwicklung von schnell verfügbaren Kartenprodukten aus Satellitendaten. Im Ausblick werden Anforderungen, Entwicklungen und Möglichkeiten für den Einsatz von Satellitendaten in der Schweiz diskutiert.

*En cas de crise, les satellites d'observation terrestre peuvent fournir de précieuses informations à l'appui du management de catastrophes. Pendant les inondations d'août 2005 en Suisse, des données satellitaires ont été traitées au National Point of Contact for Satellite Images (NPOC) et fournies sous forme de cartes à la Centrale nationale d'alarme. La première partie de cet article donne un aperçu du rôle des données satellitaires à l'appui du management de catastrophes. Dans la deuxième partie sont présentées les expériences du Charter Call 100 pendant les hautes eaux de 2005 en Suisse. La troisième partie traite de l'amélioration et du développement de produits de cartes rapidement disponibles à partir de données satellitaires. En perspective, la discussion porte sur les exigences, les développements et les possibilités de l'utilisation de données satellitaires en Suisse.*

In caso di crisi, i satelliti per l'osservazione terrestre forniscono preziose informazioni per il sostegno della gestione delle catastrofi. In Svizzera durante le esondazioni dell'agosto 2005, il National Point of Contact for Satellite Images (NPOC) ha elaborato i dati satellitari e li ha trasmessi, sotto forma di prodotti di cartografia, alla Centrale nazionale d'allarme (CENAL). La prima parte di quest'articolo fa uno spaccato sul ruolo dei dati satellitari come supporto nella gestione delle catastrofi. La seconda parte presenta le esperienze raccolte nel Charter Call 100 durante le piene del 2005 in Svizzera. La terza parte si concentra sul miglioramento e sullo sviluppo di prodotti cartografici ottenibili rapidamente dai dati satellitari. In conclusione si illustrano le esigenze, gli sviluppi e le possibilità d'impiego dei dati satellitari in Svizzera.

Y. Bühler, F. Seidel, T. Kellenberger

## Satellitendaten für die Katastrophenbewältigung

Die Überschwemmungen vom August 2005 haben deutlich vor Augen geführt, dass die Schweiz aufgrund der hohen

Siedlungsdichte und dem gebirgigen Relief von grossflächigen Naturkatastrophen und enormen Schäden heimgesucht werden kann. Im Katastrophenfall sind rasch verfügbare und aktuelle Informationen essentiell um den Ablauf der Krisenbewältigung optimal zu gestalten und allfällige Gefährdungen der Rettungs-

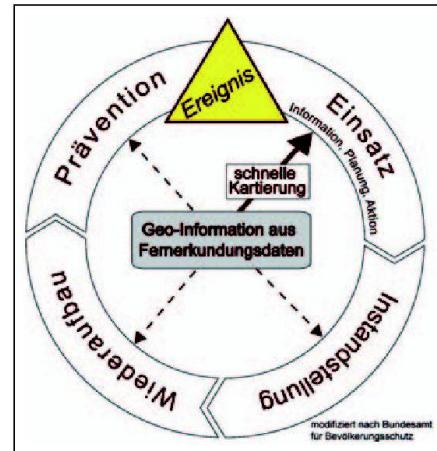


Abb.1: Einsatzgebiete der Fernerkundung im schematischen Ablauf der Katastrophenbewältigung.

kräfte im Einsatzgebiet zu minimieren. Im Zentrum des Interesses stehen dabei Informationen zur Lage und zum Ausmass eines Ereignisses sowie die Art und Ausdehnung möglicher Schäden. Insbesondere Angaben über den Zustand von Objekten besonderer Gefährdung wie Lager mit Gefahrengütern und Verkehrswege sind wichtig für eine optimale Planung des Rettungseinsatzes. Diesbezüglich können Bilder von heutigen Erdbeobachtungs-Satelliten den Entscheidungsträgern helfen, sich einen grossräumigen Überblick zu verschaffen. Damit werden Satelliten zu einer wichtigen Informationsquelle in verschiedenen Phasen des Katastrophenmanagements (vgl. Abb. 1). Entscheidend für den erfolgreichen Einsatz von Fernerkundungsdaten sind dabei die schnelle Produktion von Karten mit hoher Genauigkeit («rapid mapping») sowie eine einfache Interpretierbarkeit für die Benutzer im Feld. Nicht nur bekannte optische Systeme können zur Datenbeschaffung eingesetzt werden, sondern vor allem bei Wolkenbedeckung und während der Nacht auch Satelliten mit Radar-Systemen. Insbesondere im Katastrophenfall ist dies von entscheidender Bedeutung, da nicht auf optimale Wetterverhältnisse gewartet werden kann.

In der «International Charter on Space and Major Disasters» ([www.disasters charter.org](http://www.disasters charter.org), nachfolgend Charter genannt) verpflichten sich verschiedene

Satellitenbetreiber, im Katastrophenfall schnellstmöglich und kostenlos Daten der betroffenen Gebiete aufzunehmen und autorisierten Benutzern zur Unterstützung der Katastrophenbewältigung zur Verfügung zu stellen. Diese Vereinbarung ist seit dem Jahr 2000 in Kraft und wurde seither in über 120 Fällen aktiviert. Neben dem Charter Call 100 während den Überschwemmungen im August 2005 in der Schweiz wurde die Charter unter anderem beim Erdbeben in Pakistan, beim Tsunami im Indischen Ozean und den Elbehochwassern in Mitteleuropa aktiviert. Der NPOC ([www.npoc.ch](http://www.npoc.ch)), angesiedelt bei der swisstopo (operationeller Teil) und an den «Remote Sensing Laboratories» RSL der Universität Zürich (wissenschaftlicher Teil), ist als «Project Manager» verantwortlich für die Bearbeitung von Charter-Daten in der Schweiz. Neben dieser Aufgabe unterstützt der NPOC schweizerische Bundesämter, nationale Institutionen sowie Firmen- und Privatkunden bei der Beschaffung von Satellitenbildern und steht bei der Prozessierung und Informationsextraktion beratend zur Seite. Der NPOC kann auf eine lange Erfahrung mit verschiedenen Projekten im Zusammenhang mit Satellitendaten zurückgreifen.

## Charter Call 100

Kurz nach der Auslösung des Call 100 am 25. August 2005 wurden mehrere Satelliten zur schnellstmöglichen Aufnahme von Bildern aus den überschwemmten

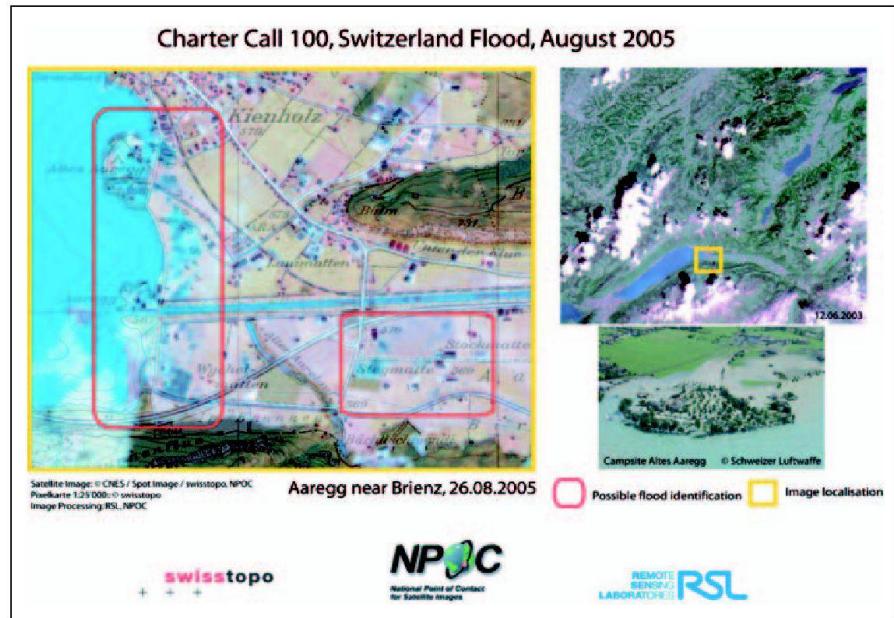


Abb. 2: Beispiel einer an die NAZ gelieferten Satellitenbildkarte, Raum Brienz.

Regionen in der Schweiz ausgewählt. Die Satellitenbetreiber «SpotImage» und «Radarsat International» reagierten in kürzester Zeit und programmierten ihre Systeme zur Aufnahme der betroffenen Gebiete. Bereits am 26. August wurde das erste Bild durch den Satelliten SPOT5 aufgenommen. Die Wolkenbedeckung betrug allerdings noch mehr als 80%, wobei die meisten überfluteten Regionen glücklicherweise wolkenfrei waren. Eine bessere Aufnahme mit SPOT5 gelang am 30. August. Das erste Bild erreichte den NPOC leider erst vier Tage nach der Auslösung der Charter aufgrund von Liefer Schwierigkeiten während des Wochenendes.

des. Anschliessend konnten die Satellitenbilder innerhalb eines Arbeitstages am NPOC prozessiert und ausgewertet werden. Daraus wurden erste einfache Kartenprodukte hergestellt und noch am selben Tag zuhanden der Nationalen Alarmzentrale NAZ ausgeliefert. Zur besseren Erkennung der Überschwemmungsflächen wurden die Bilder am nächsten Tag mittels einer speziellen Kombination der verschiedenen SPOT5 Farbkanäle optimiert. Um den Nutzen dieser Bilder weiter zu steigern, wurden sie zusätzlich der digitalen Landeskarte 1:25 000 der swisstopo überlagert. Daraus entstanden Satellitenbildkarten aus mehr als zehn

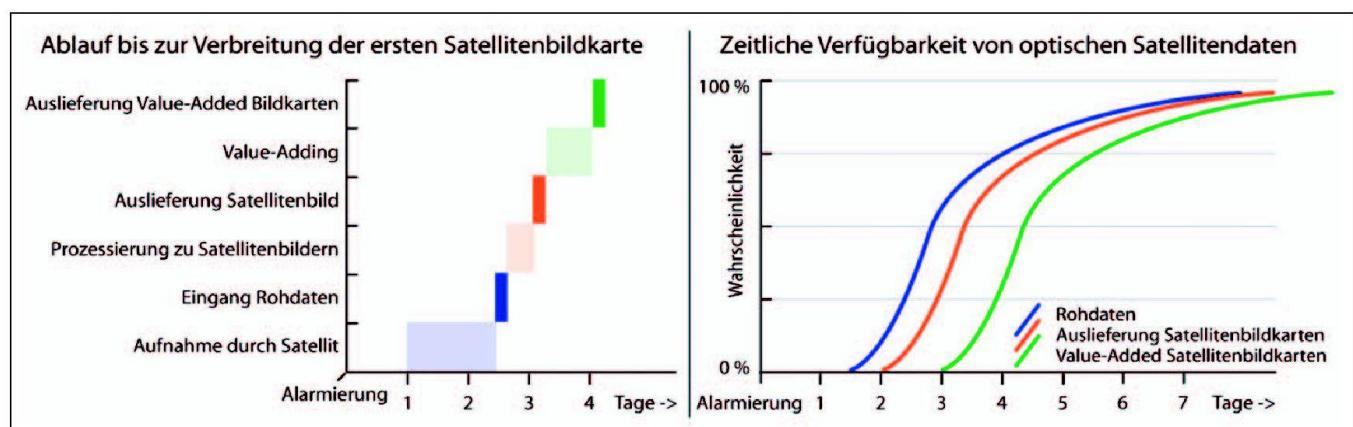


Abb. 3: Abschätzung der Verfügbarkeit von optischen Satellitendaten und des Zeitaufwandes für die Prozessierung der Kartenprodukte.

verschiedenen Regionen, welche wiederum der NAZ zur Verfügung gestellt wurden. Ein Beispiel eines solchen Produktes ist in Abbildung 2 dargestellt. Die NAZ leitete die Karten per Internet an die kantonalen Krisenstäbe und angeschlossenen Organisationen weiter.

Neben den optischen Bildprodukten von SPOT5 konnten am 28. August zusätzlich Radardaten des kanadischen Satelliten Radarsat1 gewonnen werden. Die aufwändige Bearbeitung dieser Daten wurde durch Spezialisten am RSL binnen weniger als zwei Arbeitstagen durchgeführt. Anhand von Archivaufnahmen desselben Satelliten wurde eine Veränderungsanalyse zur Kartierung der überschwemmten Gebiete durchgeführt. Allerdings hat sich herausgestellt, dass die verfügbare räumliche Auflösung von ca. 28 Metern ungenügend für die typischen kleinräumigen Überschwemmungen in der Schweiz ist. Leider war der optimale Aufnahmemodus von Radarsat1 mit weniger als zehn Metern räumlicher Auflösung während diesem Ereignis nicht verfügbar (Seidel et al., 2006).

## Forschung und Entwicklung

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass die individuellen Bedürfnisse für Satellitenbilder beim Endnutzer noch nicht genügend bekannt sind. Die technisch anspruchsvolle Prozesskette von der Aufnahme der Satellitenbilder bis zum Endprodukt kann optimiert werden. Der wissenschaftliche NPOC am RSL arbeitet nun an der Umsetzung dieser Erfahrungen. Im Zentrum des Interesses steht dabei die Weiterentwicklung operationeller Verfahren, welche die rasche Kartierung («rapid mapping») mit allen verfügbaren Erdbeobachtungs-Satelliten ermöglicht. Ein weiteres Augenmerk wird auf die Extraktion wichtiger Informationen gelegt, um die Interpretierbarkeit ohne Expertenwissen zu gewährleisten.

Damit geeignete Satellitenbilder den Endnutzern im Feld zur Verfügung stehen, müssen verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein. Essentiell ist die frühzeitige Entscheidung zur Charter-Alarmierung

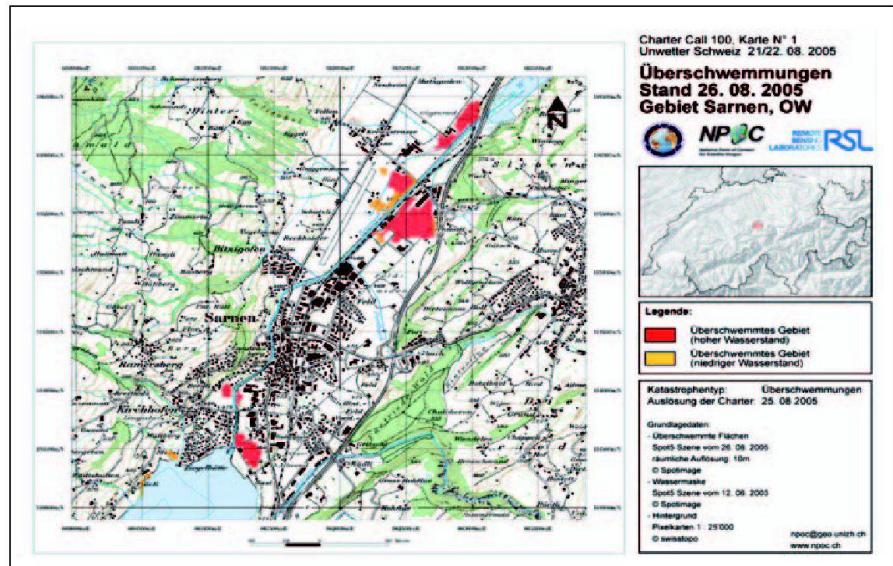


Abb. 4: Neu entwickeltes Kartenprodukt NPOC. Pixelkarte © swisstopo (BD053189).

und die anschliessende Auslieferung der Produkte innerhalb von zwei bis sieben Tagen. Einzelne Faktoren, wie die Verfügbarkeit der Satelliten, das Wetter, das verfügbare Personal und die Liefer- und Prozessierungszeit können hierbei limitierend wirken.

Abbildung 3 zeigt den ungefähren zeitlichen Ablauf zur Generierung eines ersten Satellitenbildes und daraus abgeleitete erweiterte Produkte («value-added») sowie eine Abschätzung zu welcher Zeit welche Produkte mit welcher Wahrscheinlichkeit dem Benutzer zur Verfügung stehen, basierend auf Erfahrungswerten. Demnach kann in den meisten Fällen in drei bis vier Tagen nach der Alarmierung mit ersten Bildern von optischen Satelliten gerechnet werden.

Der Einsatz objekt-orientierter Satellitenbildanalyse am NPOC ermöglicht eine verbesserte Extraktion von Information und optimiert die Prozessierungszeit. Basierend auf spektralen und geometrischen Homogenitätskriterien wird das Satellitenbild segmentiert und Objekte wie Wasserflächen oder Gebäude extrahiert. Die Segmente ermöglichen den Einbezug von Nachbarschaftsbeziehungen, Formparameter und statistischen Werten in die Bildanalyse (Benz et al., 2004). Dies hilft bei der Gewinnung wichtiger Informationen wie zum Beispiel Überflutungen, un-

gefährte Wassertiefe und Strömungsrichtung der Fluten aus den Satellitenbildern. Die Kombination verschiedener Satellitensysteme mit ergänzenden Daten ist dabei möglich. Dies können digitale Geländemodelle, topographische Karten oder die Nutzungsart der betroffenen Gebiete sein. Ein weiterer Vorteil der extrahierten Objekte ist die einfache und schnelle Integration in ein geographisches Informationssystem GIS. In dieser Umgebung können die Überschwemmungsflächen mit Daten der Landnutzung, der Bevölkerungsdichte, des Verkehrsnetzes und zusätzlichen Informationen kombiniert werden. So lassen sich erste fundierte Abschätzungen zu Schäden und zur Nutzung der betroffenen Gebiete ableiten. Im Katastrophenfall werden solche Informationen rasch benötigt und sind mit herkömmlichen Methoden teilweise nicht oder nur mit deutlich höherem Zeitaufwand ableitbar.

Ein Beispiel einer solchen neuen Überschwemmungskarte ist in Abb. 4 dargestellt (Bühler et al., 2006). Es ist das Ziel, eine Prozessierungszeit von wenigen Stunden zu erreichen, damit die optimierten Informationsprodukte bei zukünftigen Katastrophenfällen rechtzeitig zur Unterstützung der Entscheidungsträger auf der Ebene Bund, Kanton und Gemeinde sowie der Rettungskräfte im Feld vorhanden sind.

## Ausblick

In naher Zukunft wird die Verfügbarkeit von Satellitendaten mit einer hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung deutlich verbessert. Mit automatisierten Prozessierungsketten (geometrische und radiometrische Korrektur, Wolken und Schatten Extraktion, Klassifikation, Veränderungsanalyse etc.) können die Abläufe weiter beschleunigt und verbessert werden. Regionen, welche nicht über hochwertige Geodaten verfügen, sind im Katastrophenfall noch mehr auf Satellitendaten angewiesen als die Schweiz. Das Bewusstsein, dass solche Produkte zu geringen Kosten schnell erstellt werden können, muss bei den Entscheidungsträgern und Rettungskräften in der Schweiz und im Ausland zusätzlich gestärkt werden. Nur so kann erreicht werden, dass die Charter im Ernstfall innert kürzester Zeit aktiviert wird und Produkte abgeleitet werden können. Ferner müssen Grundlagedaten, wie Archivbilder, topographische Karten, digitale Höhenmodelle etc. an einer zentralen Stelle unmittelbar zur Verfügung stehen, um im Krisenfall optimal reagieren zu können. Diese Daten müssen zudem sinnvoll organisiert, gepflegt und aufdatiert werden. In der Schweiz muss die Verantwortlichkeit in diesem Bereich noch klar geregelt werden, damit in Zukunft die viel versprechenden Möglichkeiten der Erdbeobachtungs-Satelliten zur Unterstützung der Katastrophenbewältigung besser genutzt werden können.

### Literatur:

- Benz U.C., Hofmann P., Willhauck G., Lingenfelder I., Heynen M., 2004: Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58: pp. 239–258.
- Bühler Y.A., Kellenberger T.W., Small D., Itten K.I., 2006: Rapid mapping with remote sensing data during flooding 2005 in Switzerland by object-based methods – a case study. *Geo Environment & Landscape Evolution II*: pp. 391–400.
- Seidel F.C., Kellenberger T.W., Bühler Y.A., 2006: Satellite response to the August 2005 floods in Switzerland: Charter Call 100. *International Disaster Reduction Conference 2006* (accepted).

### Webseiten:

- International Charter on Space and Major Disasters: [www.disastercharter.org](http://www.disastercharter.org)  
National Point of Contact for Satellite Images: [www.npoc.ch](http://www.npoc.ch)

Yves Bühler  
Felix Seidel  
Tobias Kellenberger  
RSL/NPOC  
Geographisches Institut  
Universität Zürich  
Winterthurerstrasse 190  
CH-8057 Zürich  
[npoc@geo.unizh.ch](mailto:npoc@geo.unizh.ch)

S&W

Communication everywhere

**MOTOROLA**



**MOTCOMM**  
Communication

Motcom Communication AG  
Max-Högger-Strasse 2, CH-8048 Zürich  
Tel. 044 437 97 97, Fax 044 437 97 99

**[www.motcom.ch](http://www.motcom.ch)**