

## Satellitenbilder helfen bei der Hochwasserprävention

---

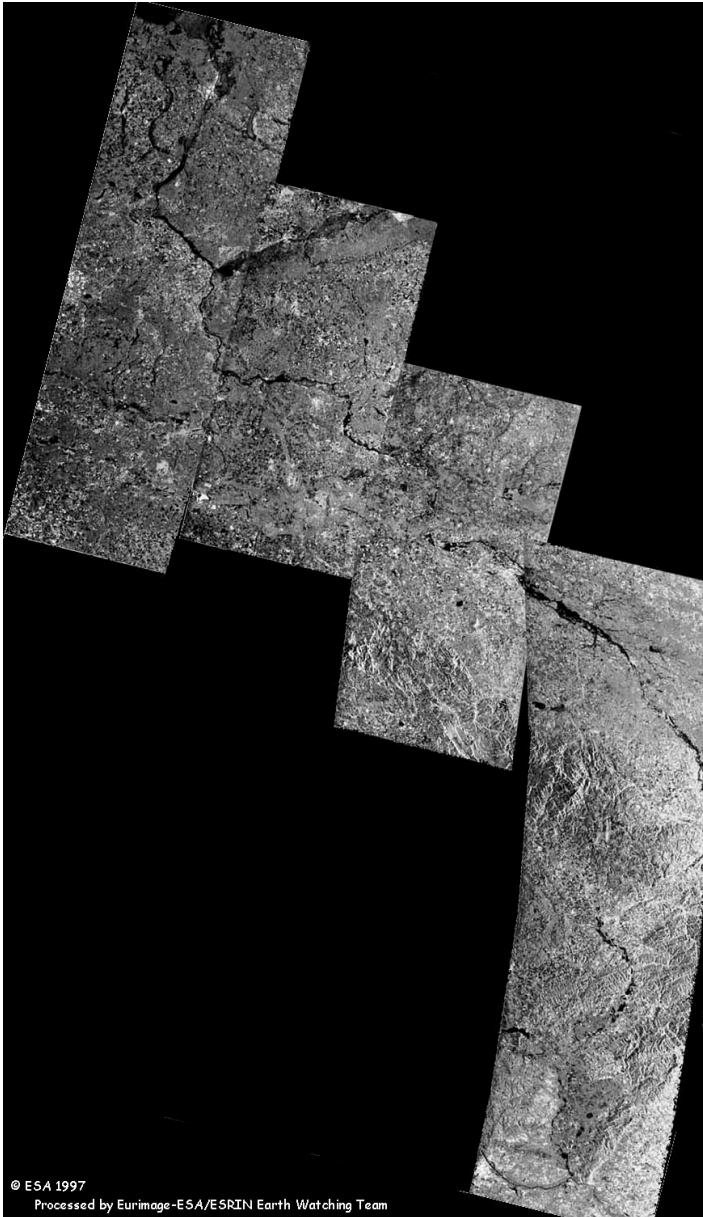
Das Oderhochwasser, die bisher größte Naturkatastrophe im vereinigten Deutschland, ist zusammen mit den Flutkatastrophen des Rheins im Dezember 1993 und Januar 1995 sowie der Werra und Saale im April 1994 und der Donau und des Bodensees im Mai 1999 bereits das fünfte Jahrhunderthochwasser in den letzten Jahren. Nach Aussagen der Wissenschaft wird es mit ziemlicher Sicherheit noch schlimmer kommen. Satellitenbilder helfen Behörden bei der Bekämpfung und Vorbeugung.

---

Durch Begradigung und Bodenversiegelung hat allein der Rhein in Nordrhein-Westfalen in diesem Jahrhundert 12000 Hektar an Ausdehnungsfläche verloren; heute werden Pläne torpediert, ihm wenigstens 4700 Hektar zurückzugeben. Wer heute Hochwasserprävention betreiben will - dies sind zuständigkeitsshalber die Umweltministerien der Länder - unterstützt von der Bundesanstalt für Gewässerkunde - muß bei der Anzahl der betroffenen Menschen (allein in NRW leben 1,4 Millionen im Überschwemmungsgebiet) oder landwirtschaftlichen Betrieben sehr gute Argumente haben: Warum ausgerechnet hier ein Rückhaltepolder? Wieviel Reduktion des Hochwasserscheitels bringt das? Wieviel Eigentum wird dadurch gerettet? Wie ist der Ausgleich zu regeln? Wie zu versichern? Wo sind Hilfsmaßnahmen am nötigsten? Wo sind Deiche am gefährdetsten oder zu niedrig? Solche Fragen werden heute, so gut es geht, durch Modellrechnungen im Computer beantwortet. Die geographischen Grundlagendaten verarbeitet ein Geo-Informationssystem (GIS). In der niederländischen Provinz Gelderland wurde beim Januarhochwasser von Rhein und Maas 1995 eine entscheidungsvorbereitende Soft-

ware mit Namen AQUA-GIS zur Modellierung der Auswirkungen verschieden hoher Wasserstände getestet. Man hatte es sich zur Aufgabe gemacht, innerhalb von zwei Stunden nach einer Pegelstandsmeldung Schadensabwägungen auf Gemeindebasis für Zivilisten, Firmen, landwirtschaftliche Betriebe und andere Betroffene bei Überflutung bzw. Evakuierung aufzustellen.

Im Falle der Oder waren die Modelle unzureichend, weil die Geometrie nicht stimmte. Es geht jetzt nicht nur darum, die Geometrie zu korrigieren, sondern möglichst auch die Hochwassersituation, d.h. die zeitliche Entwicklung des Wasserstandes, festzuhalten, um die Modelle zu eichen. Bei beiden Aufgaben können Satellitenbilder helfen. Dank einer größer gewordenen Anzahl von Erdbeobachtungssatelliten besteht heute die Chance, an durchschnittlich jedem zweiten Hochwassertag ein Bild zu bekommen. Die Vorteile der Satellitenbilder liegen in ihrer Aktualität, darüber hinaus in ihrem großen Überblick, der es erlaubt, das Geschehen im Zusammenhang zu sehen (Abb. 1), und in ihrer Objektivität. Diese wird besonders deutlich, wenn mehrere Länder betroffen sind, aus denen



**Abb. 1: Aneinanderreihung („Mosaik“) von Abtaststreifen des europäischen ERS-Radar-satelliten aus der frühen Flutphase (12.07. bis 21.07.1997). Deutlich sichtbar die Anschwellung des oberen Oderlaufs um Breslau und der Warthe bis zu ihrer Mündung in die Oder. Bei besseren Vorhersagemodellen hätten diese Informationen zu genaueren Vorhersagen für den an Deutschland grenzenden Oderverlauf herangezogen werden können.**

die vorhandenen geometrischen Datensätze (z.B. topographische Karten) oft nicht zusammenpassen, und die meisten Katastrophen betreffen mehrere Länder.

Die Deutsche Agentur für Raumfahrtangelegenheiten (DARA) hat 1997, wie schon bei früheren Ereignissen, die Initiative ergriffen, alle verfügbaren Satellitenaufnahmen des betroffenen Gebietes zu beschaffen und in kürzest möglicher Zeit für die mit der Hochwasserkatastrophe befaßten Einsatzstäbe und Behörden aufzubereiten. Zusätzlich wurde die Situation an der Oder mit einer digitalen Flugzeugkamera festgehalten, die von der DARA im MOMS-Vorbereitungsprogramm eingesetzt wurde. MOMS (Modularer Optoelektronischer Multispektraler Stereoabtaster) ist eine in Deutschland entwickelte hochgenaue (Pixelauflösung 3 Bogensekunden), optische Kamera, die gegenwärtig von der russischen Raumstation MIR aufnimmt. Die Flugzeugversion dieser Kamera (DPA - Digitale Photogrammetrie-Apparatur, Pixelauflösung 25.5 Bogensekunden) wurde vom Amt für Militärisches Geowesen zur Verfügung gestellt. Sie kann dank einer dreizeiligen Stereooptik das Gelände dreidimensional und zusätzlich in vier Spektralbereichen abtasten. Bei der Befliegung, die in einem weiteren Oderabschnitt durch den Flug einer ursprünglich für die topographische Aufnahme des Mars bei der DLR in Berlin-Adlershof entwickelten Kamera (HRSC - High Resolution Stereo Camera, Pixelauflösung 12 Bogensekunden) ergänzt wurde, sind vor allem Meßwerte für die Korrektur der mathematischen Vorhersagemodelle zum Wasserabfluß und zum Zustand der Deiche gewonnen worden.

Die DARA war wegen der vielfältigen Anwendbarkeit der Daten außer mit den genannten Behörden auch mit dem Bundesamt für

Naturschutz, den Bundesministerien des Innern und für Umwelt, dem Technischen Hilfswerk, dem brandenburgischen Innenministerium und dem Landesvermessungsamt in Kontakt. Unter weiteren Interessenten, die sich an die DARA gewandt haben, war auch die Versicherungswirtschaft.

Bereits nach den Rheinüberflutungen 1993 und 1995 und dem Werra-Hochwasser 1994 hatte die DARA im Nachgang die Ergebnisse auf Satellitenbildern untersuchen und aufarbeiten lassen. Damals standen aufgrund einer geringeren Zahl von Satelliten und Empfangsmöglichkeiten (die DLR-Bodenstation in Neustrelitz nahm noch nicht auf) nur wenige Radarszenen zur Verfügung, aus denen aber die Wasserstandslinie außerhalb von Ortschaften einigermaßen treffsicher und vor allem großräumig erfaßt werden konnte. In Zusammenarbeit mit den Bundesanstalten für Gewässerkunde und Wasserbau sowie lokalen Hochwasserstäben wurde festgestellt, daß die weltraumgestützte Erdbeobachtung Hilfen und Rationalisierungspotential bietet bei den Aufgaben:

- \$ Operative Aufnahme der Wasserausbreitung (insbesondere mit Radarsatelliten, wenn Wetterbedingungen oder zu hohe Kosten Befliegungen nicht zulassen).
- \$ Erstellung von Planungsunterlagen für die Ausweisung von Überschwemmungsgebieten.
- \$ Kontrolle von Genehmigungsvorbehalten und Nutzungseinschränkungen in diesen Gebieten.

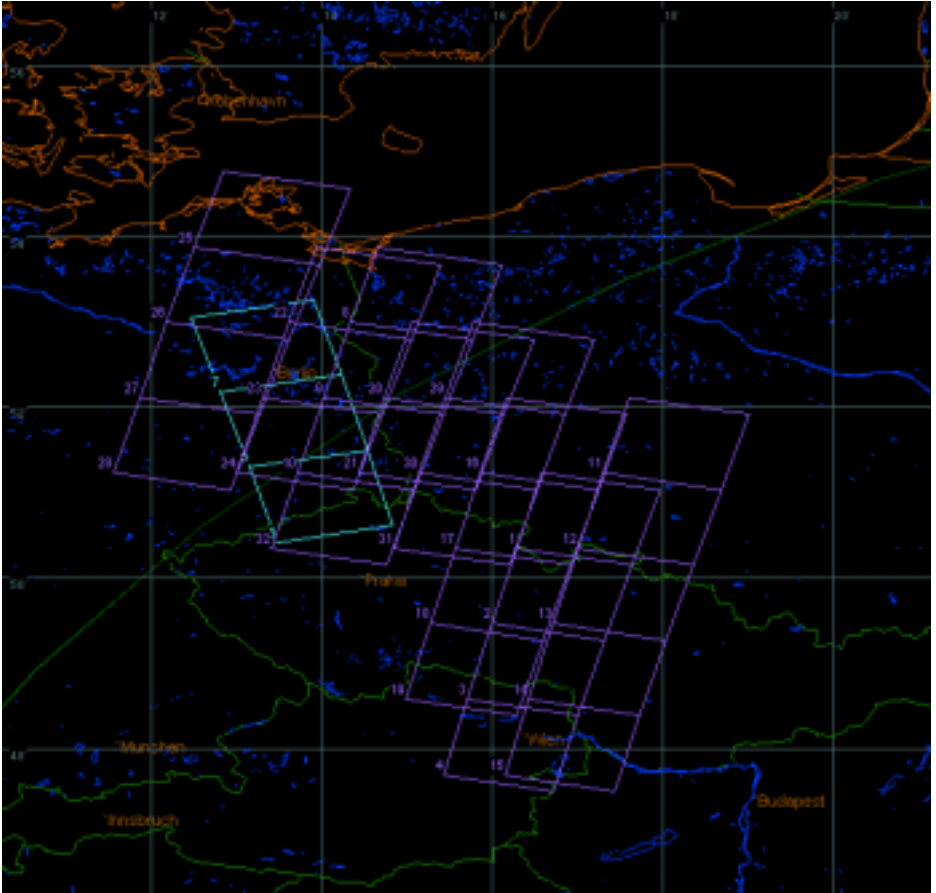
Die Ergebnisse sind in [1] beschrieben.

Beim Oderhochwasser 1997 war die Datenlage, unter anderem auch durch frühzeitiges Ordern und Programmieren von Satelliten, schon günstiger. Die Tabelle zeigt einen Überblick über 47 Satellitenszenen, die von den beauftragten Firmen GAF/München,

UVE/Potsdam und DPU/Berlin beschafft und ausgewertet wurden (Abb. 2). Mit der höchsten Auflösung von 5,8 Metern aus 800 km Höhe ist der indische Satellit IRS-1C beteiligt, der in Neustrelitz (Mecklenburg-Vorpommern) empfangen wird, es folgt der kanadische Radarsatellit mit 9 Metern. Der europäische Radarsatellit ERS und der amerikanische Satellit Landsat haben 30 Meter Auflösung. Zusätzlich hat sich die europäische Weltraumagentur ESA an der

Beschaffung von drei Szenen des französischen SPOT mit 10 Metern Auflösung beteiligt. Die Auflösung des flugzeuggetragenen digitalen photogrammetrischen Aufnahmesystems DPA beträgt bei der gewählten Flughöhe zwischen 2500 und 3000 m sogar unter 30 cm.

Nachdem alle Anstrengungen zunächst darauf gerichtet waren, die Information über die Überflutungssituation mit einem Maximum an aussagefähigen Satelliten-



**Abb. 2: Geographische Abdeckung des Odergebiets durch die beiden europäischen ERS-Satelliten. Sie waren 2 von 3 Radarsatelliten und insgesamt 8 Satelliten, deren Daten zwischen dem 12.07. und dem 9.08.1997 aufgezeichnet wurden.**

**Satellitendatenbeschaffung und Verarbeitung für Projekt:  
Oderhochwasser 1997**

Nr.	Satellit/ Sensor	An- zahl	No. des Abtaststreifens	Aufnahme- datum	Abdeckungsbereich
1.	Radarsat. Fine	2		23.7.97	Frankfurt/Oder bis Neißemündung
2.	Radarsat. Fine	3		27.7.97	Oderbruch - Stettin
3.	Radarsat. Fine	4		02.8.97	Oderbruch - Neiße
4.	Radarsat. Fine	2		09.8.97	Oderbruch bis Eisenhüttenstadt
5.	Radarsat. Standard	3		30.7.97	Neiße bis nördliches Oderbruch
6.	IRS-ICLISS	1	28/30+ SAT 30%	25.7.97	Küste bis nördl. Frankfurt
7.	IRS-ICLISS	1	29/31	30.7.97	Warthe u. Oder i. Polen, Ziltendorfer Niederung
8.	IRS-ICLISS	1	29/31	16.9.97	Oderbruch
9.	IRS-ICPAN	1	29/31 A	16.9.97	Oderbruch
10.	IRS-ICPAN	1	Nur Ausschnitt	28.7.97	östlicher Teil der Ziltendorfer Niederung
11.	IRS-ICWiFS	1	29/31	30.7.97	Gesamtgebiet
12.	Landsat TM	1	192/023	22.7.97	Nördliche Region bis Frankfurt
13.	MSU-E	1		10.8.97	Küste bis Oderbruch
14.	ERS-2	1		12.7.97	Polen (Oppeln)
15.	ERS-2	4		15.7.97	Polen
16.	ERS-2	1		21.7.97	Frankfurt/Oder, Eisenhüttenstadt
17.	ERS-2	1		31.7.97	Berlin
18.	ERS-1	1		05.8.97	Frankfurt/Oder, Polen
19.	ERS-2	1		06.8.97	Frankfurt/Oder, Polen
20.	ERS-1/ERS-2	11		ges. Zeitraum	bedecken Gesamtgebiet
21.	IRS-ICWiFS	1	28/30	18.8.97	
22.	Radarsat. Standard	1		20.7.97	Oderlauf bei Breslau
23.	Radarsat. Finc	1		27.8.97	Oderbruch
24.	Radarsat. Finc	1		02.9.97	Oder/Neiße Mündung
25.	Landsat TM	1	192/023 mit Shift	01.4.97	gesamter Oderlauf bis SW-Polen
<b>GESAMT</b>		<b>47 Szenen</b>			

und digitalen Luftbilddaten zu sichern (Bilder hoher Auflösung wurden in [2] und [3] veröffentlicht), konzentrierte sich die DARA anschließend in Abstimmung mit den genannten Partnern auf die Planung eines Verbundprojektes, das darauf abzielte, diese

Daten im Rahmen des Aktionsplanes Oder der Bundesregierung einzusetzen. Die Aufarbeitung der Ereignisse im Sinne von Schadensregulierung und künftiger Prävention soll auf den verschiedensten Ebenen (z.B. Land Brandenburg, Bundesregie-

zung und nachgeordnete Behörden, EU, ESA, OECD, polnische Regierung, Forschungseinrichtungen, private Organisationen sowie Versicherungen) unterstützt werden.

Dabei geht es um folgende Themen:

- \$ Hochwasserdynamik: Analyse der Dynamik von Auf- und Abbau des Hochwassers, Differenzen zwischen Prognose und beobachteten Wasserständen, Identifikation der maßgeblichen Fehlerquellen, Nutzung von Satellitendaten zur Verbesserung der Modelle und der geometrischen Parameter.
- \$ Schadensanalyse: Nutzung von Satellitendaten, die vor, während und nach dem Hochwasser aufgenommen wurden, um möglichst quantitative Aussagen über die eingetretenen Schäden zu gewinnen (Land- und Forstwirtschaft, Infrastruktur, Gebäude).
- \$ Schwachstellenanalyse: Es gilt zu prüfen, welche Informationen aus Satellitenbildern über Schwachstellen im Deichsystem und über Unzulänglichkeiten ausgewiesener Überschwemmungsflächen zu gewinnen sind.
- \$ Umweltbelastung: Beitrag von Satellitendaten (vor, während und nach der Flut, u.a. Auswirkungen auf Vegetation als Indikator) zur Ermittlung der durch freigesetzte Schadstoffe erfolgten Umweltbelastung in den Überschwemmungsgebieten als auch im Bereich der Odermündung und der Ostsee.
- \$ Naturschutz: Beitrag von Satellitendaten zur Charakterisierung der Hochwasserauswirkungen auf Naturschutzgebiete und Hilfen für die Renaturierung.
- \$ Integrierte Gesamtplanung von Schutzmaßnahmen: Geographische Informationssysteme (GIS) vom Odergebiet sind unter Nutzung von Satellitenda-

ten auf- oder ggf. auszubauen, um davon ausgehend eine integrierte Gesamtplanung von Maßnahmen (Auswertung von Überschwemmungsflächen, Deichbau, Land- und Forstwirtschaft, Siedlungsplanung, Natur- und Umweltschutz, Ausbau der Infrastruktur) zu ermöglichen.

- \$ Warnsysteme: Möglicher Beitrag von Satelliten als Elemente eines grenzüberschreitenden Hochwasserwarnsystems, Prüfung der Nutzung einer satellitengestützten Datenabfrage und sternförmigen Verteilung kritischer Meßdaten (Pegelstände, Fließgeschwindigkeiten, Niederschlagsmengen).

Grenzen der bisher verfügbaren Satellitensysteme liegen außer in der immer noch für viele Aufgaben zu geringen Bodenauflösung in der zu langen Reaktionszeit. Das ist die Zeit zwischen Aufnahme und Erhalt des Bildes, die sie für die direkte Einsatzplanung der Hilfsorganisationen vor Ort noch ungeeignet macht. Bei einem Satelliten-Aufklärungssystem, wie es jetzt im Zusammenhang mit der Aufarbeitung der Kosovo-Krise wieder in Deutschland im Gespräch ist, das auch in den Dienst des zivilen Katastrophenschutzes gestellt wird, entfallen diese Beschränkungen weitgehend.

Auch fehlt es bis heute an einem zentralen nationalen Geodatenpool in Deutschland, dem solche Daten zusammen mit anderen nach Projektende zugeführt werden können, und auf den alle interessierten Stellen für die verschiedensten Aufgaben zugreifen können.

### Literaturverzeichnis

- [1] E. Bach: „Über den Wolken – Hochwasserbeobachtung via Satellit“, in R. Im mendorf (Hrsg.): „Hochwasser - Natur

im Überfluß?“, C.F.Müller, Heidelberg,  
1997, 191-210

- [2] W. Steinborn, E. Bach, T. Ruwwe, H.-G. Seipel: „Die Oderflut im Satellitenbild – DARA-Daten helfen Behörden bei Bekämpfung und Vorbeugung“, Behördenspiegel, ProPress-Bonn/Berlin, August/1997, B XVII - B XVIII
- [3] W. Steinborn, T. Ruwwe: „Use of advanced Earth observation capabilities for disaster management – the example of the Oder Flood 1997“, Proc. UN-IDNDR-Conference on Early Warning Systems (J. Zschau Ed.), Potsdam, 9/1998, Springer-Verlag

