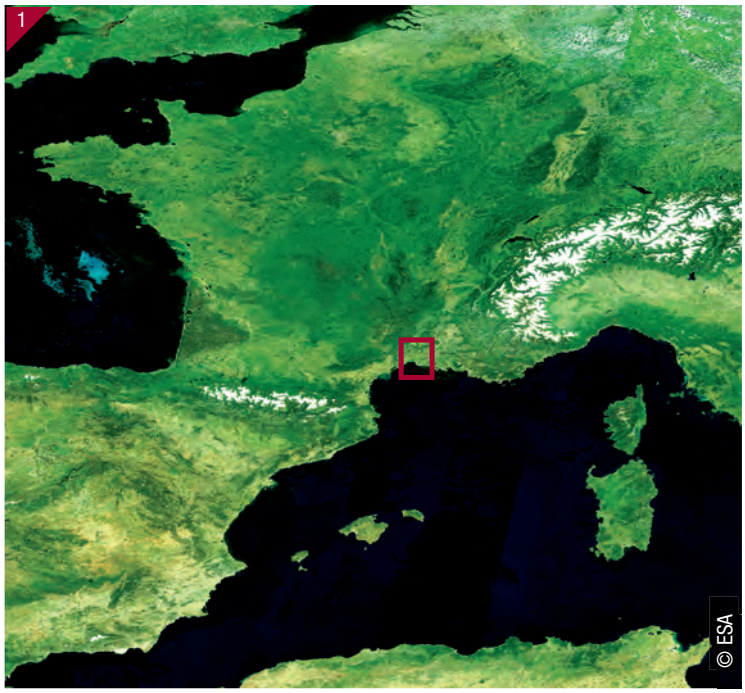
esa

10- Hochwasserüberwachung

European Space Agency
Agence spatiale européenne

the Living Planet

DIE ÜBERSCHWEMMUNGEN VON 2003 IN SÜDFRANKREICH



Die ins Mittelmeer mündende Rhone wird von Niederschlägen sowie der Schnee- und Eisschmelze in den Alpen gespeist. Nach ausgiebigen Niederschlägen im Herbst 2003 stieg ihre Durchflussmenge erheblich und führte zu Überschwemmungen.

Im Dezember 2003 von Spot-5 aufgenommenes Bild der überschwemmten Camargue.

Im Normalfall versickert das Wasser im Boden und speist das Grundwasser.

Wird der Wasserüberschuss jedoch nicht mehr vom Boden aufgenommen, kann es zu schweren Überschwemmungen kommen. Dies ist in Gebieten der Fall, in denen vom Menschen errichtete Bauten (Straßen, Parkplätze, Wohnsiedlungen, Industriegebiete, Einkaufszentren usw.) die undurchlässige Oberfläche vergrößern.

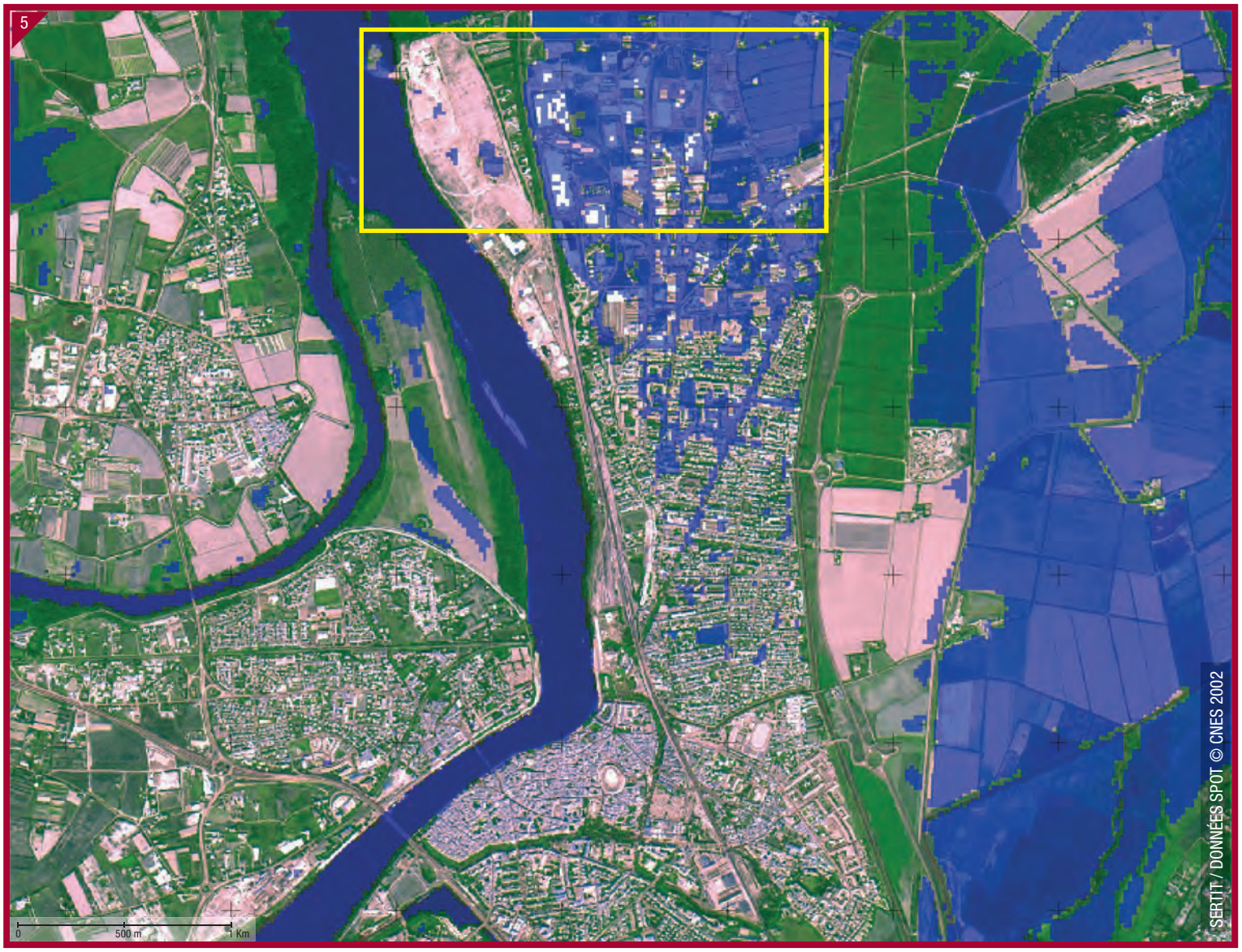
Dadurch fließt das gesamte Wasser direkt in Bäche und Flüsse, deren Wasserspiegel rasch ansteigt. Selbst die Landwirtschaft trägt zu diesem Phänomen bei, wenn z. B. abgeerntete Felder im Sommer eine harte, undurchlässige Erdkruste bilden, die vom Wasser nicht so leicht durchdrungen werden kann. Im Gegensatz dazu absorbieren Wälder die durch Gewitter innerhalb kurzer Zeit niedergehenden zusätzlichen Wassermengen hervorragend. Der feuchte Waldboden quillt durch das aufgenommene Wasser auf und speichert dieses wie ein Schwamm.

Überschwemmungen sind heute mit schwerwiegenden Folgen verbunden, da die besiedelten Gebiete immer mehr zunehmen und sich häufig in der Nähe von Wasserläufen befinden.

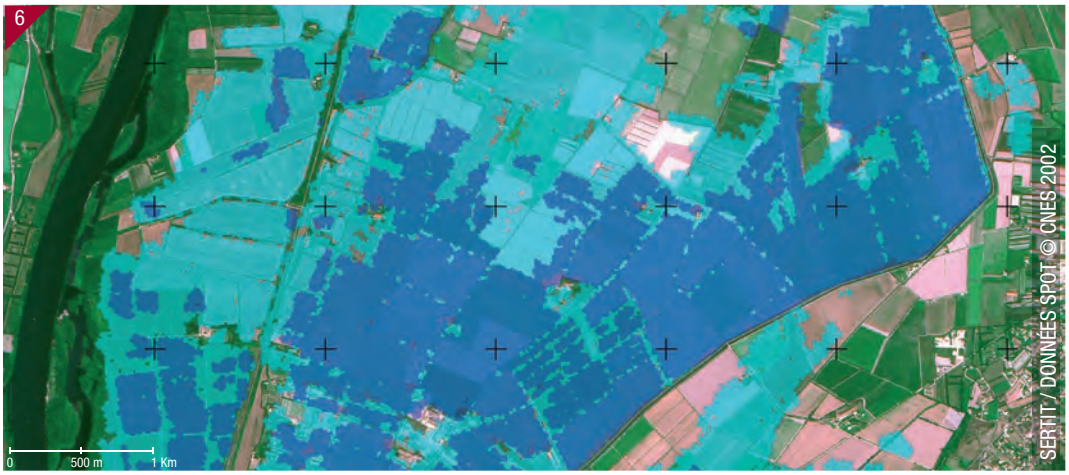
Im Dezember 2003 führten heftige Niederschläge zu Überschwemmungen in Südfrankreich. Die Rhone überschwemmte Hunderte von Quadratkilometern und die Stadt Arles stand mehrere Wochen unter Wasser.

Erhalten Bäche und Flüsse mehr Wasser, als ihr Bett fassen kann, kommt es zu Überschwemmungen. Meist werden diese durch heftige Niederschläge ausgelöst. Bei schweren Gewittern kann der Wasserspiegel plötzlich ansteigen und eine Gefahr für den Menschen darstellen.

Hochwasser in Arles (7. Dezember 2003). Plötzliche, heftige Niederschläge sind ein natürliches Phänomen, das seit jeher existiert, dessen Auswirkungen jedoch durch die vom Menschen errichteten Infrastrukturen verschlimmert werden.



Bearbeitete Satellitenaufnahme der überschwemmten Gebiete am Stadtrand von Arles.



Am 6. Dezember 2003 überschwemmtes und am 9. Dezember hochwasserfreies Gebiet

Am 6. Dezember überschwemmtes und am 9. Dezember nach wie vor unter Wasser stehendes Gebiet

Ländliche Gebiete

Stehendes Wasser

Die Analyse und Bearbeitung der Satellitenbilder durch spezialisierte Labors ermöglicht die Hervorhebung wichtiger Informationen. Hier sind der Rückgang des Hochwassers sowie die am längsten überschwemmten Viertel gut zu erkennen (nördliches Einzugsgebiet der Gemeinde Arles).

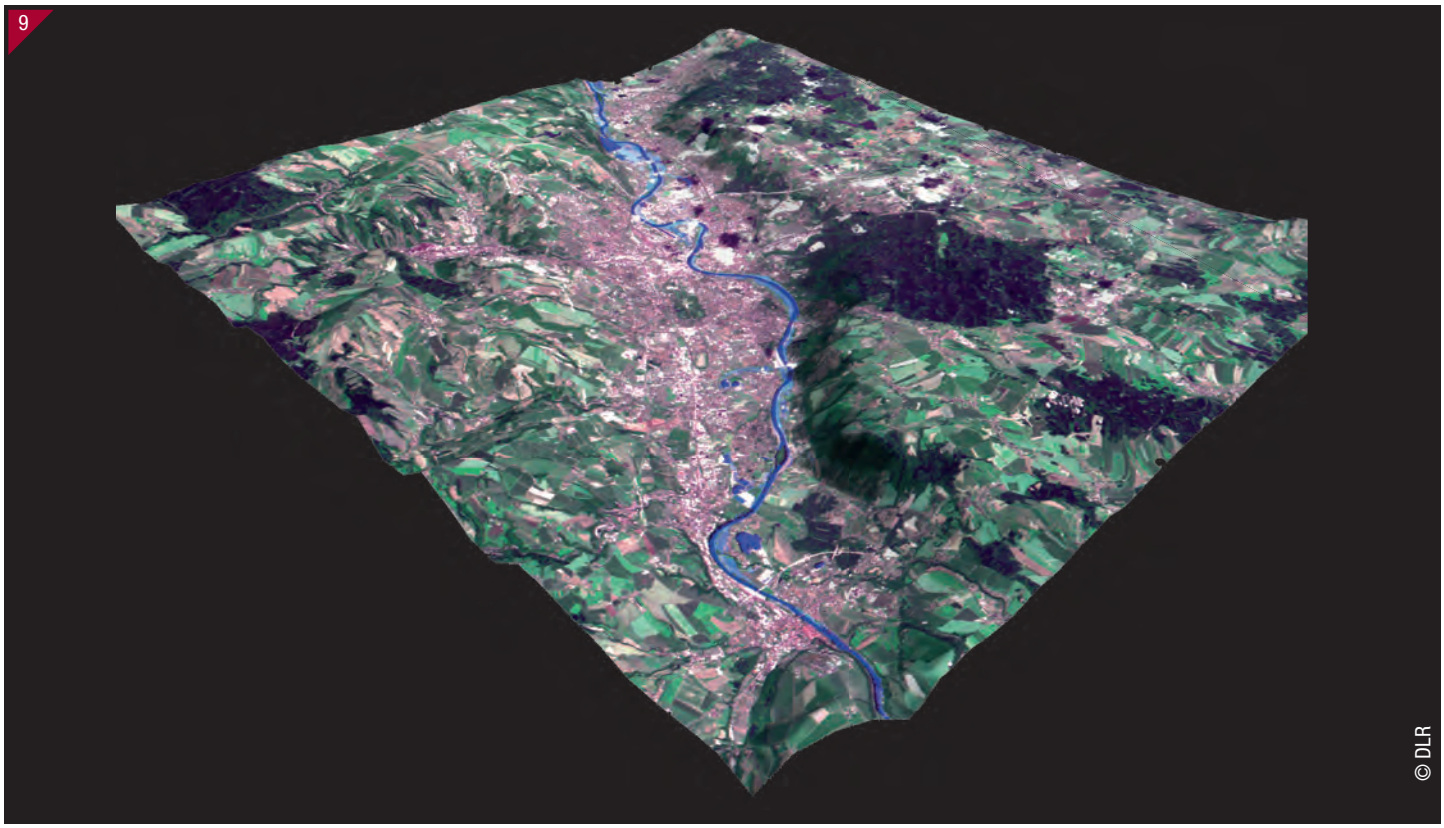
Rettungseinsatz in einem überschwemmten Wohngebiet.

Überschwemmungen verursachen vielfältige Schäden. Sie betreffen Wohnhäuser, Fabriken und Schulen. Straßen und Schienen sind nicht mehr befahrbar. Auch Landwirtschaftsflächen und Zuchttiere werden in Mitleidenschaft gezogen.
Können die Abwasserkanäle das Wasser nicht mehr aufnehmen, besteht das Risiko der Trinkwasserverschmutzung. Stromleitungen und Kommunikationsnetze wie Telefonleitungen können ebenfalls beschädigt werden.

Satelliten ermöglichen die Identifizierung von überschwemmten Gebieten. Diese Information ist für die Aufstellung und den Einsatz der Rettungskräfte von größter Bedeutung. Anhand von interpretierten Aufnahmen des Satelliten Spot in großem Maßstab können die Wege festgelegt werden, die die Feuerwehr zur Evakuierung oder Unterstützung der Betroffenen benötigt.

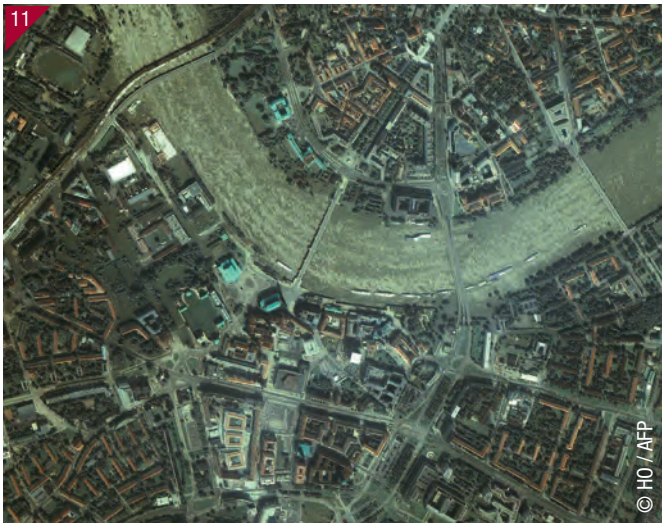
Satellitendaten werden zudem nachträglich ausgewertet, um potenzielle Überschwemmungsgebiete zu eruieren.
Diese Karten dienen der Ermittlung der notwendigen Ausrüstungen und durchzuführenden Arbeiten, um die Auswirkungen solcher Katastrophen künftig begrenzen zu können.
Hält die Überschwemmung lange an, müssen die Rettungsmannschaften zudem über mehrere Wochen das tägliche Leben der Betroffenen und ihre erschwerten Arbeitsbedingungen organisieren.
Die Analyse und Bearbeitung der Satellitenbilder durch spezialisierte Labors ermöglicht die Hervorhebung wichtiger Informationen. Hier sind der Rückgang des Hochwassers sowie die am längsten überschwemmten Viertel gut zu erkennen (nördliches Einzugsgebiet der Gemeinde Arles).

Ein überschwemmtes Wohngebiet im Norden der Stadt Arles. Mithilfe der Satellitenaufnahmen kann festgestellt werden, welche Zufahrtsstraßen noch befahrbar sind.



Mithilfe von Satellitenmessungen kann das Relief einer Region nachgebildet werden – hier das Elbtal und die Stadt Dresden.

Auf diesem Satellitenbild ist das im September 2002 rund um die Stadt Dresden überschwemmte Gebiet in Blau zu erkennen.

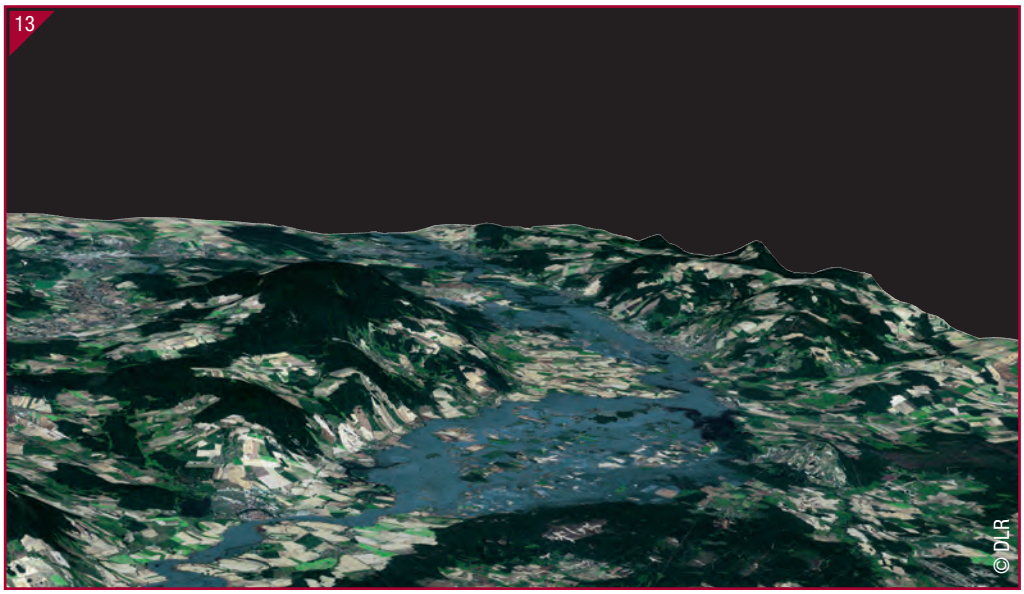


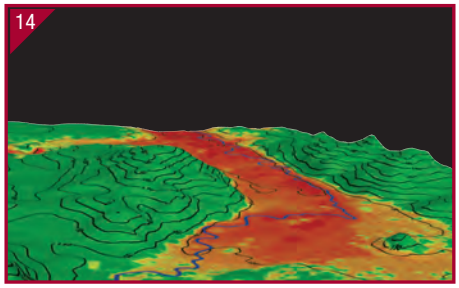
Dresden – Luftaufnahme der im September 2002 überschwemmten Innenstadt.

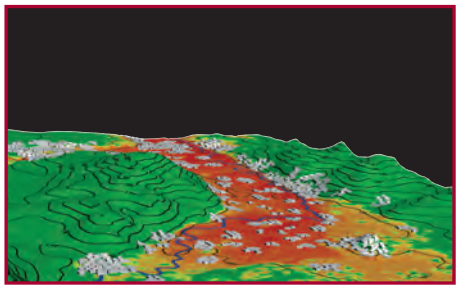
Die Erstellung dreidimensionaler Aufnahmen verleiht der Darstellung einer Region mehr Realität, vereinfacht und erleichtert das Verständnis und die Analyse der Hochwasserauswirkungen und hilft, sich die Situation vor Ort besser zu vergegenwärtigen.

Wie funktionieren Satelliten?

Satellitenaufnahmen ermöglichen eine klare Darstellung von Überschwemmungsgebieten



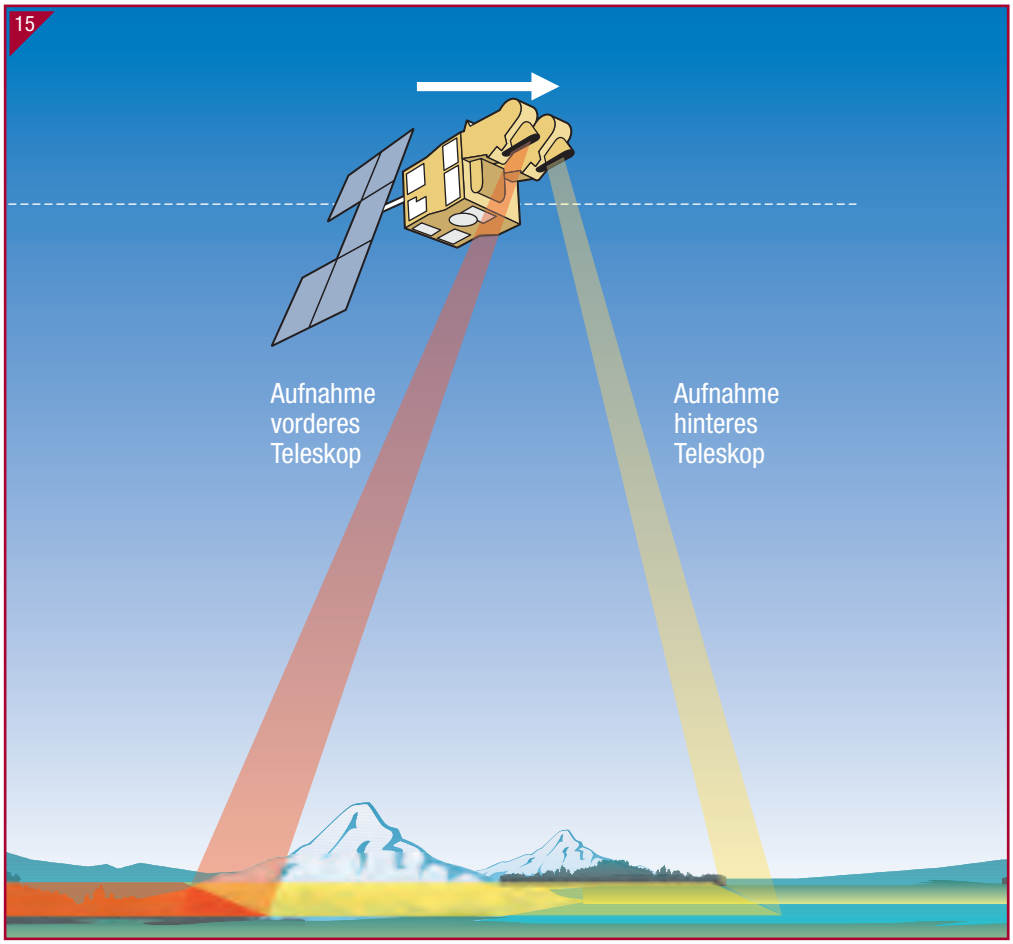




Überschwemmungsgebiet im Einzugsgebiet der Stadt Wittenberg.

Die Erstellung des Reliefs erfolgt mithilfe von zwei Aufnahmen aus zwei leicht unterschiedlichen Blickwinkeln, wie dies auch vom menschlichen Auge praktiziert wird. Mithilfe dieser Satellitenaufnahmen können synthetische Bilder erzeugt werden, in welche Informationen über die verschiedenen Infrastrukturen integriert werden. Somit ist auf einen Blick erkennbar, welche Einrichtungen sich in den Risikogebieten befinden.

Wie können mithilfe von Satellitenmessungen dreidimensionale Bilder erstellt werden?



Für die Erstellung einer dreidimensionalen Aufnahme muss das Zielgebiet aus zwei verschiedenen Winkeln aufgezeichnet werden. Das Reliefbild ist die Synthese dieser beiden aus leicht unterschiedlichen Blickwinkeln aufgenommenen Bilder des gleichen Gebietes.

Ein Reliefbild kann mit einem einzigen Satelliten erstellt werden. So verfügt beispielsweise der Satellit Spot über zwei Sensoren, von denen der eine nach vorne und der andere nach hinten gerichtet ist. Während des Überflugs erstellt jeder Sensor im Abstand von eineinhalb Minuten eine Aufnahme des gleichen Gebietes unter einem anderen Blickwinkel. Diese Aufnahmen werden anschließend übereinandergelegt, um ein Relief zu erstellen.

Begleitheft für Lehrer

Die Begleithefte für Lehrer dienen der Unterrichtsvorbereitung und ergänzen die an die Schüler verteilten Faltbroschüren. Sie enthalten eine Zusammenfassung nützlicher Informationen für die Einführung in das jeweilige Thema sowie zusätzliche Daten zu den Satellitenaufnahmen, eine Bibliographie und eine Liste mit Websites zu den behandelten Themen.

Themenset Nr. 10: Hochwasserüberwachung

Das Themenset Nr. 10 behandelt weltweite Risiken und Naturkatastrophen anhand des Beispiels des Hochwassers von Rhône (2003) und Elbe (2002). Dabei soll die Anfälligkeit der menschlichen Gesellschaften angesichts der oft nur unvollständig beherrschten Naturgewalten veranschaulicht werden.

Das Themenset bietet folgende Möglichkeiten:
- Kennenlernen bestimmter Risikogebiete in Westeuropa;
- Differenzierung der verschiedenen Naturrisiken und ihrer Auswirkungen auf die menschliche Gesellschaft;
- Beurteilung des anthropogenen Anteils der Auswirkungen dieser Naturkatastrophen;
- Verwendung verschiedener Konzepte (Risiko, Katastrophe, Anfälligkeit usw.).

Weltweite Naturrisiken und Naturkatastrophen

Jedes Jahr werden knapp 250 Millionen Menschen Opfer einer oder mehrerer Naturkatastrophen. Die Bevölkerung der Entwicklungsländer (tropischer Gürtel der Naturrisiken) ist bei weitem am anfälligsten, aber auch die Bevölkerung der Industriestaaten bleibt nicht verschont. In den vergangenen 35 Jahren starben weltweit drei Millionen Menschen an den Folgen einer Naturkatastrophe. 97 % der Opfer lebten in Entwicklungs- und Schwellenländern in Asien und Afrika. Fehlende Infrastrukturen und Präventionssysteme sowie unzureichende Rettungsdienste zeigen den deutlichen Zusammenhang zwischen Armut und Naturkatastrophen.

Seit Anfang der 1970er Jahre hat das CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) knapp 7 000 Katastrophen (ohne Epidemien) erfasst. Naturkatastrophen sind somit wesentlich häufiger, tödlicher und kostenintensiver als technische Katastrophen. Laut Schätzungen der deutschen Rückversicherungsgesellschaft Münchener Rück beliefen sich die Kosten für Naturkatastrophen im Jahr 2004 vor der Kostenschätzung des Tsunami in Süd- und Südostasien auf knapp 40 Milliarden Dollar. Somit war 2004 das teuerste Jahr in der Versicherungsgeschichte. Dieser Betrag könnte jedoch noch weitaus höher liegen, wenn für die zerstörten Güter in den Entwicklungsländern bei diesen Katastrophen ein höherer Wert eingesetzt würde. Zudem sind sie meist unterversichert, obwohl die Schäden oft einen maßgeblichen Anteil des BIPs der betroffenen Länder ausmachen.

In Westeuropa sind die Risiken begrenzt, aber dennoch vorhanden. So wurden die großen Flussebenen und Feuchtgebiete in jüngster Zeit von verheerenden Überschwemmungen heimgesucht (Überschwemmungen in den französischen Regionen Somme, Gard, Bouches-du-Rhône, im ostdeutschen Elbetal usw.). Auch ein gewisses Erdbebenrisiko existiert, wie kleine Erdbeben in den Vogesen, den Alpen und sogar in der Bretagne beweisen. In Süditalien gibt es aktive Vulkane und in der Puys-Kette in der französischen Auvergne existiert ebenfalls ein gewisses Vulkanismusrisiko. Im Jahr 2004 wurden weltweit 641 Naturkatastrophen erfasst (Quelle: Bericht der Münchener Rück von 2004).
Die Einteilung nach Katastrophentypen ist wie folgt: Stürme (41 %), Überschwemmungen (24 %), Erdbeben (13 %) und andere (16 %). Die geografische Verteilung über die Kontinente ist sehr ungleichmäßig: Afrika (7,5 %), Europa (19 %), Amerika (26 %), Asien (39 %) und Ozeanien (8,5 %). Die größte Katastrophe war der Tsunami in Süd- und Südostasien vom 26. Dezember 2004, der über 300 000 Menschenleben forderte.

Satellitenbilder

Deckblatt

Aufnahme Deckblatt: Das Rhône-Delta in Frankreich (Spot-5 – 2003)

Die überschwemmten Gebiete westlich des Etang du Vaccarès sind in dieser Aufnahme mit integriertem Nahinfrarotband blau angezeigt, die Vegetation somit rot (zu Infrarotaufnahmen siehe Themenset Nr. 11 „Satellitenbilder und ihre Farben“).
Rechts auf dem Bild ist ein Teil des Industriegebietes von Fos sur Mer zu erkennen.

Mittelteil

Bild Nr. 1: Frankreich (Envisat / MERIS – 2004)

Anhand dieser Aufnahme können die Camargue und das Rhône-Delta sowie die schneebedeckten Pyrenäen und Alpen mit ihren zum Überschwemmungsrisiko beitragenden Wasserreserven gezeigt werden.

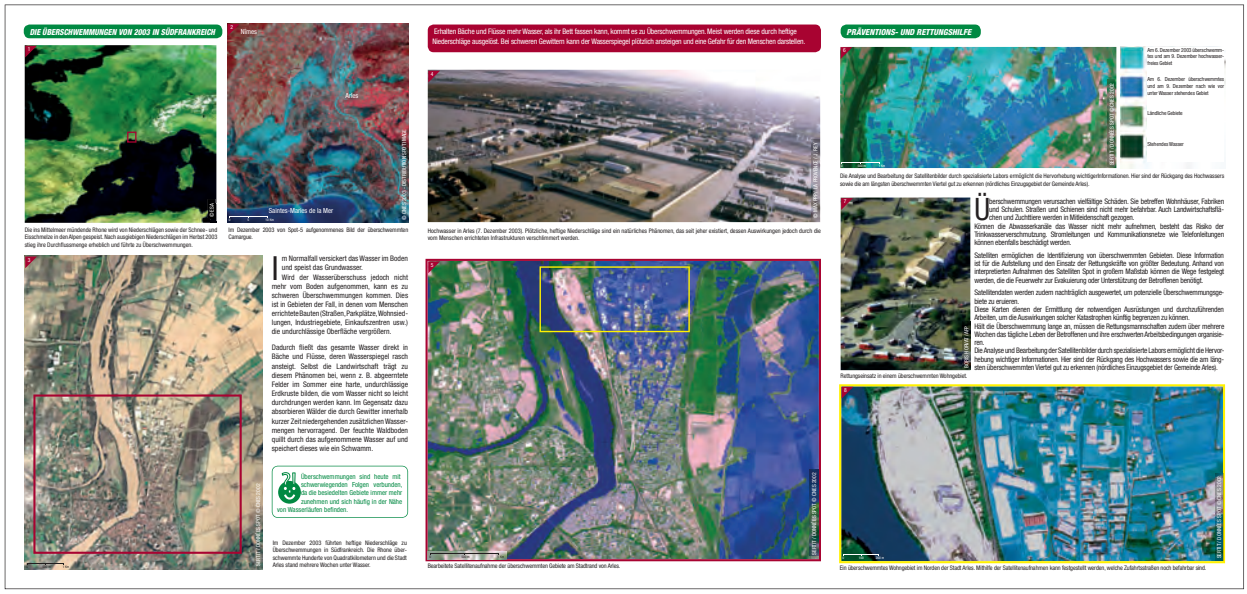
Bild Nr. 2: Das Rhône-Delta in Frankreich (Spot-5 – 2003)

Diese Aufnahme ist mit derjenigen des Deckblatts identisch, zeigt jedoch einen größeren Ausschnitt, auf dem auch die Camargue zu sehen ist. Die überschwemmten Gebiete südlich und östlich von Nîmes sowie nördlich von Arles sind besonders gut erkennbar. Die Straßenverbindung zwischen Nîmes und Arles ist unterbrochen.

Bilder Nr. 3, 5, 6, 8: Das Hochwasser in der Region um Arles (Spot-5 – SERTIT)

Diese vier Satellitenbilder der Region um Arles wurden von dem Satelliten Spot-5 aufgenommen und von der regionalen Dienststelle für Bildbearbeitung und Fernerkundung SERTIT (Service Régional de Traitement d’Image et de Télédétection) bearbeitet. Die SERTIT bearbeitet Daten und Satellitenaufnahmen und ist mit einem schnellen Kartografiedienst ausgestattet, der im Notfall in der Lage ist, rasch Bilder und Karten für Hilfs- und Rettungsdienste bereitzustellen.

Diese Aufnahmen zeigen das ganze Ausmaß der Zerstörung in den betroffenen Gebieten und können von den Nutzern direkt verwendet werden. Die SERTIT erstellt zudem Kartenserien, auf denen die zeitliche Entwicklung der Katastrophe nachvollzogen werden kann. Die SERTIT ist auch außerhalb von Europa tätig und stellte beispielsweise Satellitenbilder der Erdbeben im algerischen Boumerdes, im iranischen Bam und des Tsunami vom Dezember 2004 in Südostasien bereit.



Seite 5 – Das Elbehochwasser im September 2002

Bilder Nr. 9, 10: Dresden und Umgebung (DLR – 2002)

Diese beiden Satellitenbilder wurden ebenfalls von der SERTIT bearbeitet.
Auch Luftaufnahmen sind von Nutzen, allerdings muss für jede Bilderserie speziell ein Flugzeug oder ein Helikopter eingesetzt werden. Dahingegen überfliegen Satelliten auf ihrer Umlaufbahn jede Weltregion regelmäßig und verfügen über verschiedene, für jede Situation

geeignete Erfassungsbereiche und räumliche Auflösungen. Einige sind zudem mit Radarinstrumenten ausgestattet, die auch bei Nacht oder Bewölkung Informationen bereitstellen. Weltraumanwendungen (Bilder, Kommunikation, Navigation) sind somit für die Überwachung und das Management von Naturkatastrophen besonders nützlich.
Das Elbehochwasser war besonders zerstörerisch: an manchen Stellen stieg der Fluss über neun Meter an.
Neun Menschen wurden getötet und über 20 000 Einwohner von Dresden mussten evakuiert werden.
In den betroffenen Gebieten wurden insgesamt über 740 km Straßen und 180 Brücken beschädigt oder zerstört.

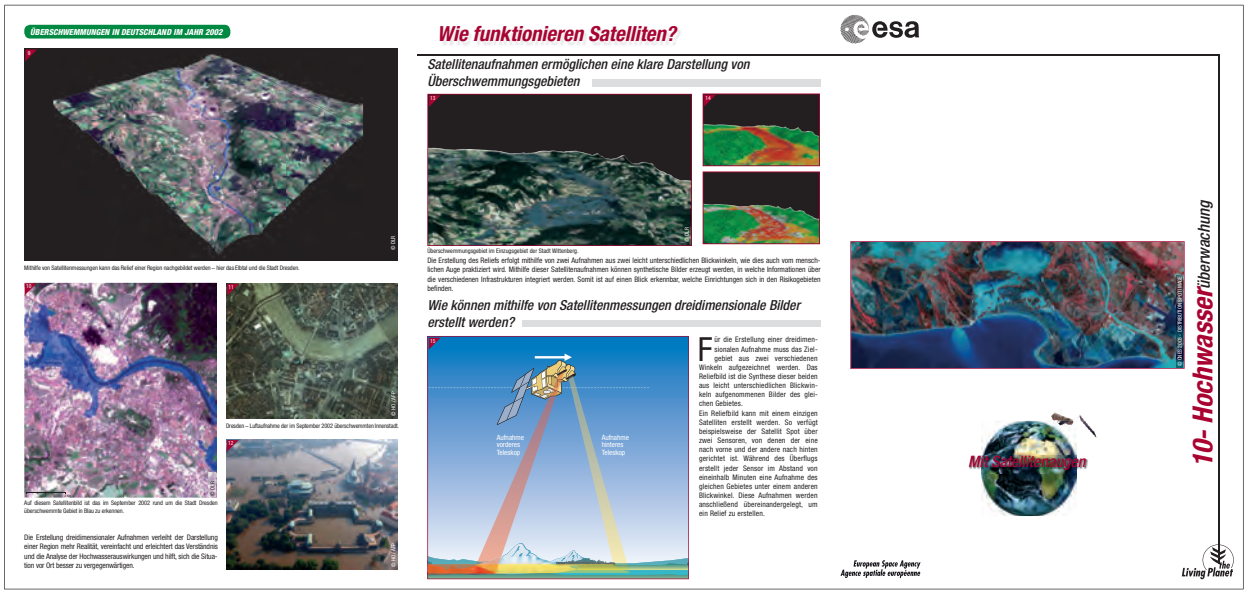
Seite 6 – Wie funktionieren Satelliten?

Bilder Nr. 13, 14: Überschwemmungsgebiet im Einzugsgebiet der Stadt Wittenberg

Diese dreidimensionalen Aufnahmen der Region um Wittenberg wurden vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) erstellt.
Dreidimensionale Bilder bieten eine realistische Darstellung der Raumanordnung und ermöglichen eine genaue und angepasste Einschätzung und Bewertung der Situation für das Management der Rettungseinsätze. Zudem stellen sie eine Unterstützung bei der Aufstellung von Präventionsprogrammen und Aktionen zur Reduzierung der Auswirkungen dieser Katastrophen dar.

Bild Nr. 15: Spot 5, Datenempfang für dreidimensionale Bilder

Der Satellit Spot ist mit dem hoch auflösenden stereoskopischen Instrument HRS ausgestattet. Zwei Kameras mit einem festen Winkel von 20° – die eine nach vorne, die andere nach hinten gerichtet – tasten mit einem Abstand von 90 Sekunden den gleichen Bereich ab, wodurch Stereoaufnahmen des Gebietes entstehen.
Anhand dieser Messdaten können 3D-Bilder und insbesondere digitale Höhenmodelle (DHM – Englisch: Digital Elevation Model, DEM) mit einer Genauigkeit von 10 m erstellt werden, die in zahlreichen Gebieten zum Einsatz kommen: in der Kartografie, für zivile und militärische Luftfahrt-Datenbanken oder bei der Installation von Mobiltelefonnetzen. Jede Stereoaufnahme deckt einen Bereich von bis zu 600 km Länge und 120 km Breite ab.



Online-Ressourcen

www.esa.int	Website der ESA (Europäische Weltraumorganisation)
www.esa.int/SPECIALS/ESRIN_SITE/index.html	Website des ESRIN – Europäisches Weltraumforschungsinstitut: Zentrum der ESA für die Erdbeobachtung
www.esa.int/eo	Website der ESA zum Thema Erdbeobachtung
earth.esa.int/earthimages	Satellitenbildergalerie der ESA
www.esa.int/education	Bildungswebsite der ESA
www.eduspace.esa.int	Website der ESA zum Thema Erdbeobachtung für Schulen (EDUSPACE)
www.dlr.de	Website des DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt)
www.cnes.fr	Website der französischen Raumfahrtagentur CNES Präsentation der Missionen und Tätigkeiten des CNES
www.cnes-edu.fr	Bildungswebsite des CNES
www.spotimage.fr	Bildergalerie von SPOT IMAGE

NATURKATASTROPHEN

ec.europa.eu/research/leaflets/index_de.html	Europäische Kommission: Europäische Forschung in Aktion
www.cred.be	Website des „Centre for Research on the Epidemiology of Disasters“ (CRED) der Universität Löwen (auf Englisch)
www.disasterscharter.org	Website der Internationalen Charta zum Katastrophenmanagement (auf Englisch)
www.unwetter.de/	Informationen zu Wetterwarnungen in Deutschland und weltweit
naturkatastrophen.info/index.html	Informationen über Naturkatastrophen
klett-verlag.de/sixcms/list.php?page=geo_infothek&node=Hochwasser	Infothek des Klett-Verlags zum Thema Hochwasser
klett-verlag.de/sixcms/list.php?page=geo_infothek&node=Naturkatastrophen	Infothek des Klett-Verlags zum Thema Naturkatastrophen

DIGITALES HÖHENMODELL/3-D-SICHT

www.dlr.de	Website des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)
www.uni-kiel.de/forum-erdkunde/unterric/material/einf_fe/index.htm	Einführung in die Fernerkundung

Satellitenbilder

Herstellung / Autoren

Projektleitung im Auftrag der ESA	Agostino de Agostini
Entwicklung	Frédéric Létang / Patrice Desenne
Redaktion und Gestaltung	Frédéric Létang
Produktion	Europimages - Aliette Cremer
Übersetzung	Susanne Haberstroh
Wissenschaftliche Beratung (ESA)	Isabelle Duvaux Béchon / Laurence Ghaye Jürg Lichtenegger
Pädagogische Beratung	Éric Janin
Dokumentation	Valérie Massignon – XYZèbre
Grafik	Boris Uzan / Serge Lauth
Illustrationen	Philippe Bouillon – Illustratek

Themenset Nr. 10 - Hochwasserüberwachung

Beantworte nach aufmerksamem Durchlesen und Anschauen des Themensets folgende Fragen:

1 – Welche Naturphänomene führen zu Überschwemmungen?

.....
.....
.....

2 – Welche menschlichen Aktivitäten sind für ihre Verschlimmerung verantwortlich?

.....
.....
.....
.....

3 – Warum sind Gebäude und Einrichtungen besonders von Überschwemmungen bedroht?

.....
.....
.....
.....

4 – Welchen Nutzen haben Satellitenbilder bei Überschwemmungen?

.....
.....
.....

5 – Wie können Satellitenbilder bei der Prävention eingesetzt werden?

.....
.....
.....

6 – Eine Seite ist den Überschwemmungen in Deutschland von 2002 gewidmet. Welchen Zusammenhang erkennst du zwischen den Satellitenbildern und Luftaufnahmen? Welche Zusatzinformationen werden von den Satellitenbildern bereitgestellt?

.....
.....
.....

7 – Welche Art von Satellitenbild kann bei der Überwachung von Tälern und Überschwemmungsgebieten besonders nützlich sein? Warum?

.....
.....
.....

8 – Erkläre kurz, wie ein Satellit dreidimensionale Bilder erstellt. Welche Parallele kann zum menschlichen Sehvermögen gezogen werden?

.....
.....
.....
.....