



Satellitengestützte Fernerkundung im Dienst der Gesellschaft

Dr. Klaus Reiniger, DLR
Deutsches Fernerkundungs-Datenzentrum
Oberpfaffenhofen, Germany
04. Oktober 2007



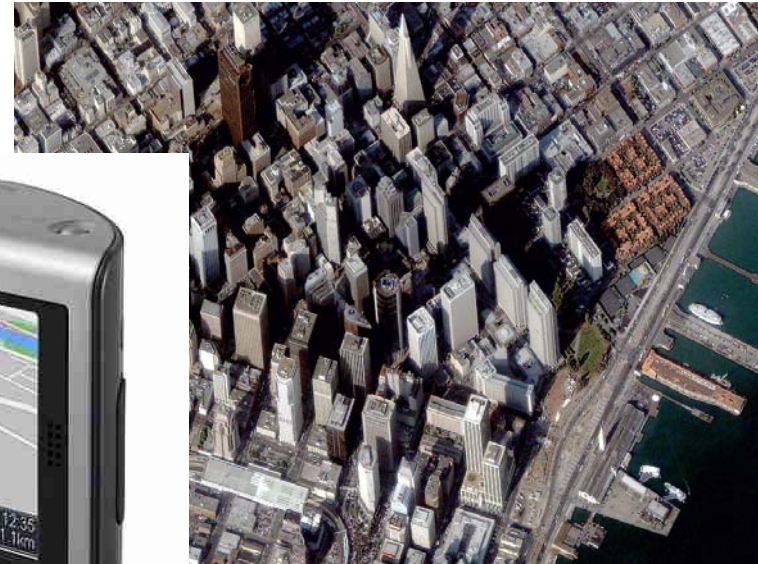
Heute vor exakt 50 Jahren begann das Raumfahrtzeitalter



**Am 04.10.1957 um 22:38 wurde Sputnik 1 von
Tjuratam in den Weltraum geschossen**

Mit diesem Ereignis begann die Globalisierung der Gesellschaft





Fernerkundung ist neben der Kommunikation, der Navigation die dritte bedeutende Anwendung der Raumfahrt



EUROPÄISCHE
KOMMISSION

Gemeinschaftsforschung

Brüssel, den 28. September 2004

Pressemitteilung

**Globale Erdbeobachtung schreitet
voran**

Ziele

1. Improve Weather Forecasting
2. Reduce Loss of Life and Property from Disasters
3. Protect and Monitor Our Ocean Resource
4. Understand, Assess, Predict, Mitigate and Adapt to Climate Variability and Change
5. Support Sustainable Agriculture and Forestry and Combat Land Degradation
6. Understand the Effect of Environmental Factors on Human Health and Well-Being
7. Develop the Capacity to Make Ecological Forecasts
8. Protect and Monitor Water Resources
9. Monitor and Manage Energy Resources



Potential der Fernerkundung (1)

Satellitengestützte Fernerkundung ist ein globales, unabhängiges Werkzeug, welches ermöglicht

- Komplexe, großräumige Prozesse auf der Erde zu beobachten und zu verstehen
- Lokale Details zu beobachten
- Zur Modellierung und Verifizierung der Prozesse beizutragen
- Den Ist-Zustand zu dokumentieren, ihn zu Überwachen
- Veränderungen und ihre Dynamik zu erkennen
- Langfristige Prognosen zu erstellen

Satellitengestützte Fernerkundung leistet wertvolle Information

- Bei der Wettervorhersage und Entwicklung des Klimas
- Bei der Überwachung und Analyse von umweltrelevanten Ereignissen
- Im Katastrophenfall und zur Sicherheit des Bürgers
- Bei Erntevorhersagen



Potential der Fernerkundung (2)

Satellitengestützte Fernerkundung ist in der Lage

- Trends über lange Zeitreihen zu erkennen
- Überwachung in Naher Echtzeit zu ermöglichen
- Potentiale von Krankheitsherden zu identifizieren
- Zur Beurteilung der Luftqualität beizutragen
- Erntevorhersagen zu ermöglichen

Satellitengestützte Fernerkundung ist Teil des

- Geo-Information-Systems Erde und
 - benötigt weitere Datenquellen (Geo-Information-System GIS Ebenen)
- **Ist ein Werkzeug zur Identifizierung, Analyse und zur Entscheidungsfindung von Problemen auf der Erde**

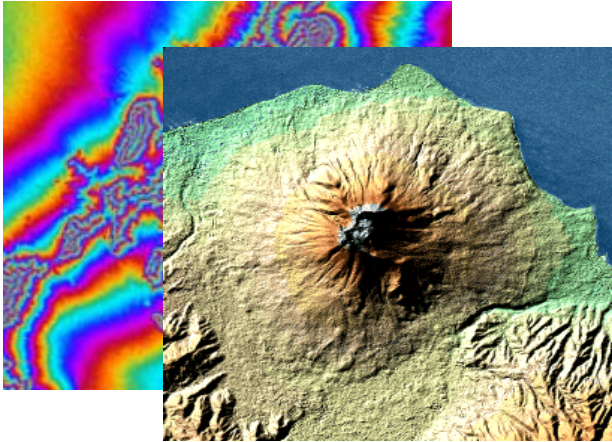


System Fernerkundung



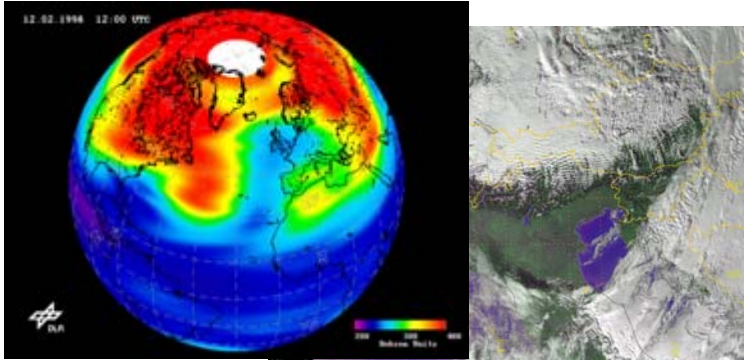


Umwelt – Klima – Atmosphäre – Geo-Information



Basisdaten der Landoberfläche

- Landnutzung
- Topographie
- Change Detection
- Landes- und Umweltplanung
- Humanitäre Hilfe

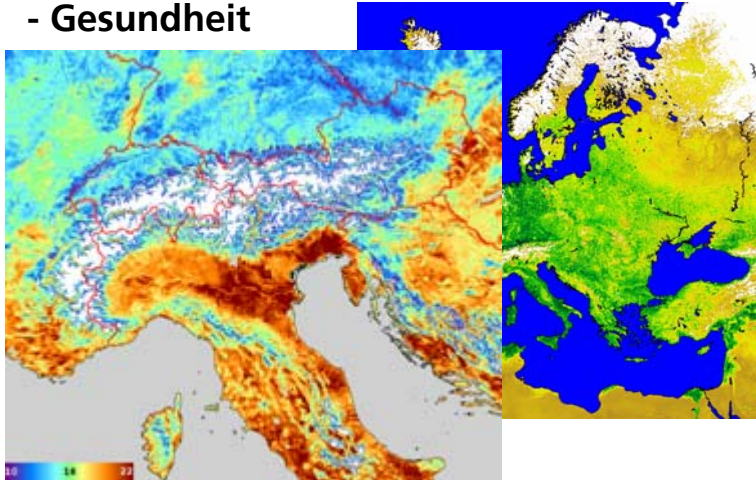


Atmosphäre und Klima

- Global Change
- Montreal-Protokoll
- Gesundheit

GIS-kompatible Produkte

- Landwirtschaft
- Bodenerosion
- Naturschutz
- Mega-Cities



Ökosystem Erdoberfläche und Klima

- Kohlenstoffkreislauf, marine Ökosysteme
- Desertifikation
- Kyoto-Protokoll





Fernerkundung

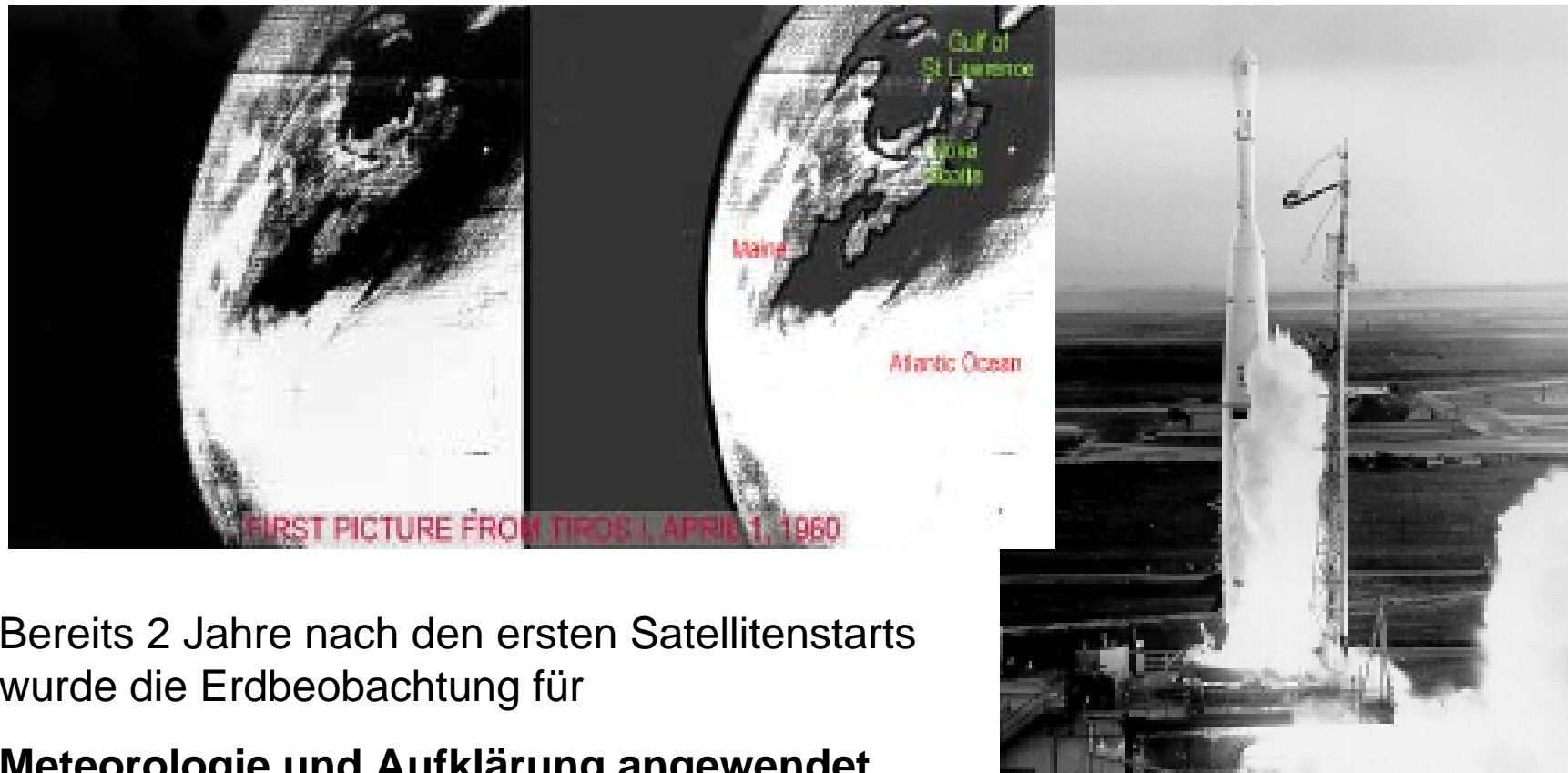
von

**Wetter und Umwelt,
Atmosphäre und Klima**



**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Anfänge der satellitengestützten Fernerkundung



Bereits 2 Jahre nach den ersten Satellitenstarts wurde die Erdbeobachtung für

Meteorologie und Aufklärung angewendet



Fernerkundung des Wetters

Wettervorhersage und Ableitung von umweltrelevanten Parametern

- **Tägliche Wettervorhersage**
- **Verbesserung von Vorhersagemodellen**
- **Starkwind, -Wellen, -Schneeereignisse**
- **Temperaturverteilungen von Land und Ozeanen, Vegetationsindex**
- **Stabilisierung des CO₂ Ausstoß (1990) \approx 0.5% des GNP**

Vorhersagen zum Schutz bei Naturereignissen

- **Schadensverringern von 15-20% bei rechtzeitiger Sturmvorhersage**
- **Reduzierung der Evakuierungskosten um 300 000 Personen bei Hurrikanen in Florida**

Gewinnung von Planungssicherheit

- **Festlegung von Standorten für Windkraft oder Solarenergie**
- **Einsatzplanung für zivile und militärische Operationen**



Fernerkundung von Wetter und Klima



Die Erde wird durch eine Serie von Wettersatelliten

**im geostationären Orbit permanent und durch
polar umlaufende Orbiter kontinuierlich beobachtet**

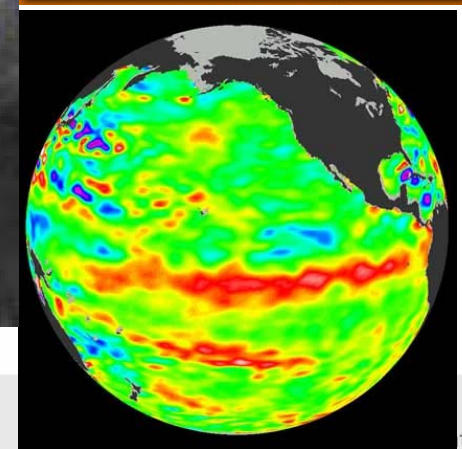
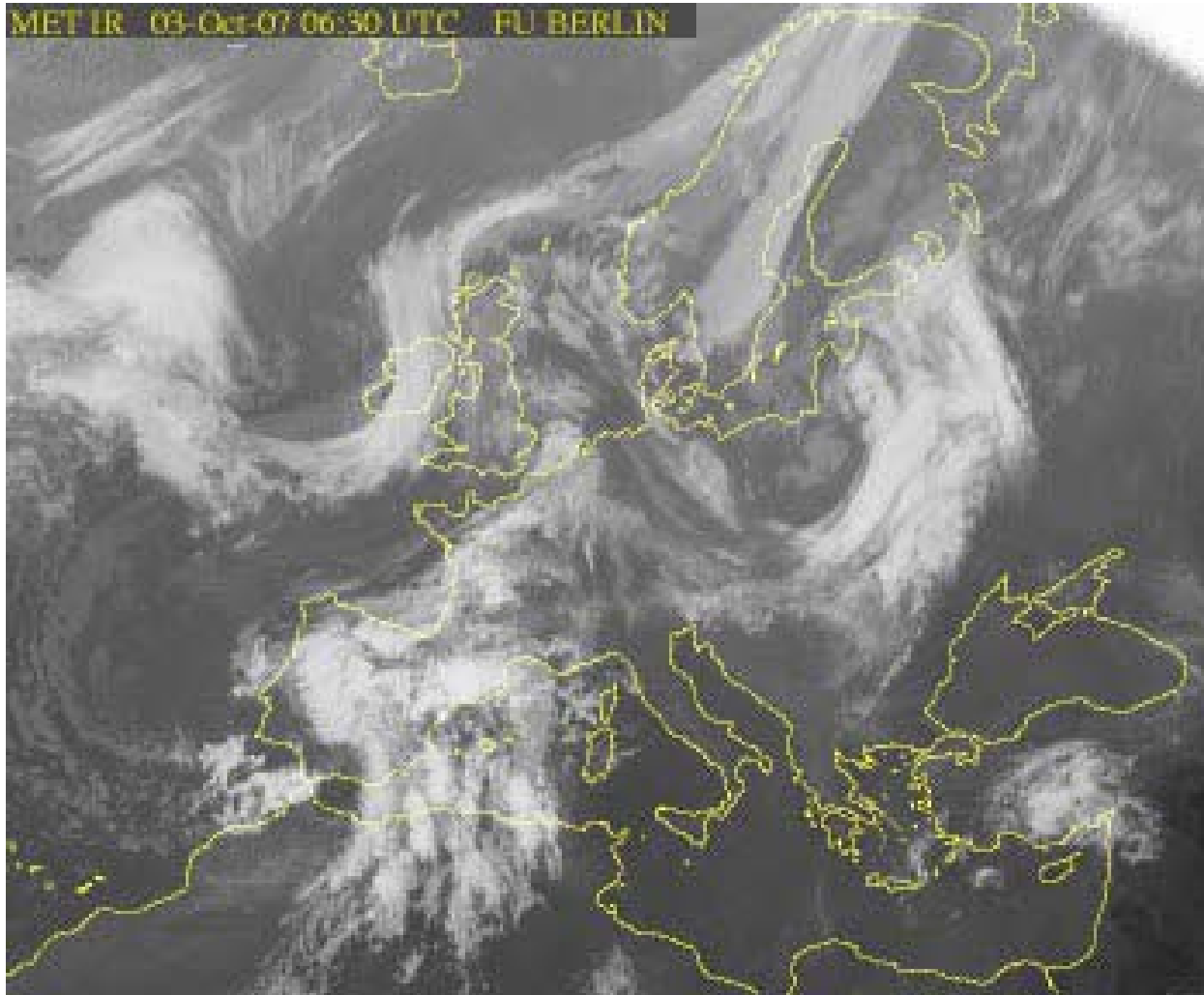
Neben Information von Wetter und Klima werden

**Daten über Umweltprozesse und für
tertiäre Anwendungsprodukte abgeleitet**



Tägliche Wetterinformation und Extremereignisse

MET IR 03-Oct-07 06:30 UTC FU BERLIN



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



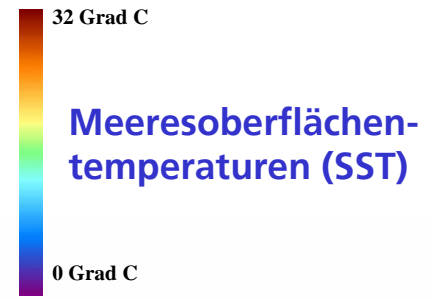
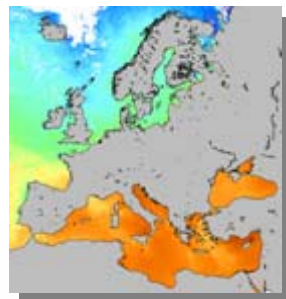
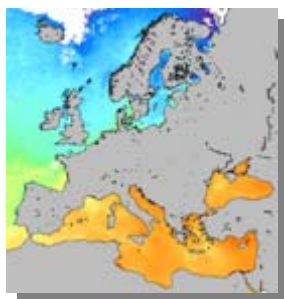
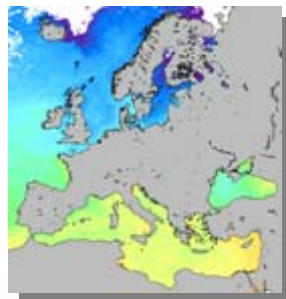
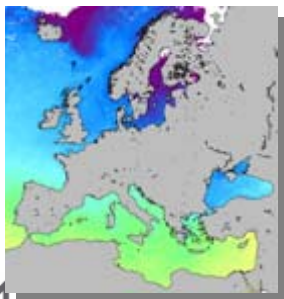
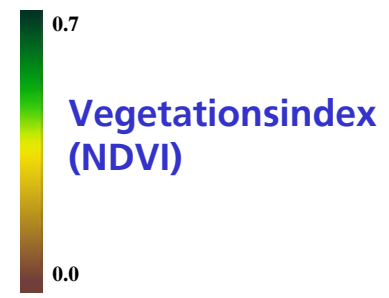
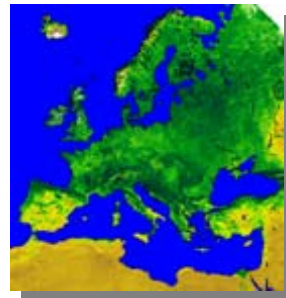
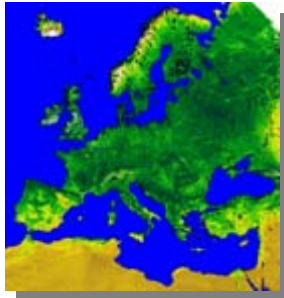
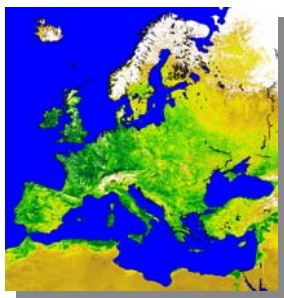
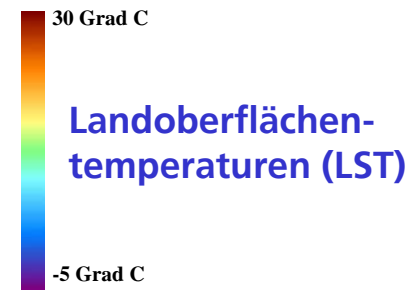
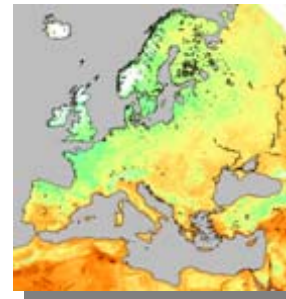
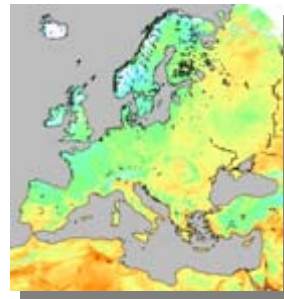
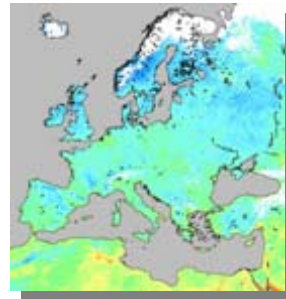
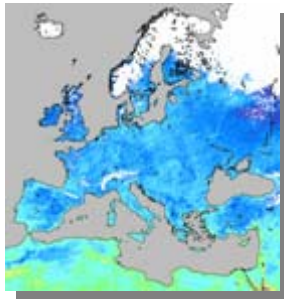
Nachhaltige Nutzung durch Zeitreihen

April

Mai

Juni

Juli

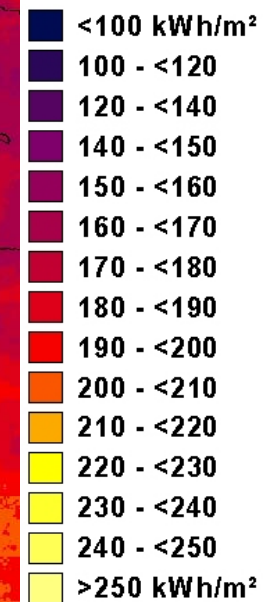
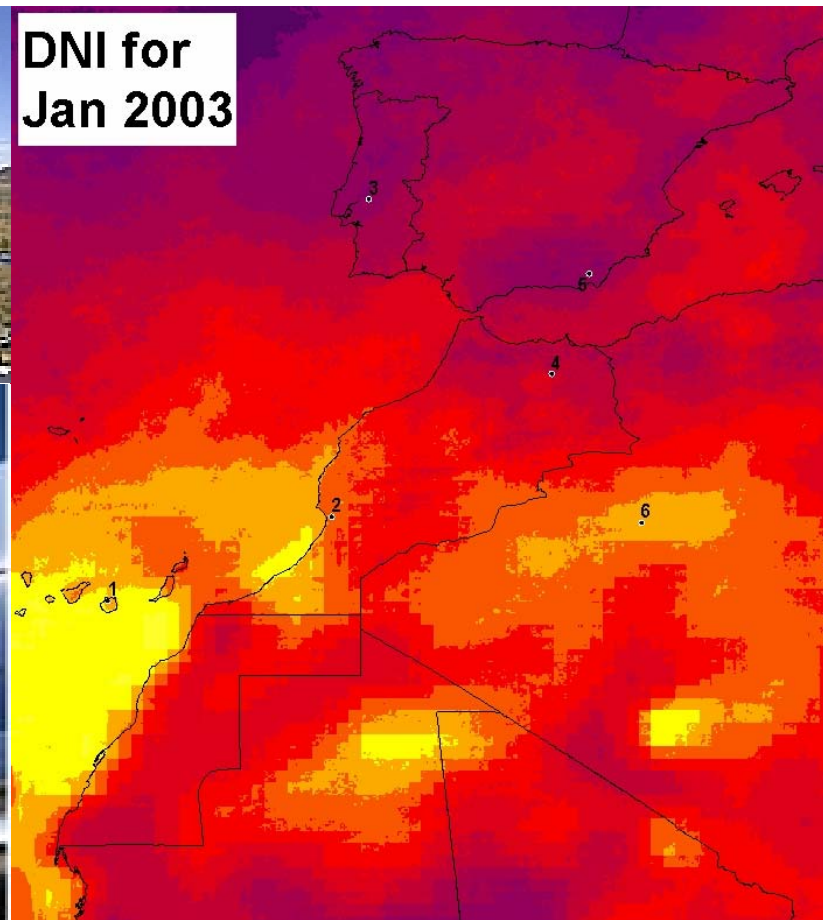




Bestimmung Solarenergiepotential



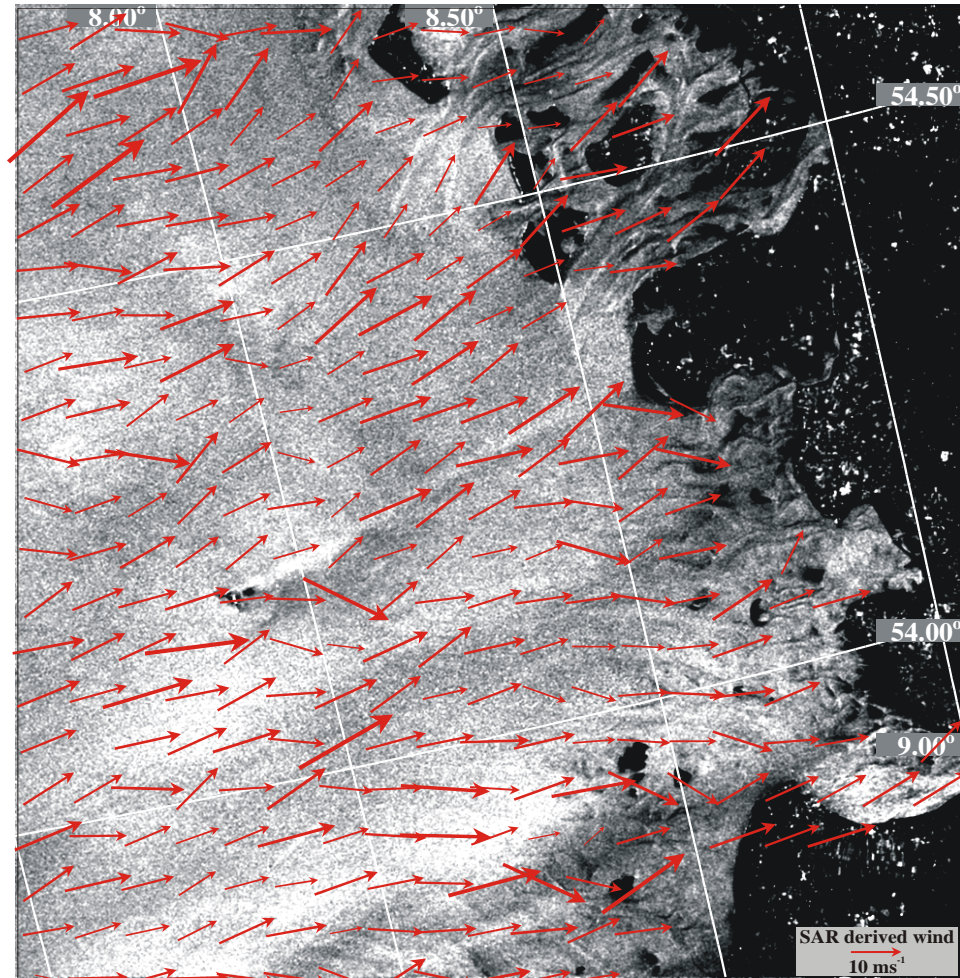
DNI for
Jan 2003



Windfelder abgeleitet aus SAR Daten für Windfarmen



Installation of an Offshore Windfarm



ERS-2 SAR-Image of the German baigt with wake turbulence after Helgoland

Entdeckung des Ozonlochs über der Antarktis (1)

1973 Vorhersage der Reduktion der Ozonkonzentration in der oberen Atmosphäre (Theorie)

➤ **NIMBUS-7 (1978) bringt TOMS Instrument in Orbit**

➤ **Inkorrekte Grenzwerteinstellung führt zu Fehlmessung der Ozonkonzentration**

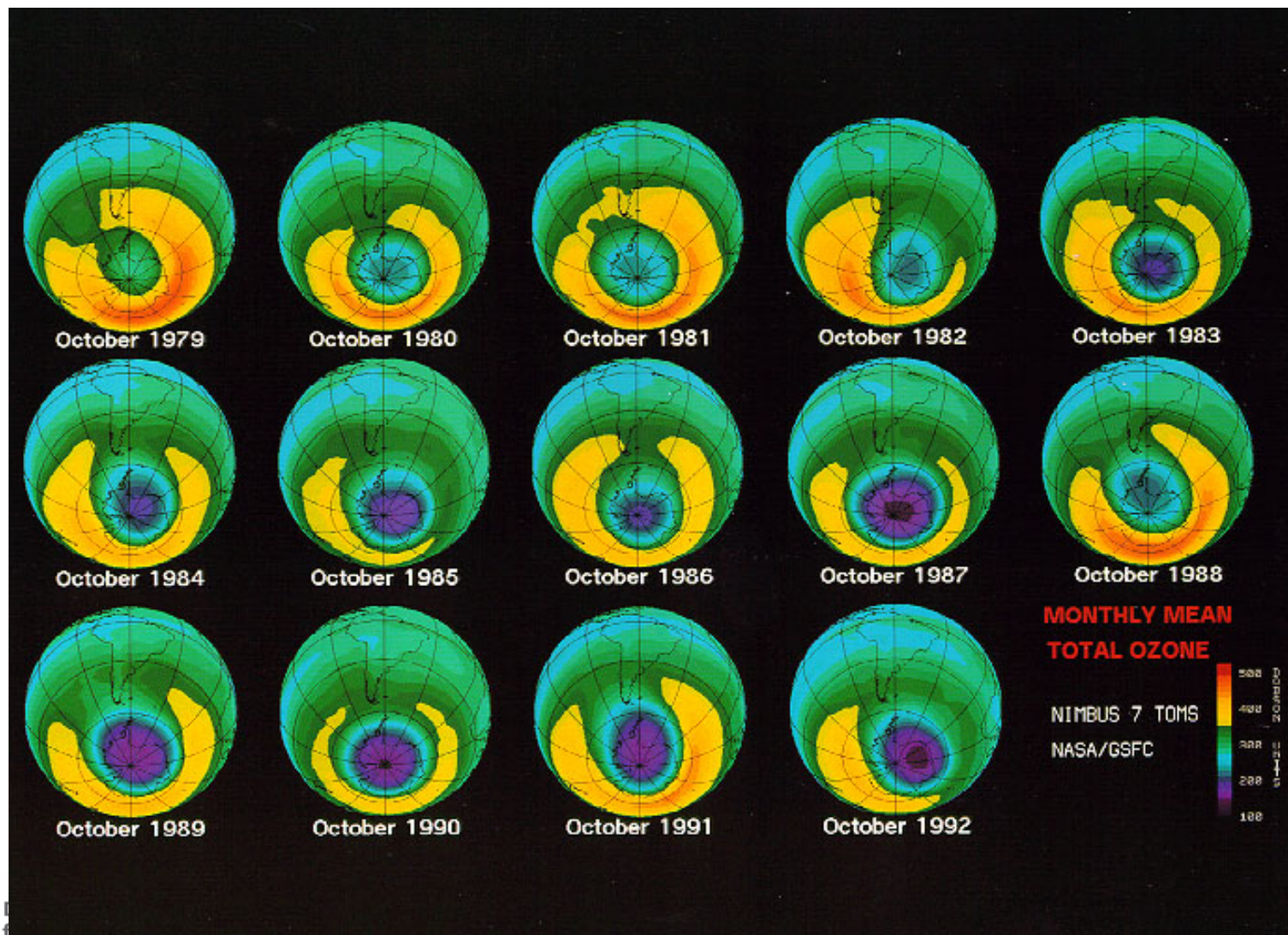
➤ **Nach Ausfall der Elektronik starke Absenkung der Ozonkonzentration über der Antarktis erkannt**

➤ **Erst Ende der 80er Jahre können Bodenmessungen das Ozonloch nachweisen**





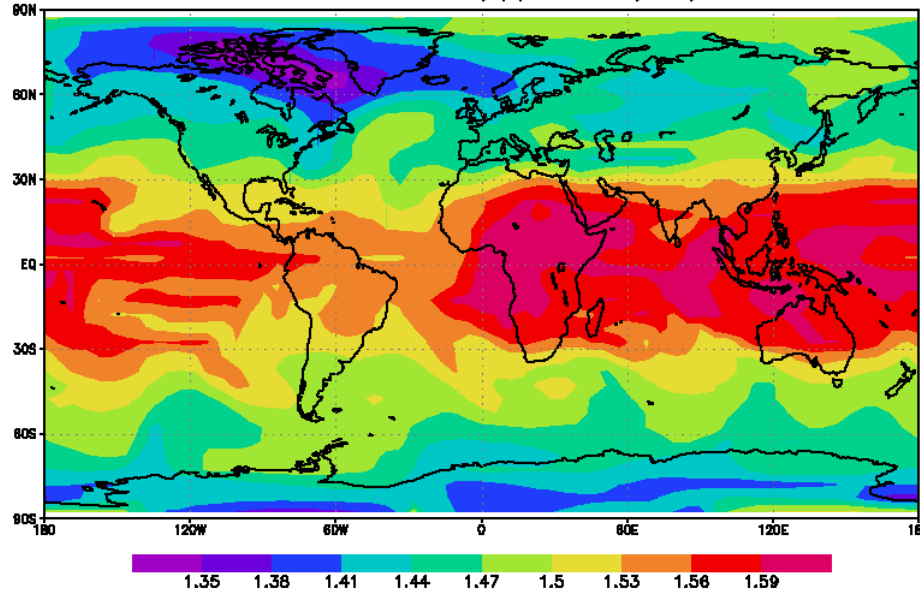
Entdeckung des Ozonlochs über der Antarktis (2)



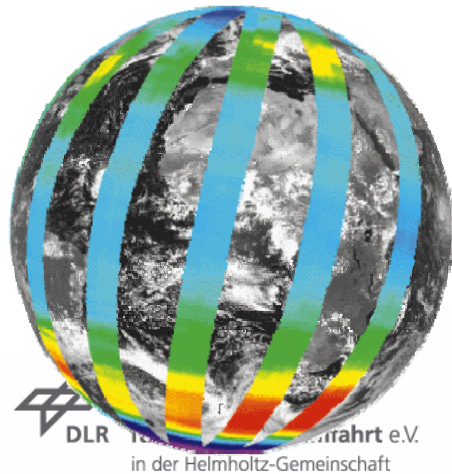


Assimilation von Satellitendaten in Atmosphärenmodellen

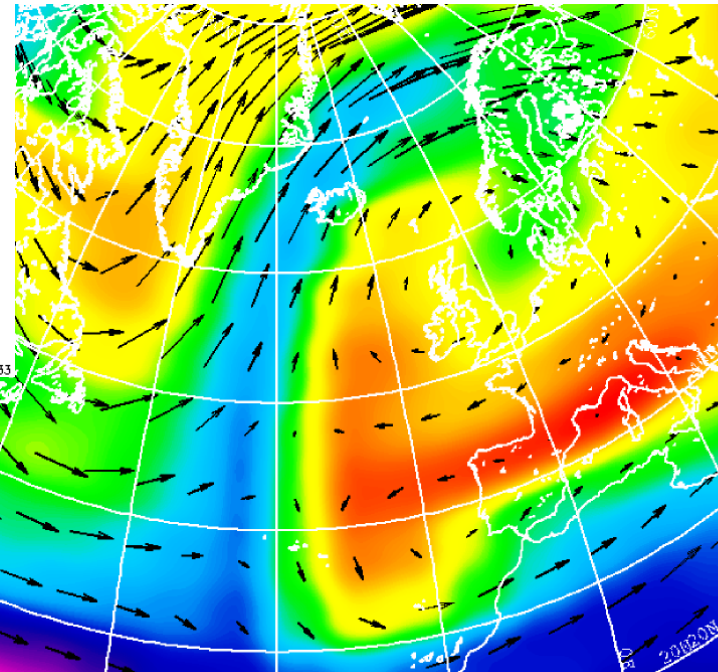
150hPa ROSE CH4/ppV 2002/02/18



GRADS: COLA/IGES



DLR Fernstudienfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Ozone:
Layer: 20 - 21 km

Data origin:
ERS-2 GOME
NCAR-ROSE-CTM

3,2 D.U. 11,2

Wind velocity
32m/s
14.12.1995
12 UT

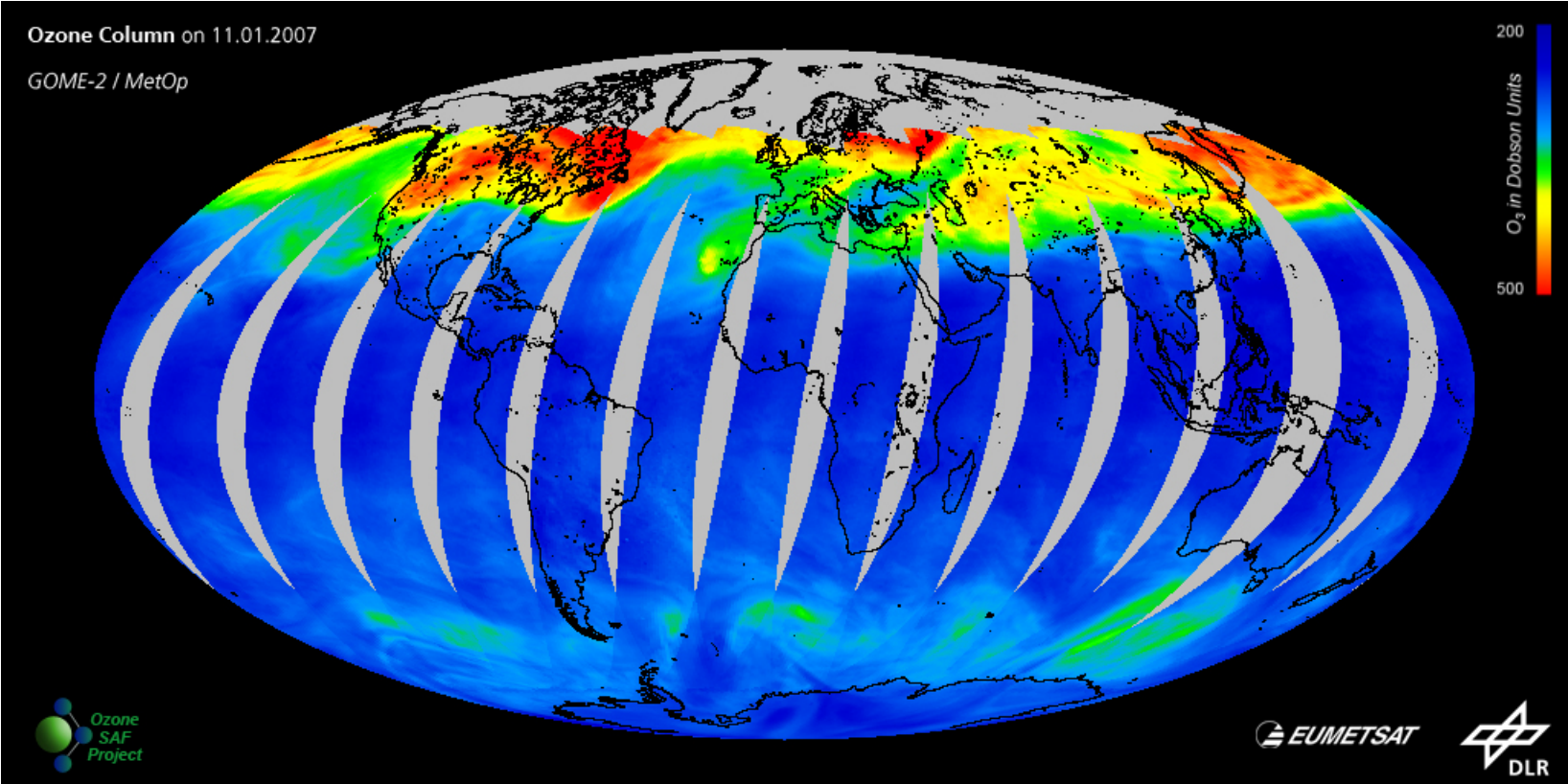
Windfield:
Level: 68 hPa

Data origin:
United Kingdom Meteorological Office

Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum

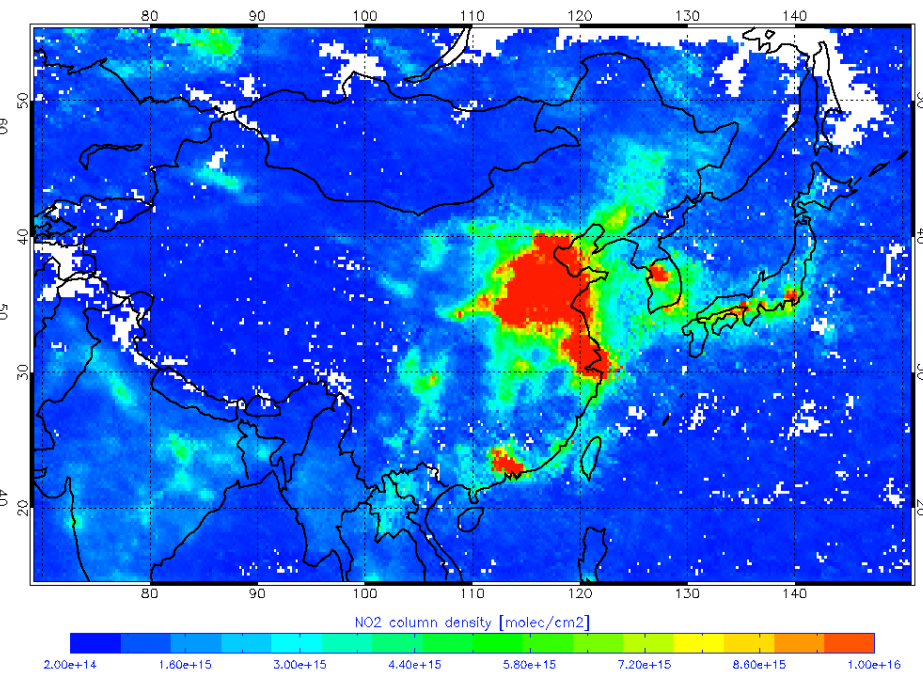
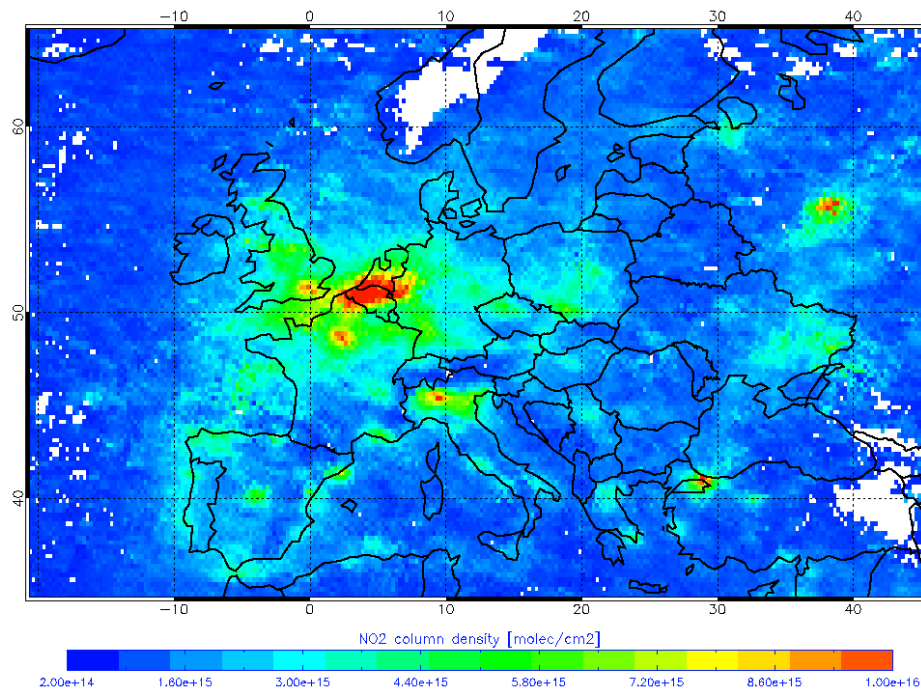


GOME2 auf Metop



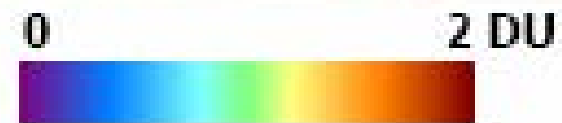
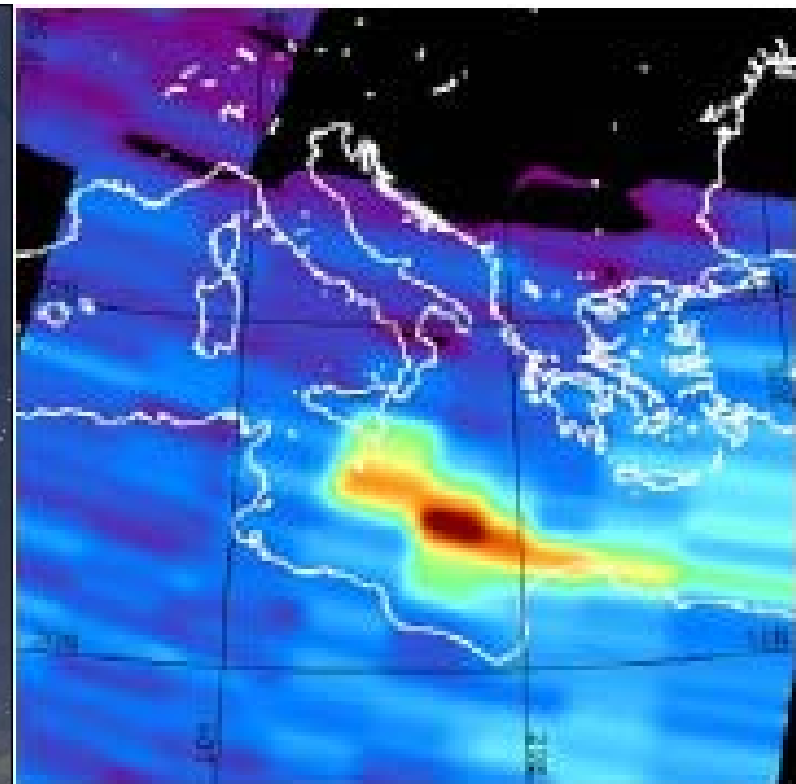


NO₂ Konzentration in Europa und Asien 04.2007



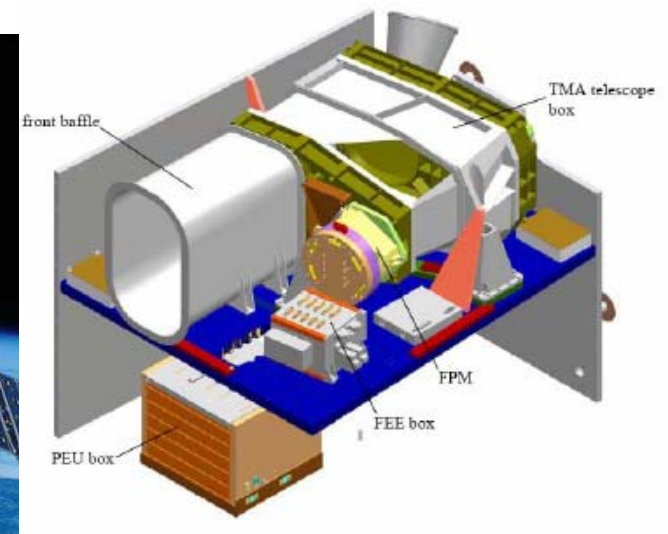
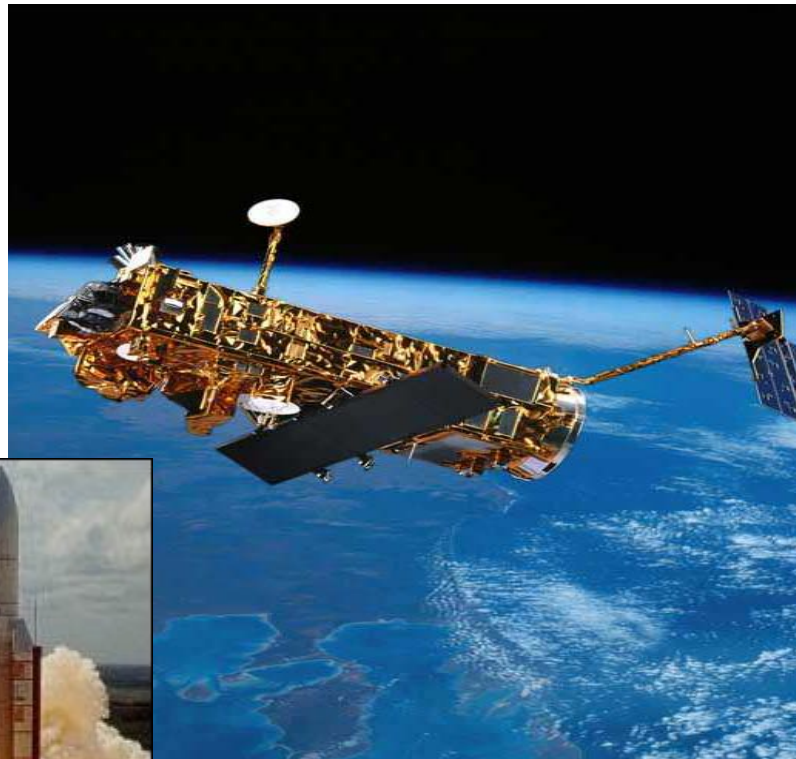


Spurengaseintrag SO₂ durch Vulkan - Aetna



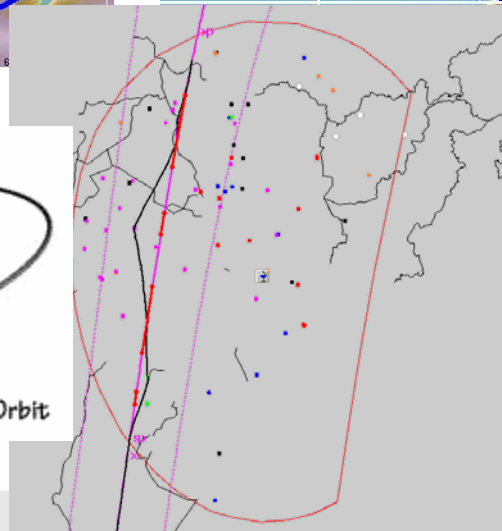
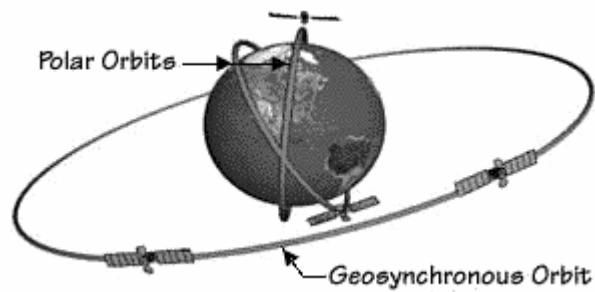
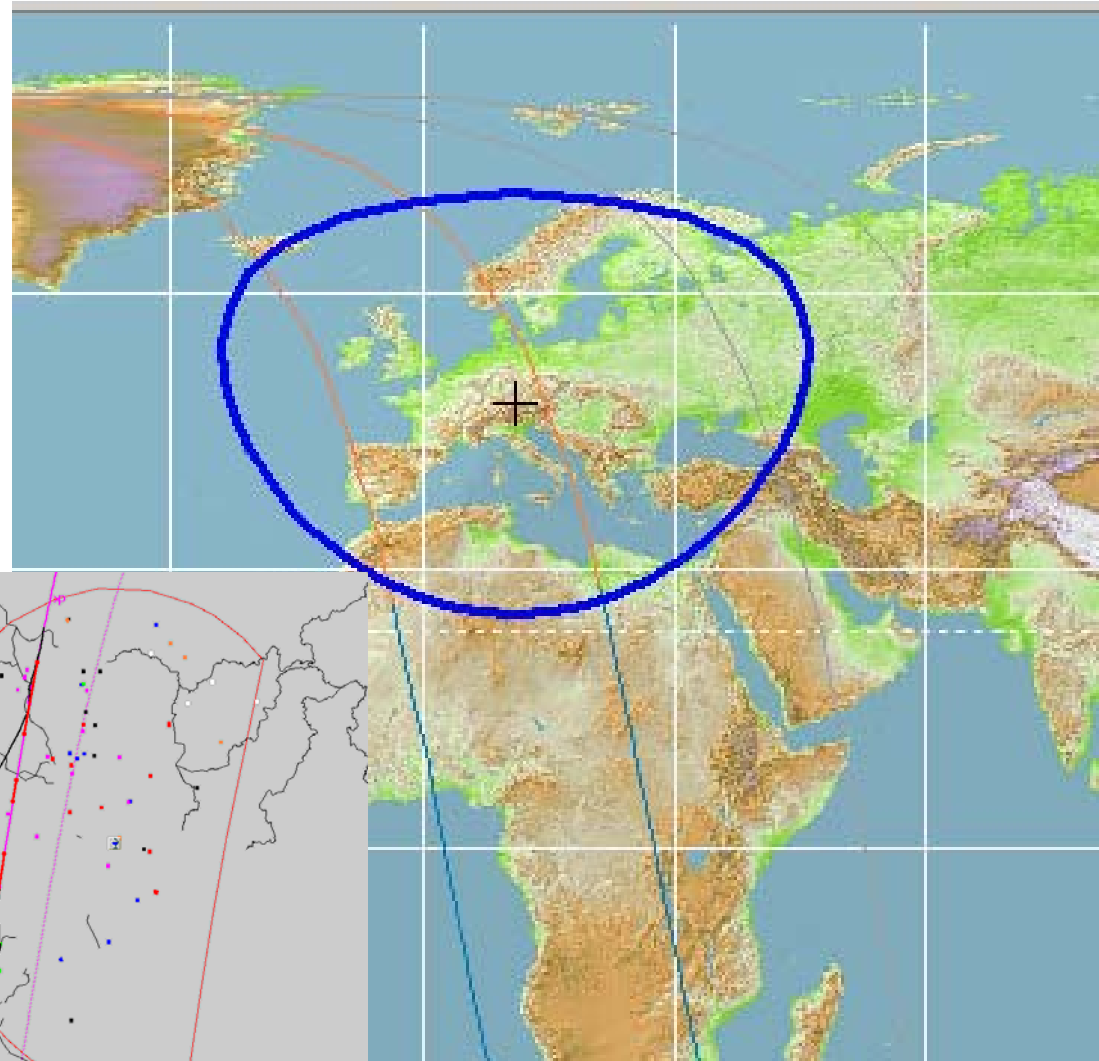


Fernerkundungssysteme: Raumsegment





Satellitenbahnen und Abbildungen





Optische Sensoren

Geometrische Auflösung/Pixel

- 1 000 m VLR
- 250 – 1 000m LR
- 50m – 250m MR
- 5m – 30m HR
- 2 m - 5m HR
- < 2 m VHR

Farbe	Wellenlänge	Anwendung
blau	0,45–0,52 μm	Gewässer; Wald
grün	0,52–0,60 μm	Intakte Vegetation
rot	0,63–0,69 μm	Pflanzenarten, Geologie
NIR	0,76–0,90 μm	Biomasse
SWIR	1,55–1,74 μm	Wassergehalt der Vegetation
TIR	10,4–12,5 μm	Stress der Vegetation
MIR	2,08–2,35 μm	Pflanzen- und Bodenfeuchte



Radiometrische Auflösung: 5 -14 bit



Mikrowellensensoren

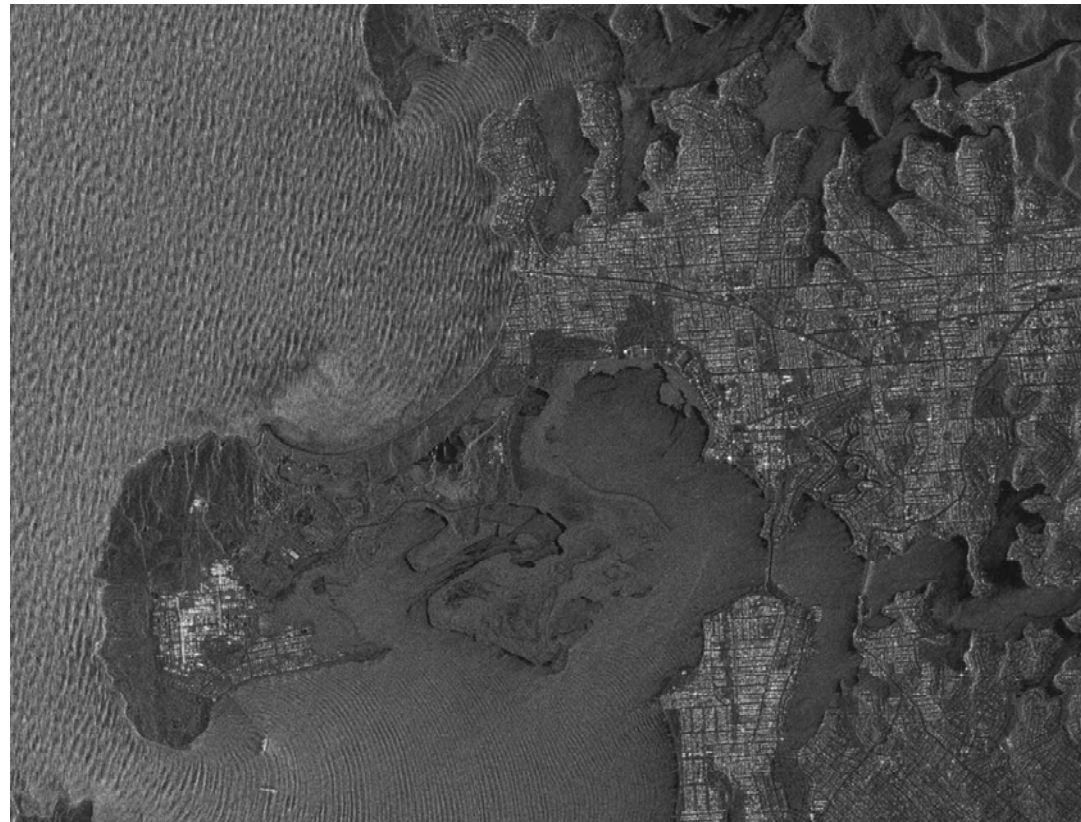
Aktive Mikrowellensensoren (Radar)

- P- Band 400MHz Untergrund
- L- Band 1300MHz Vegetation
- C- Band 5 600MHz Eis, Wasser
- X- Band 9 600MHz Infrastruktur

Passive Mikrowellensensoren

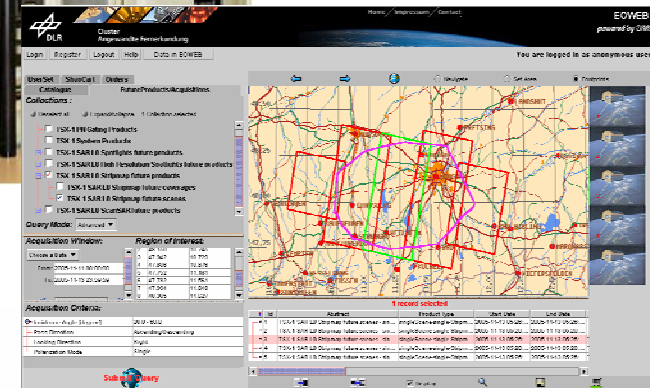
- 60 GHz Wasserdampf
- 96 GHz Niederschlag

LIDAR Sensoren



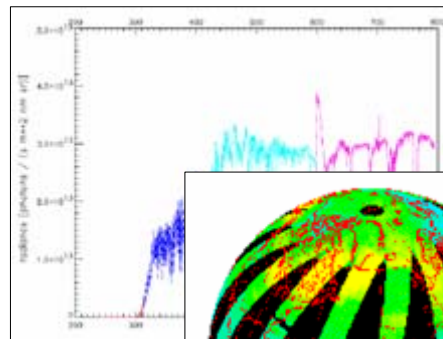


Fernerkundungssysteme: Bodensegment

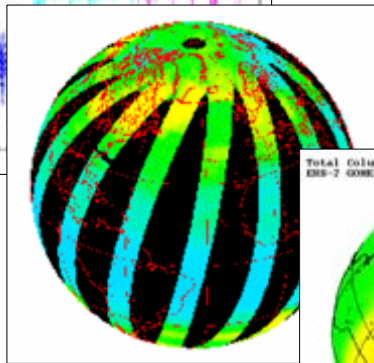




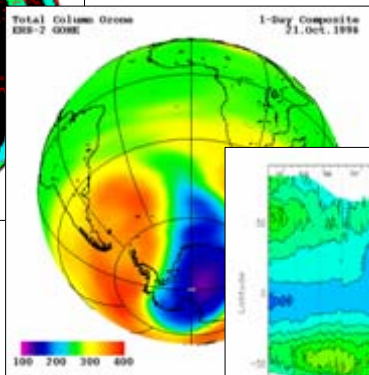
Von der Methodik zur **operativen** Nutzung



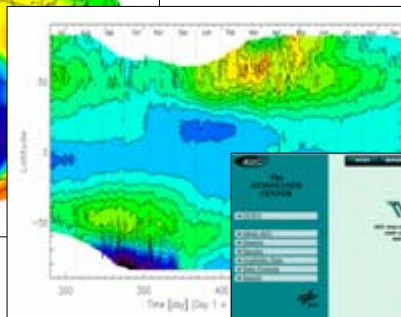
Kalibrierung
Georeferenzierung



Retrieval, Kartierung
Validierung



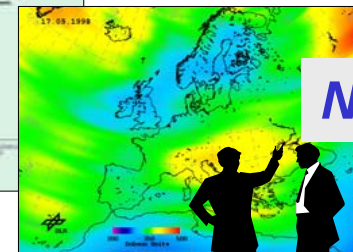
Assimilierung
Modellierung



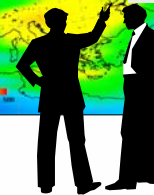
Analyse
Auswertung



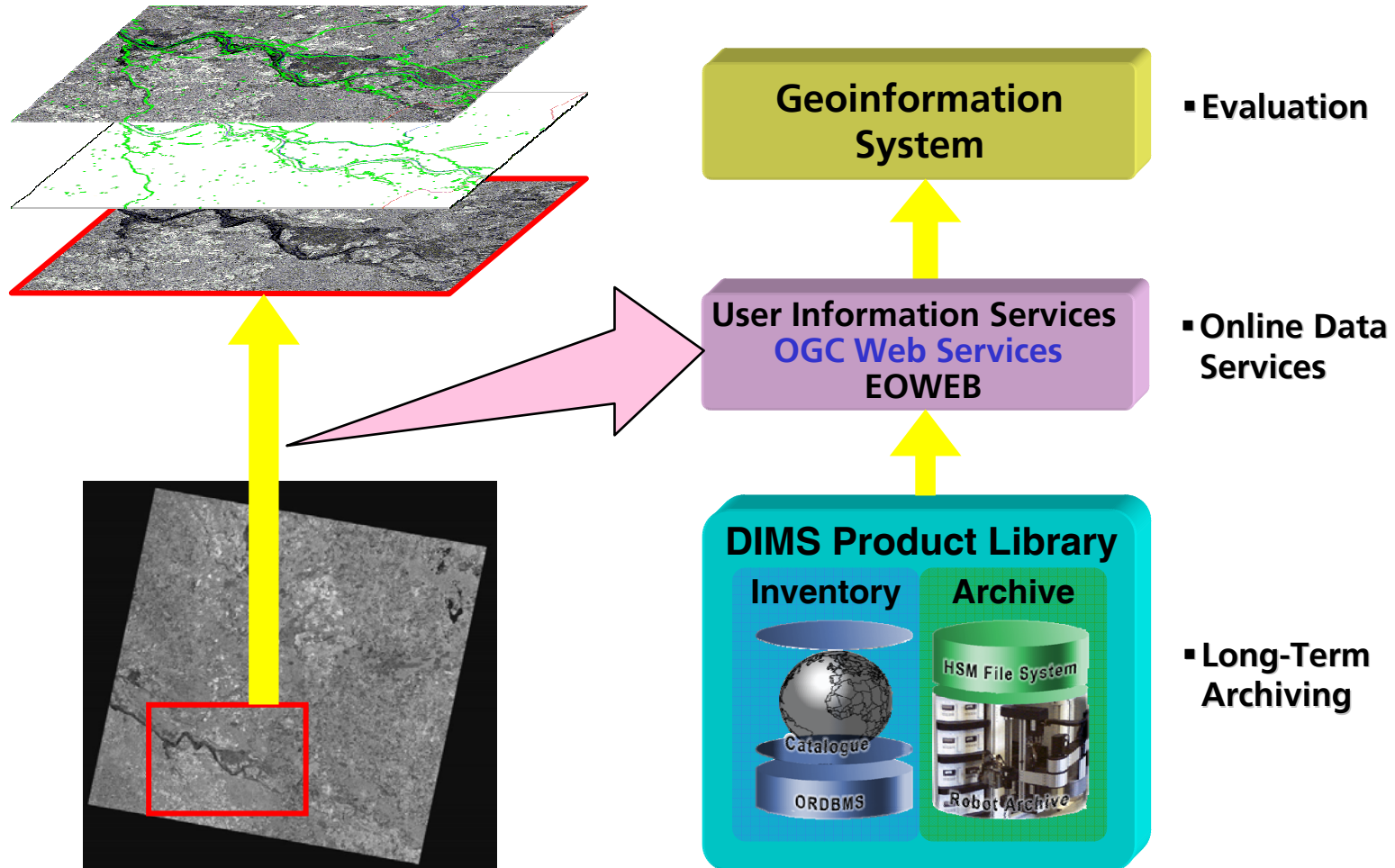
Archivierung, Zugriff



Nutzung

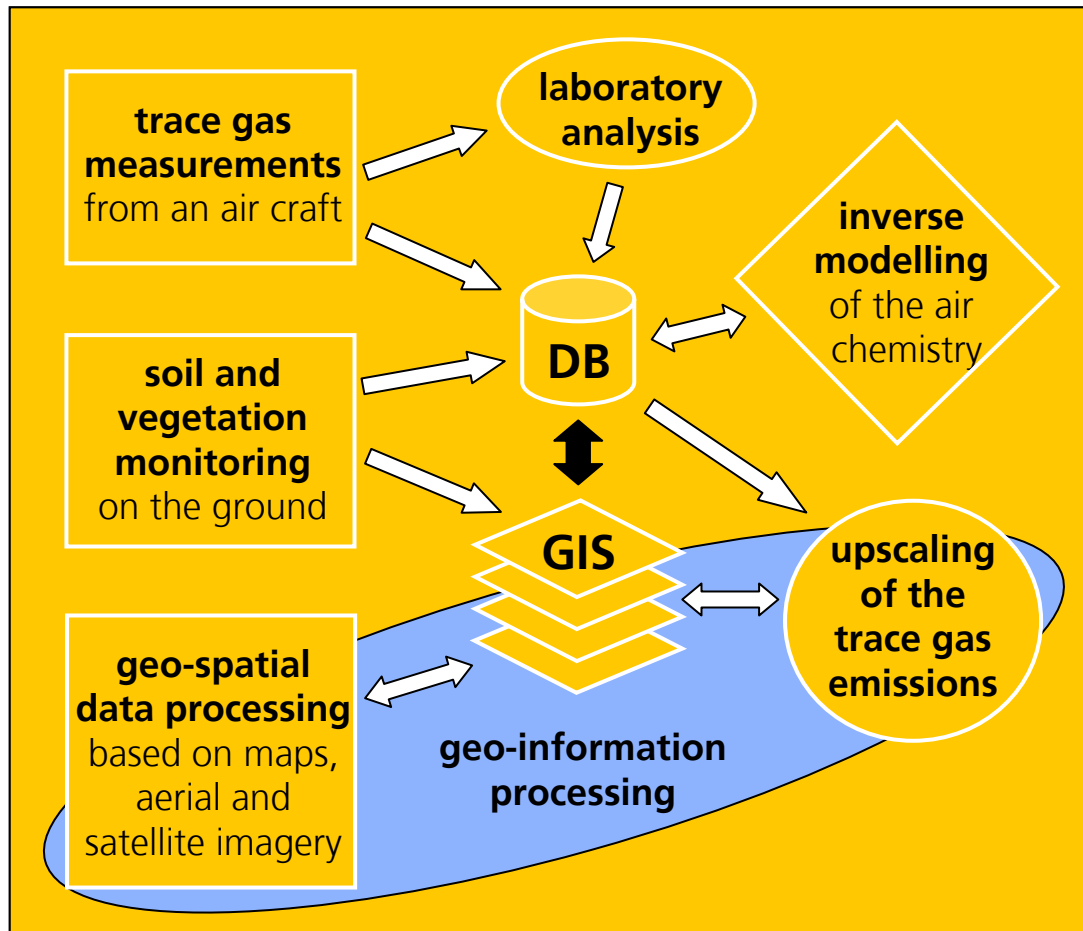


Integration von Geo- und Fernerkundungsdaten in GIS



- Functionalities: e.g. Scene selections, Map-projections, Format-conversions

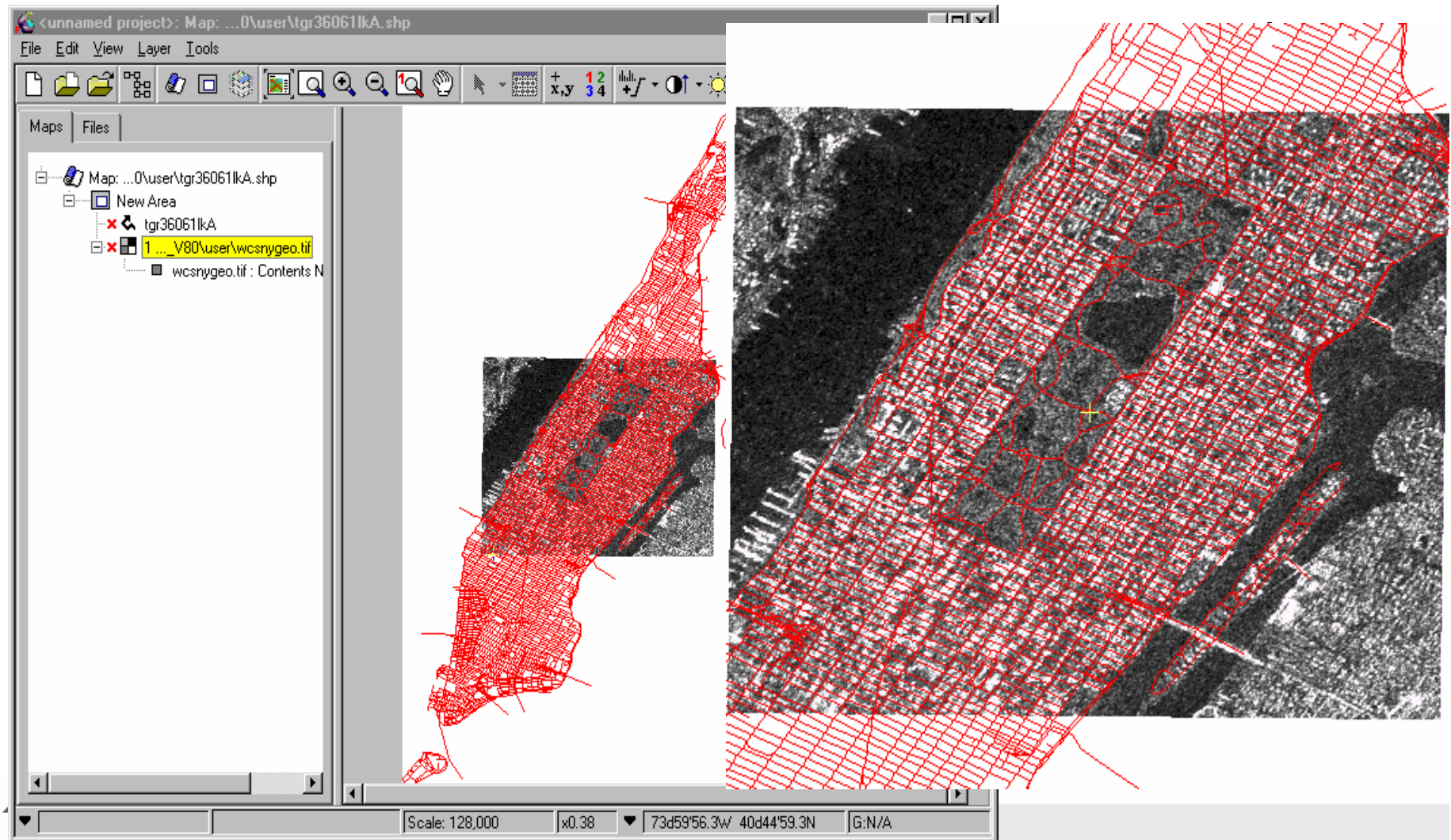
GIS Integration



- Mapping of vegetation development
- Habitat mapping and monitoring
- GIS set-up with data layers concerning LU/LC and environmental parameters
- Air craft measurements of trace gases
- Development of a model to simulate the trace gas exchange between tropical forest ecosystems and the atmosphere



WCS Result: GeoTIFF (UTM 18N)





**Fernerkundung zur
Gewinnung von Basisdaten
von Landoberfläche und Ozean
sowie deren Veränderungen**



Fernerkundung der Landoberfläche

➤ Erstellung von Basis-Kartierung

- Erstellung von Basiskarten mit kleinem Maßstab
- Topographie und Höhenmodelle
- Thematische Karten (Ist Zustand)
 - Landnutzung, nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, Klassifizierung
 - Urbane Entwicklung, Landdegradation, Bodenerosion
 - Biodiversität, Naturschutz,

➤ Dynamik und Veränderung

- Risikoanalysen und Gefahrenvorhersage
- Information im Katastrophenfall, Schadenkartierung

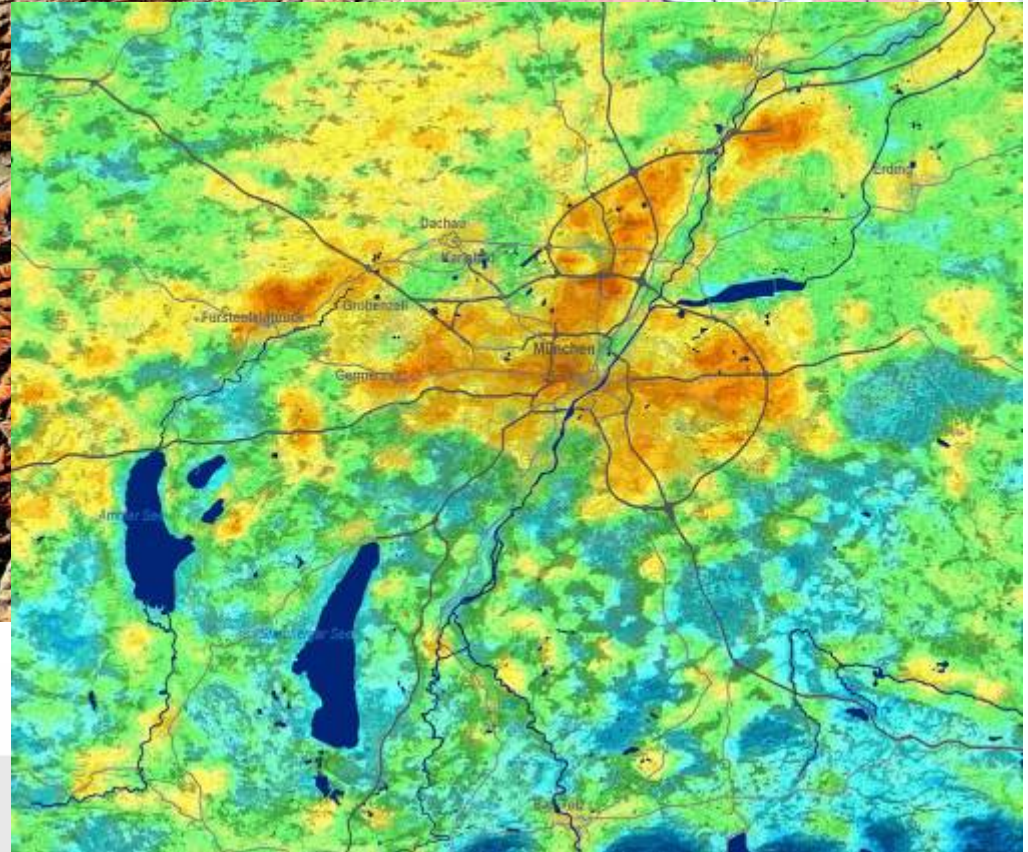
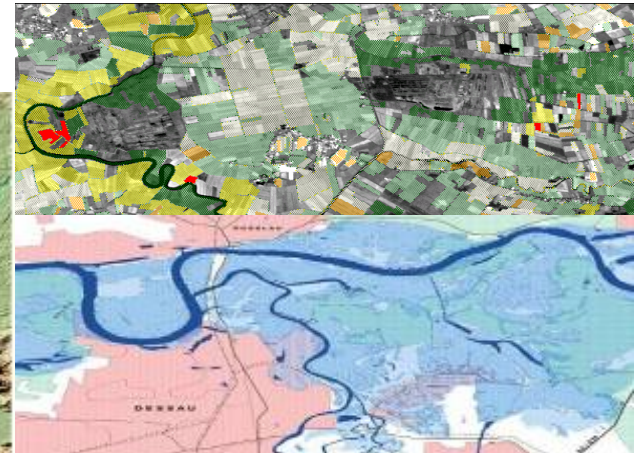
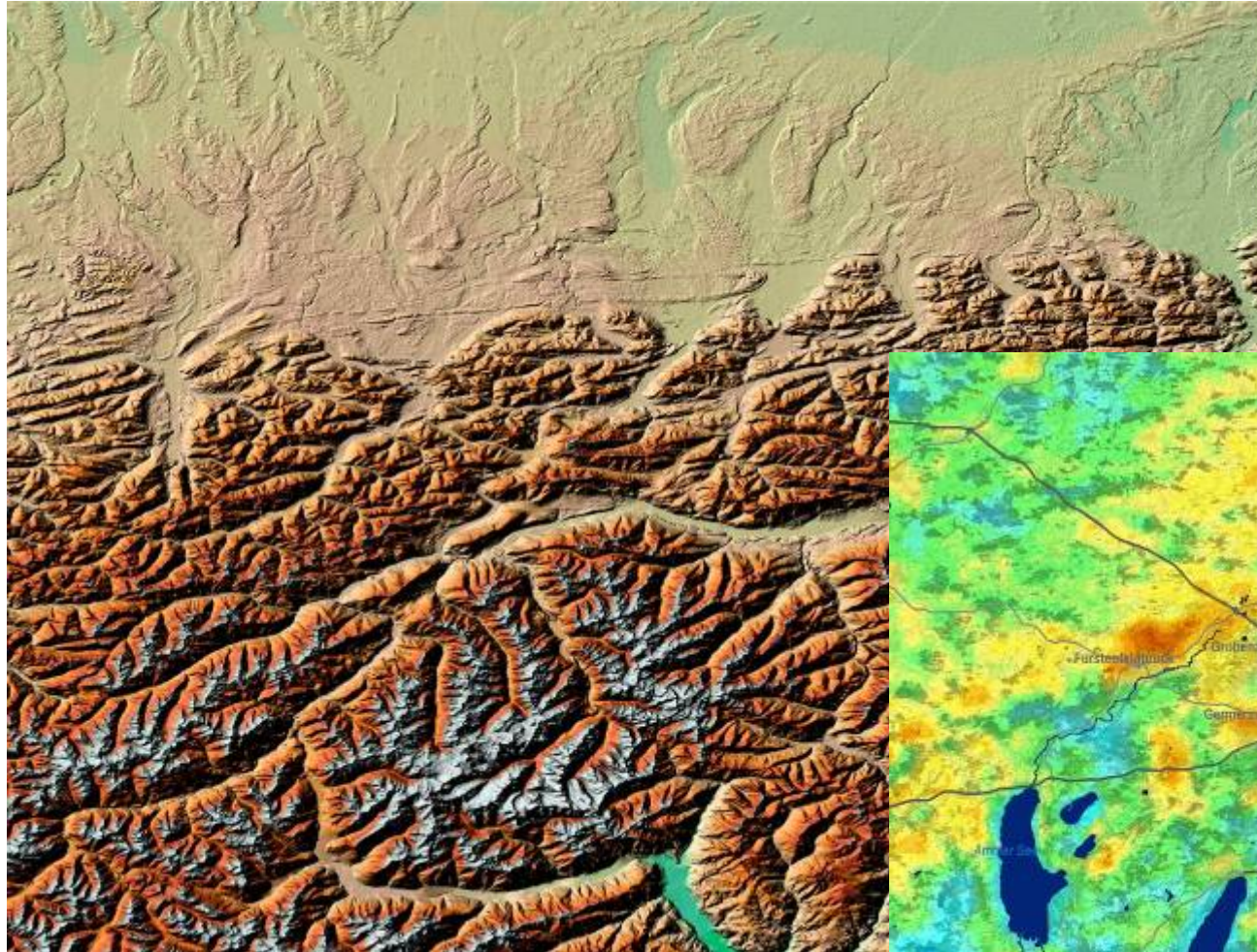


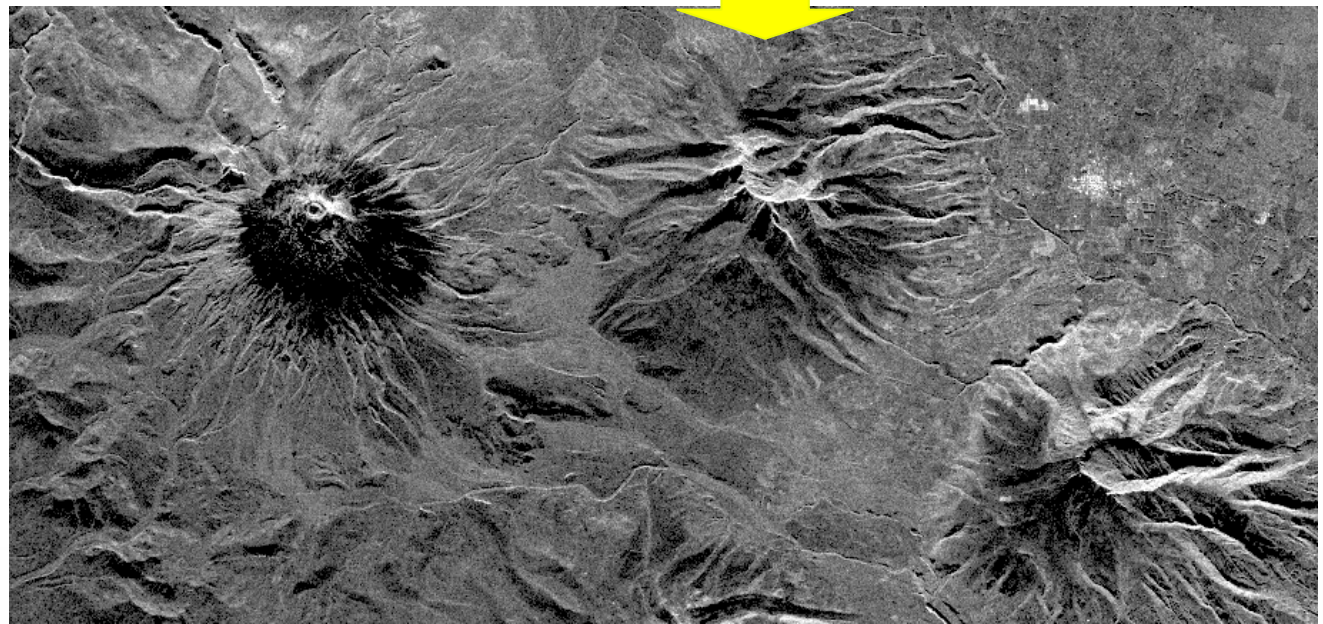
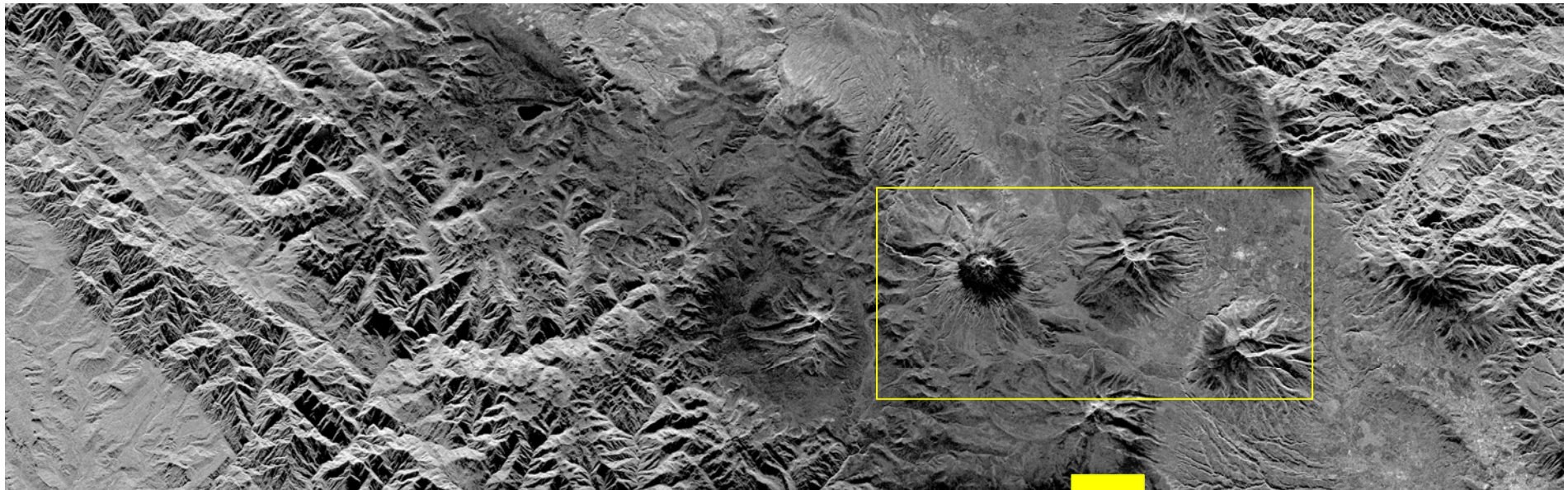
Militärische Einrichtungen - Infrastruktur





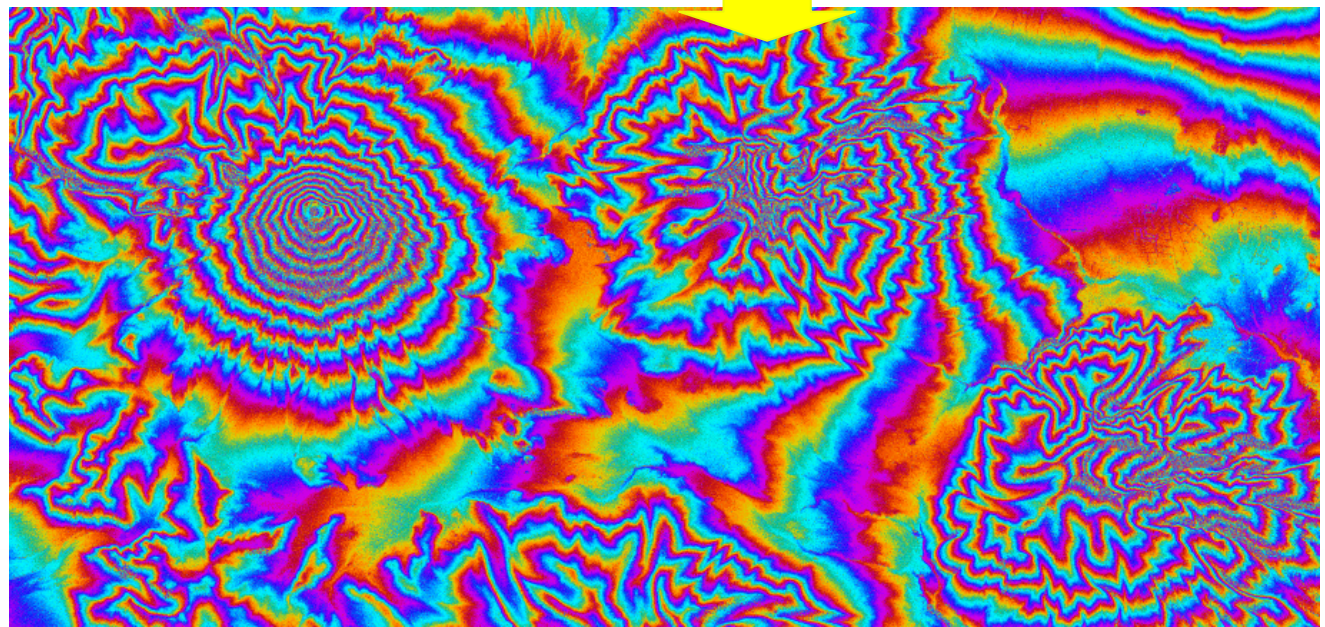
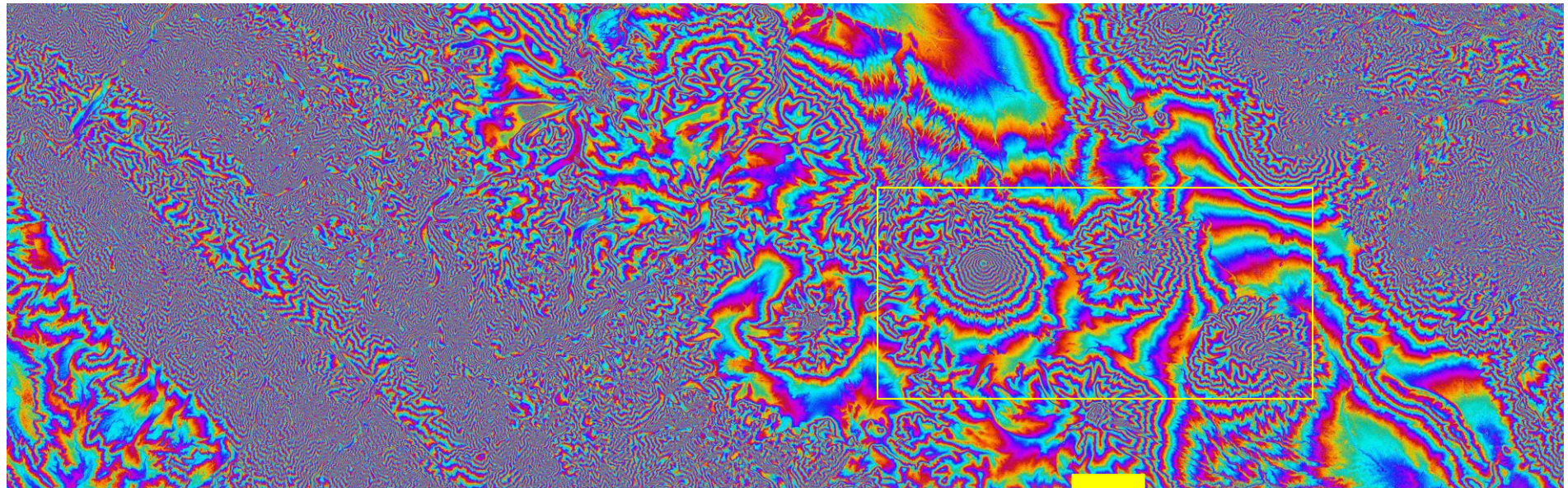
Land Monitoring





Topographie der Erde

Vulkan Cotopaxi
Ecuador
SRTM/X-SAR Intensität

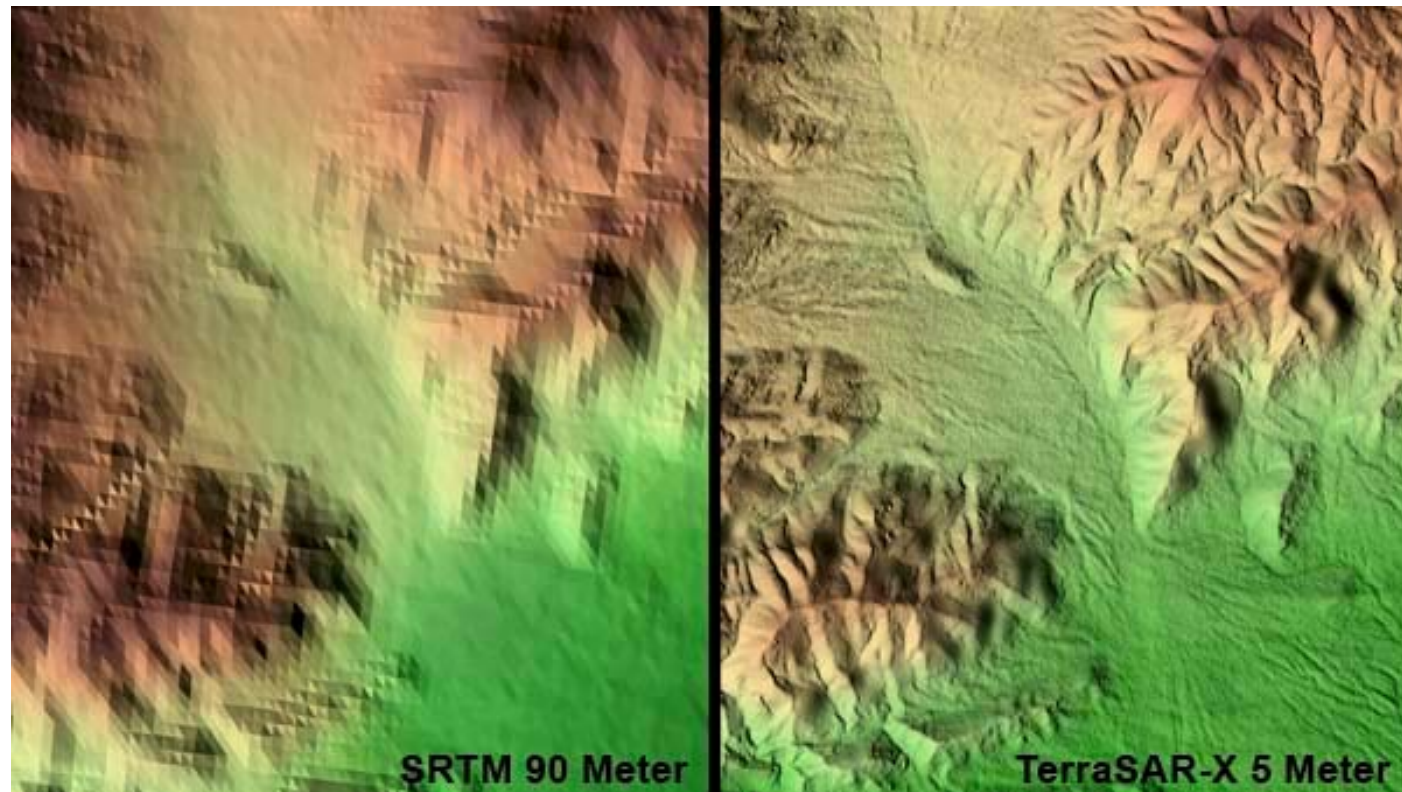


**Topographie der Erde
Vulkan Cotopaxi
Ecuador
SRTM/X-SAR
Interferogramm**





Topographie der Erde – weitere Verbesserungen





3D-Prozessierung: Erstellung digitaler Oberflächenmodelle aus Stereo-Satellitendaten

- Operationell: mittlere Auflösung (10-20 m), MOMS, SPOT
- Neu: ALOS/Prism, Cartosat-1 (2,5 m Auflösung)
- Stadtmodelle (aus hochaufgelösten Satellitendaten, z.B. IKONOS, QuickBird: ca. 1 m)



Akropolis, Athen



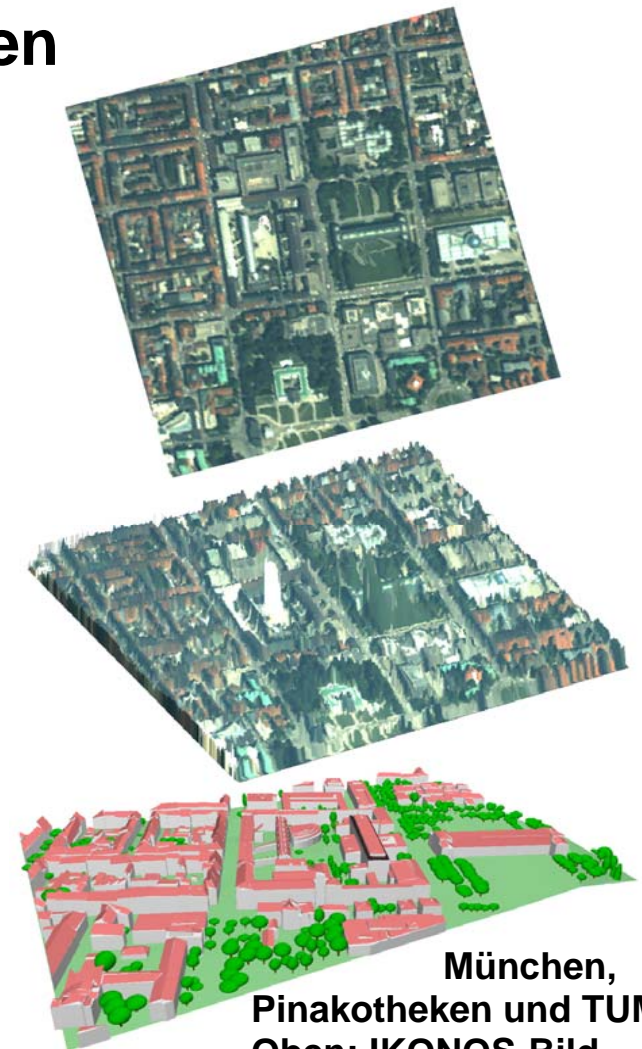
Stadtmodelle aus hochaufgelösten Weltraum-Stereodaten

➤ Ziel

- Dreidimensionale Modellierung von städtischen Gebieten
- Weitgehend automatisch, ohne Vorwissen

➤ Anwendungen

- Erfassung von Änderungen (auch 3D)
- Zivile Sicherheit, Katastrophen
- Stadtkartierung, Megacity-Entwicklung

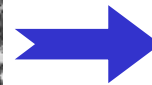


München,
Pinakotheken und TUM
Oben: IKONOS-Bild
Mitte: Oberflächenmodell
Unten: 3D-Modell



Straßenextraktion aus Luft- und Satellitenbildern

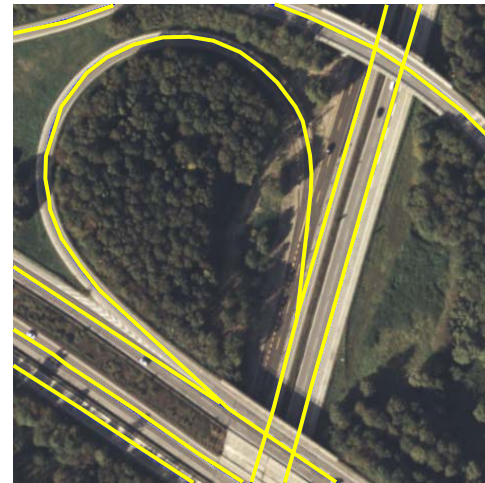
- Konsistenzprüfungen von bestehenden Straßendaten
- Effizienter Aufbau, Fortführung und Anreicherung von Straßendatenbanken



Achsen + Attribute



Geometrische Genauigkeit Straßendatenbank (Navteq)



Autobahn:

0 - 6 m



Kleine Land- und
Nebenstraßen:

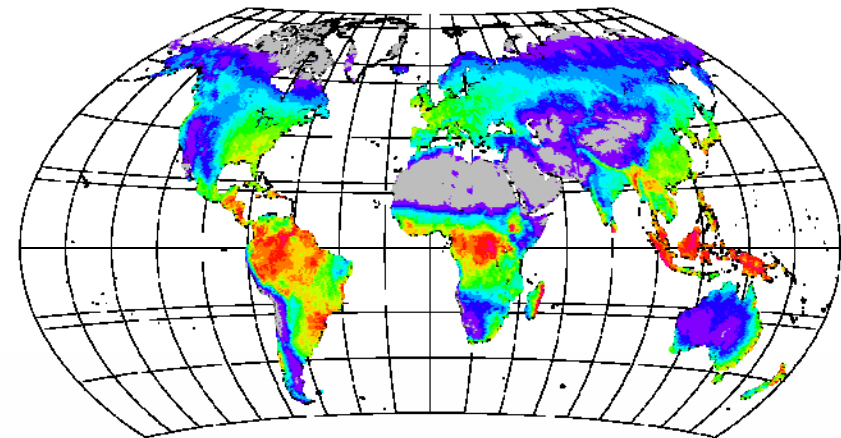
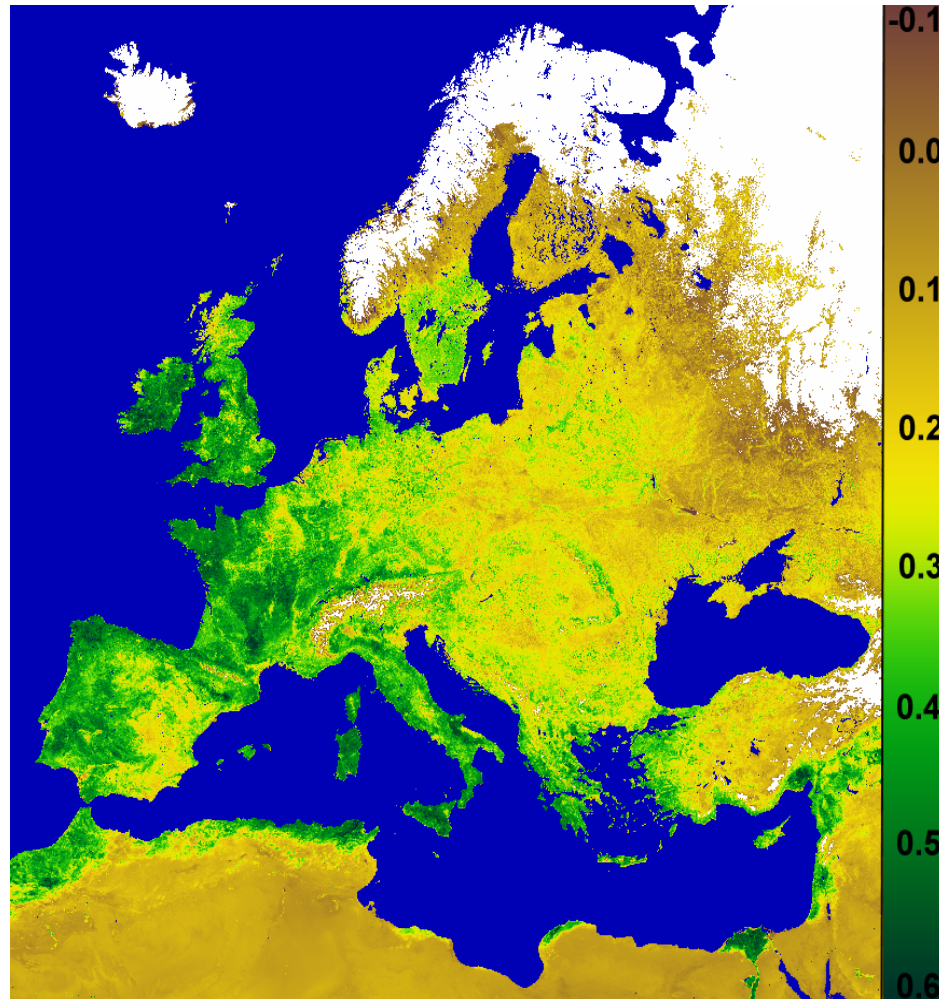
bis zu 30 m



Fernerkundung der Vegetation

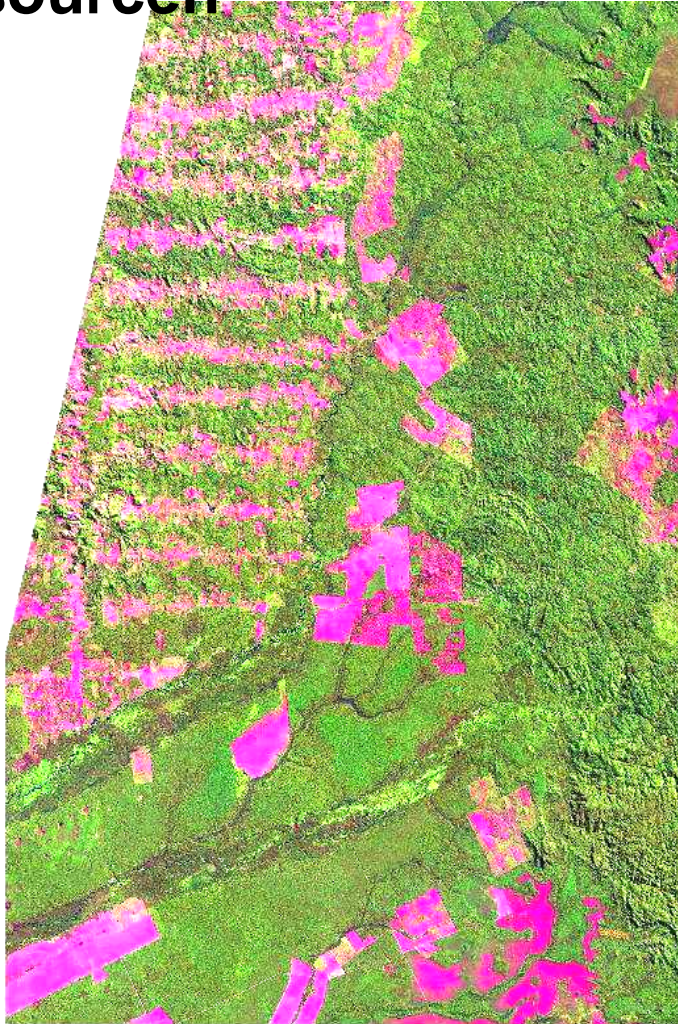
... *Ein Schlüssel zum Verständnis einer Vielfalt von Prozessen*

- Versteppung
- Landnutzung
- Kahlschlag und Wiederaufforstung, Waldbrände
- Nahrungsmittel
- Primär Produktion





Change Detection und Management natürlicher Ressourcen



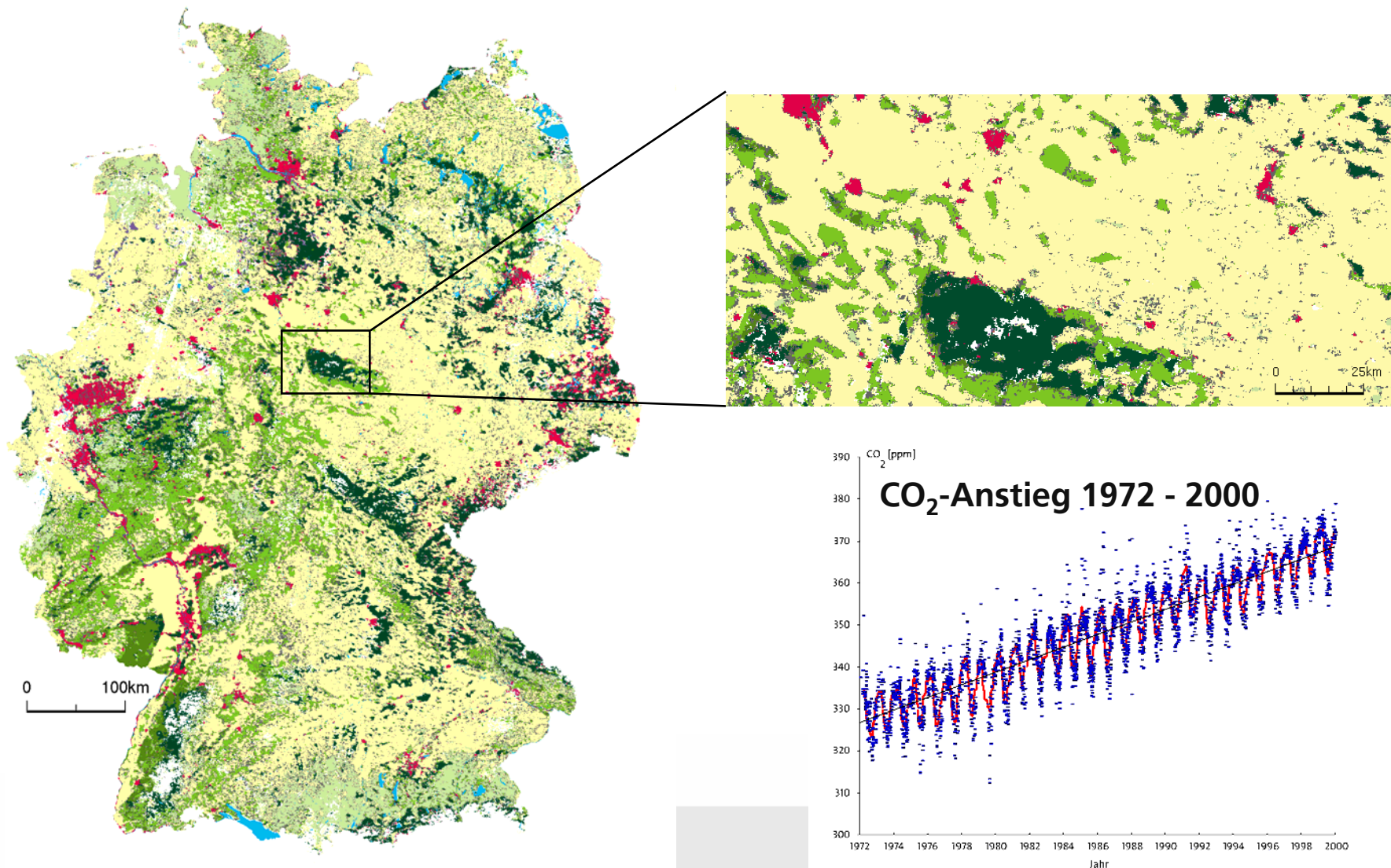
1987



1997

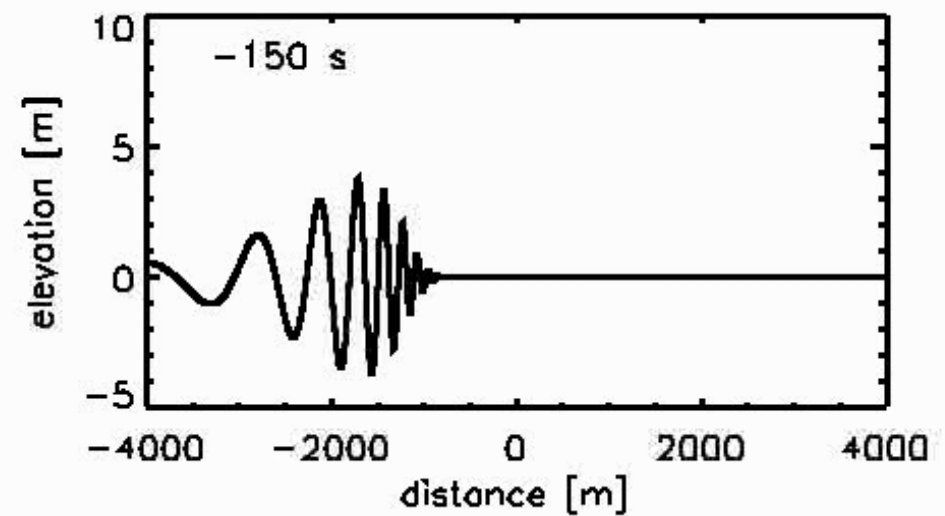
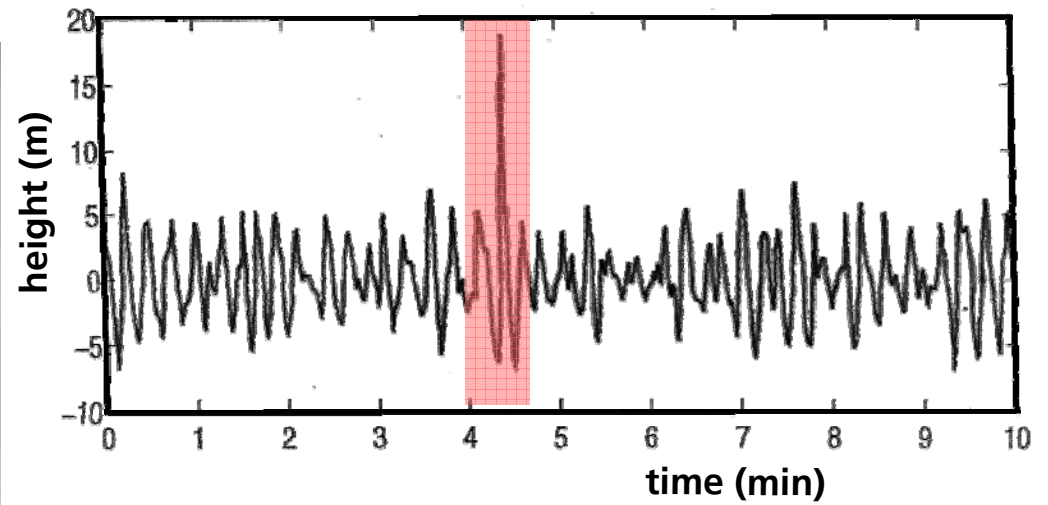


Landnutzungskartierung aus Satellitendaten



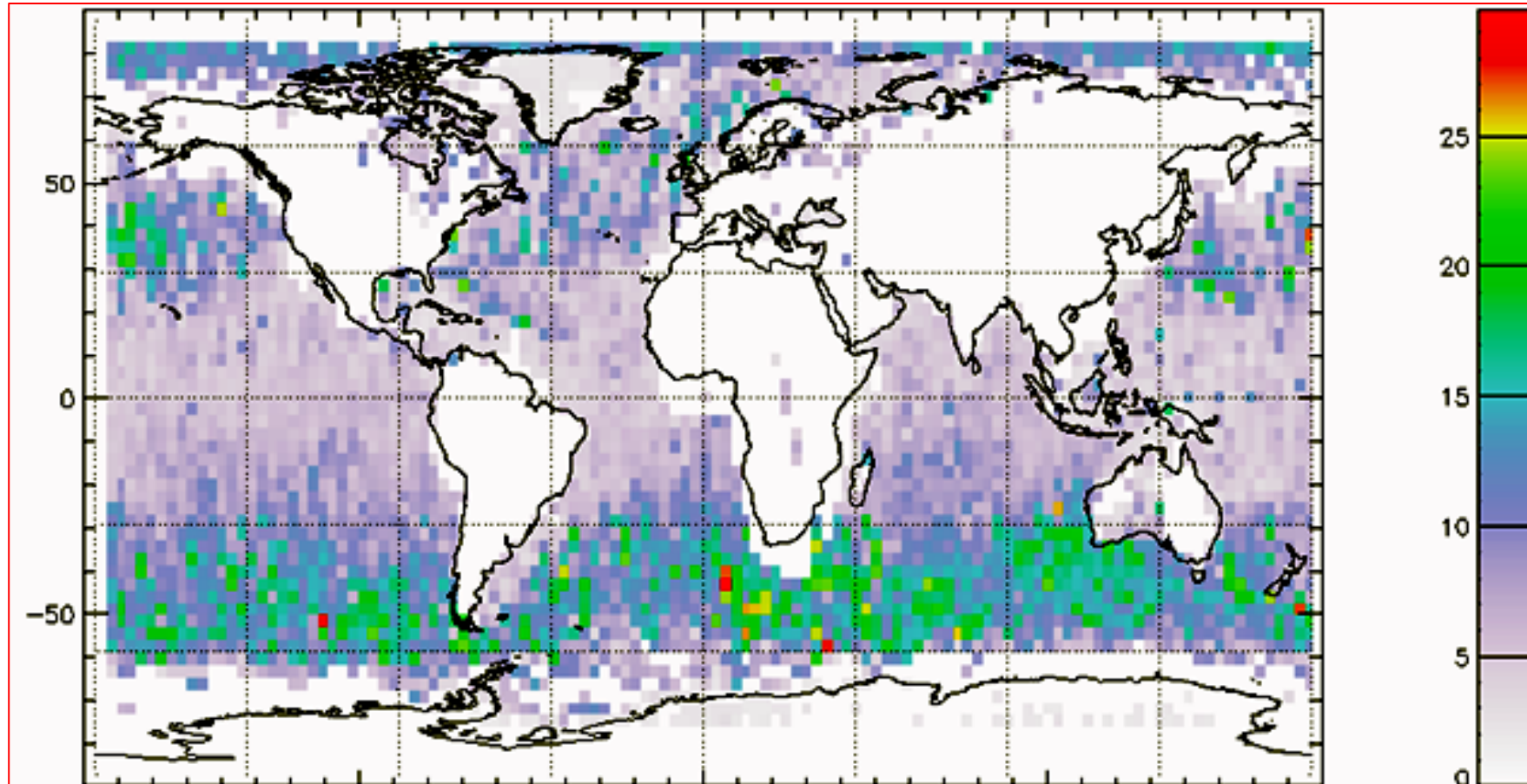


Extremwellen: Gefahr für Schiffe und Offshore Konstruktionen





Extremwellen in Globalen Radar Daten

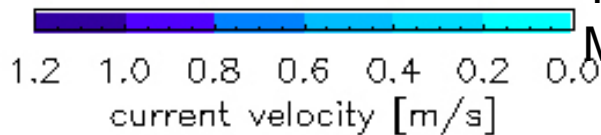
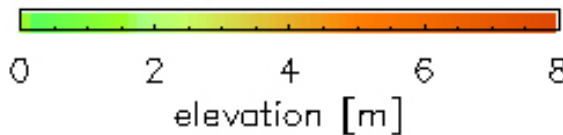


World map showing extreme waves
in RS radar images at 30 m resolution

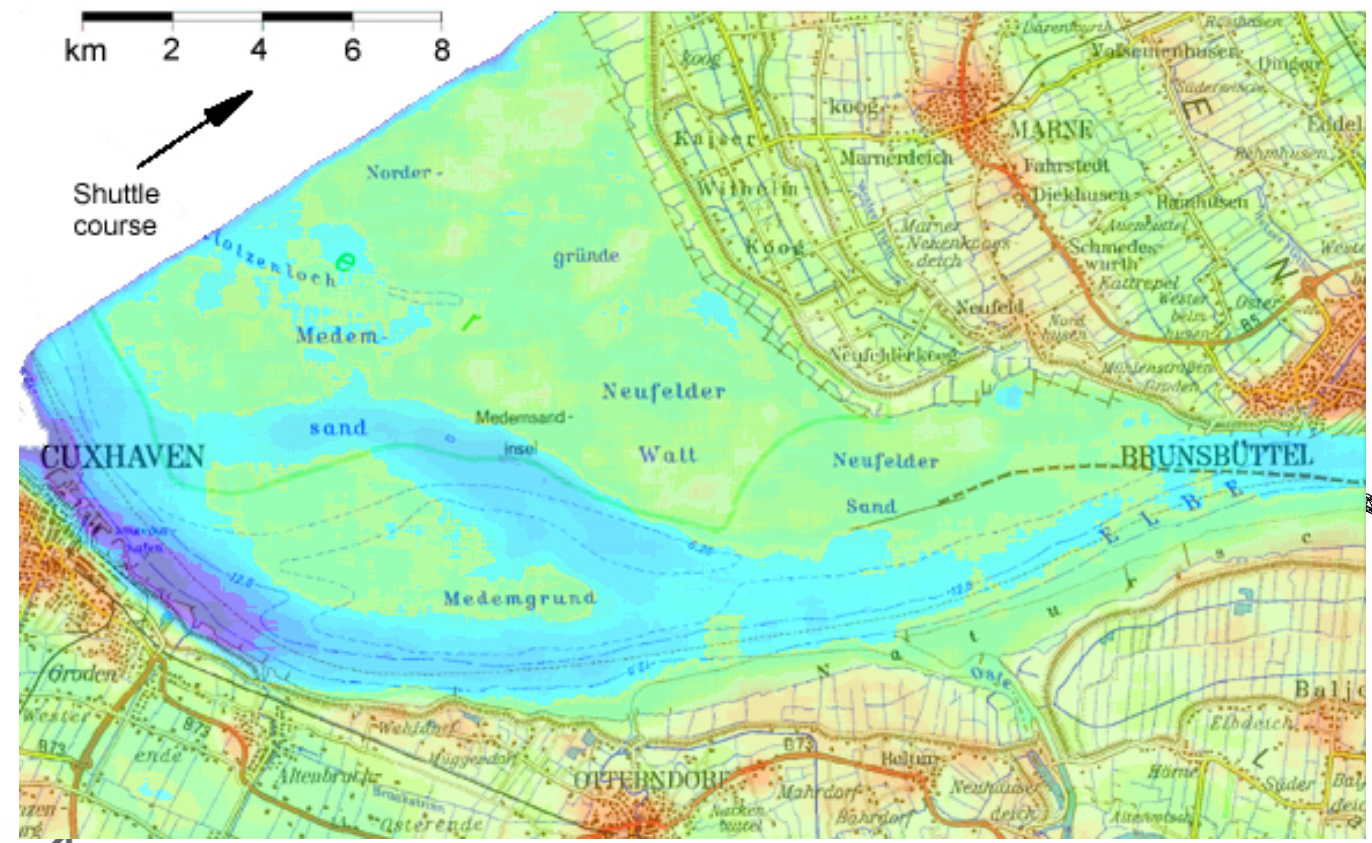
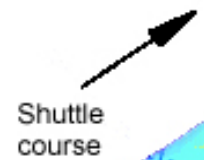


Messung der Meeresströmung mit Interferometrie

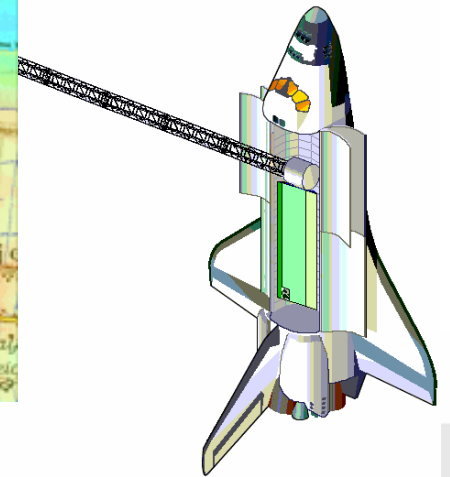
Currents in the river Elbe



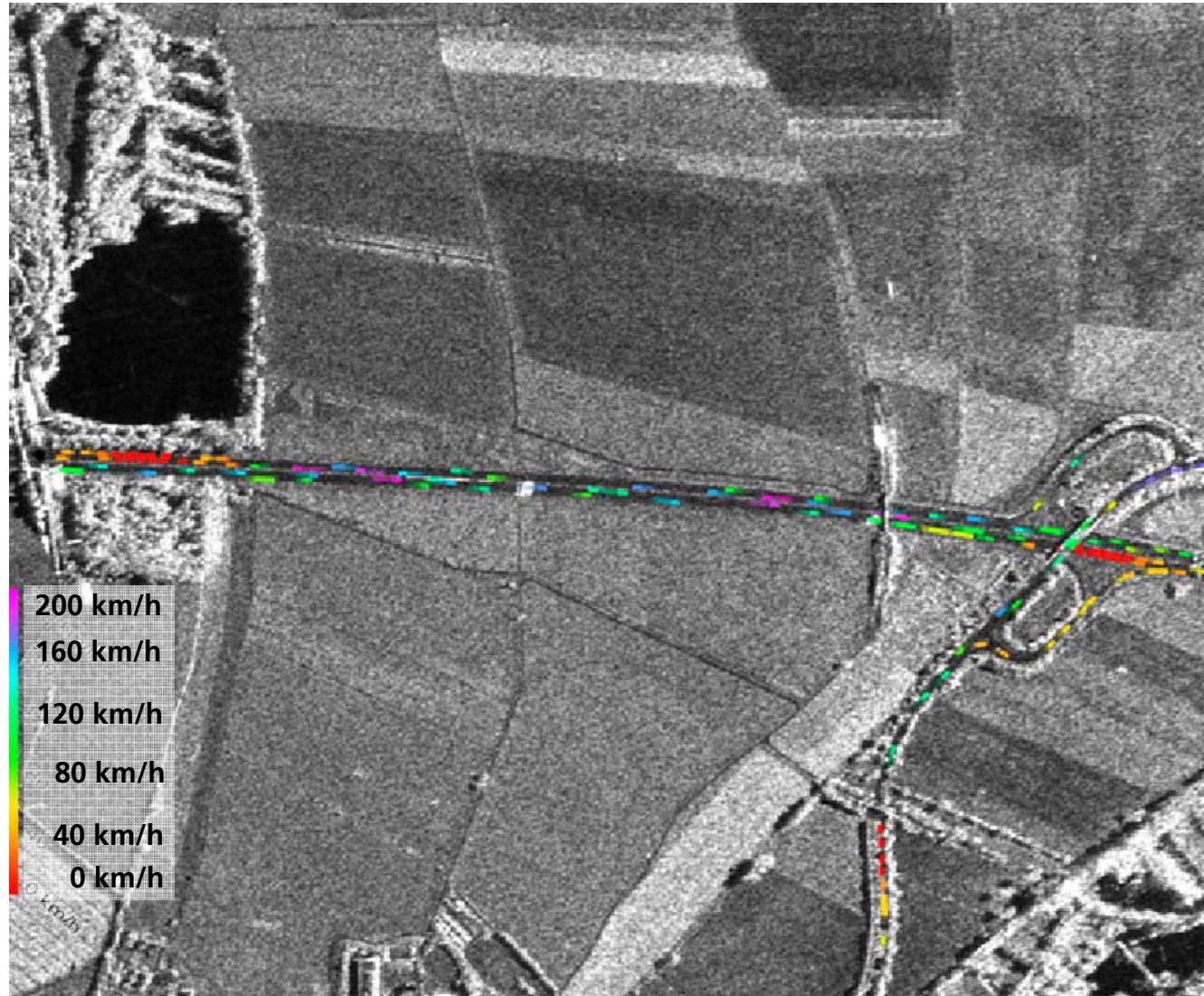
Radar
Topographie
Mission (SRTM)



11-23 Feb, 2000



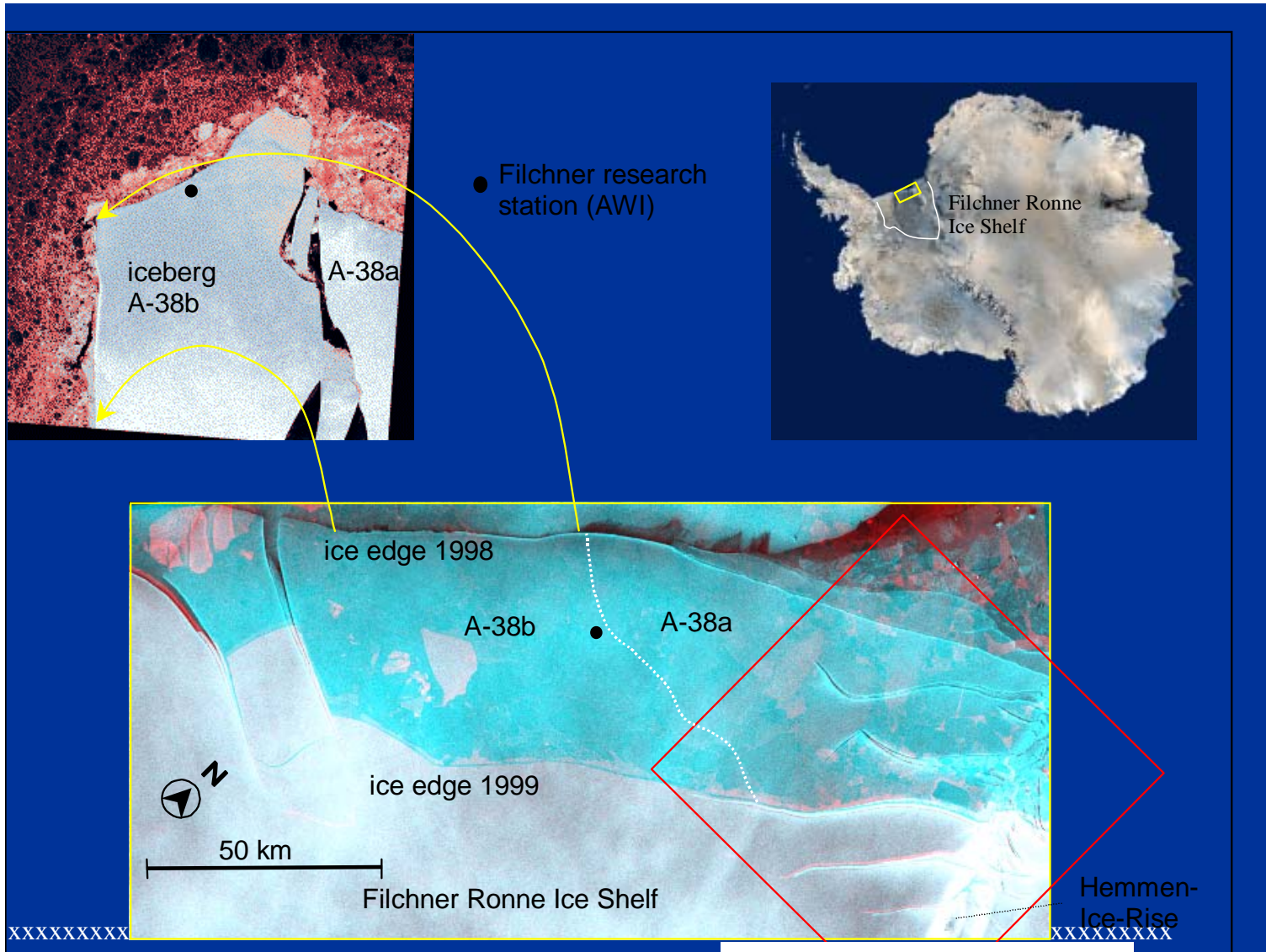
Experimentelle Verkehrsüberwachung mit Radarsensoren



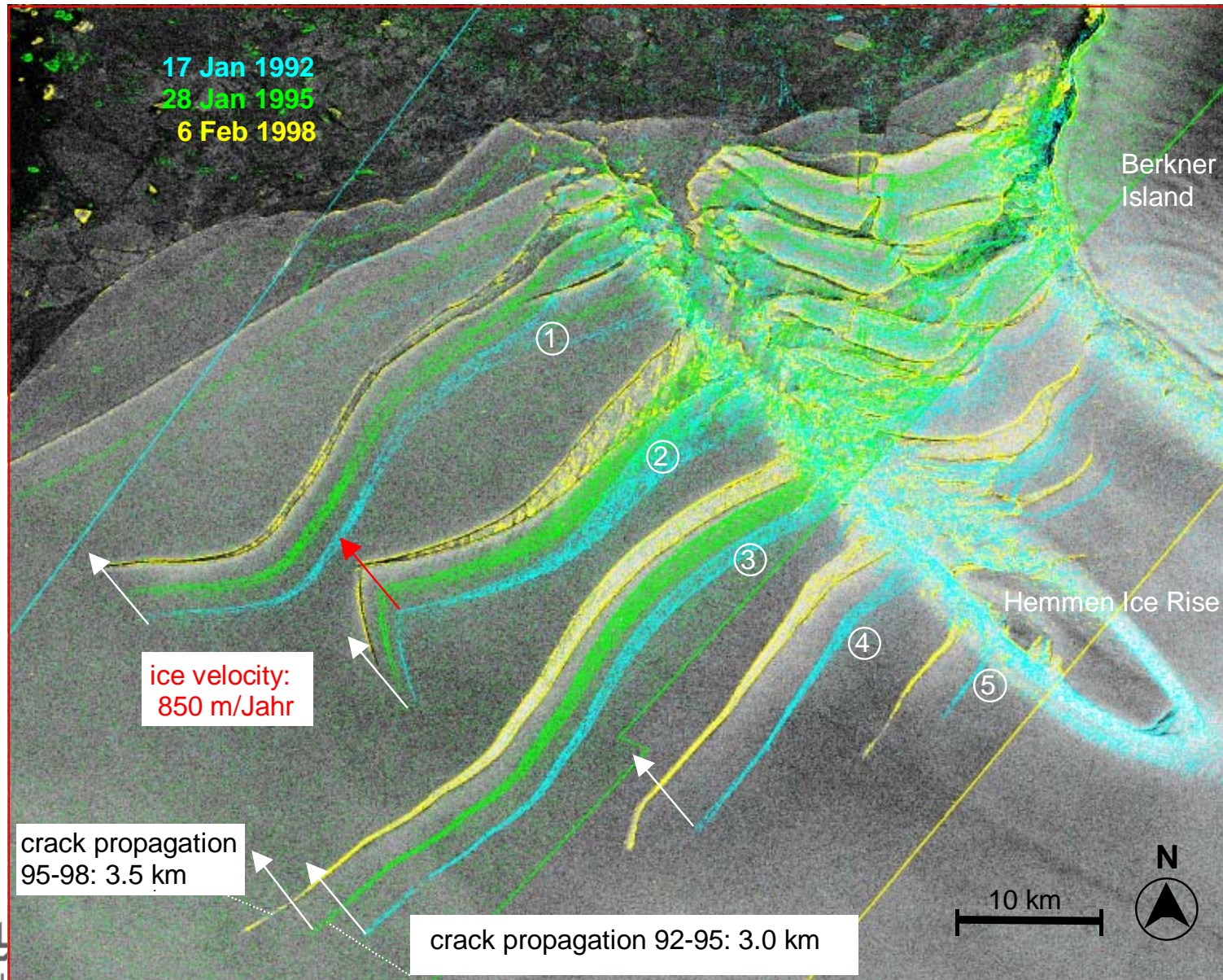
- Experimentelle Überwachung von Verkehrsflüssen mit sog. Along Track Interferometry ATI
- Geplant für TerraSAR-X
- Simuliertes Bild mit SRTM Daten und farbkodierter Geschwindigkeit der Fahrzeuge



Eis-Abbruch am Filchner Eisschelf in der Antarktis



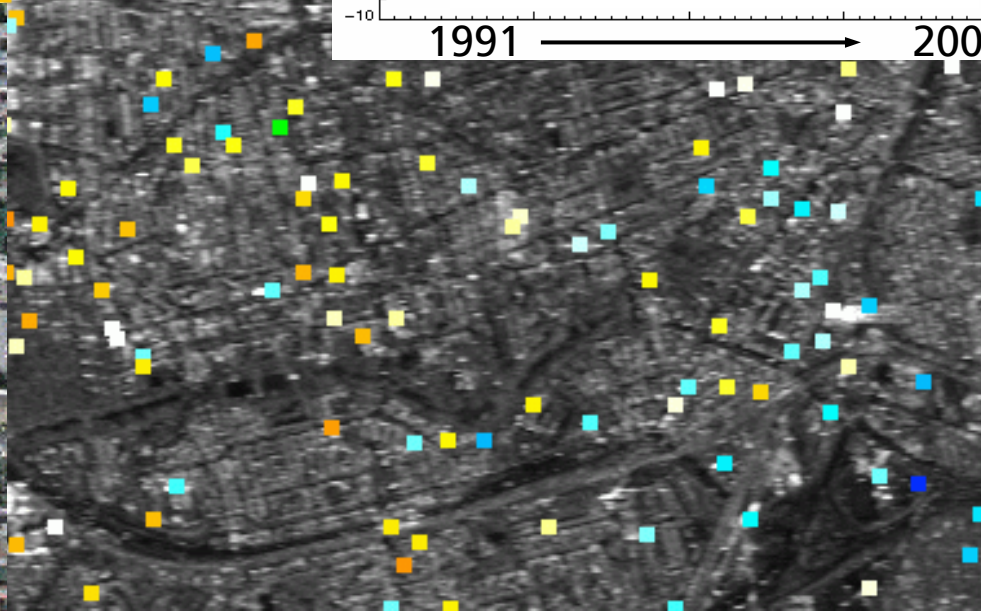
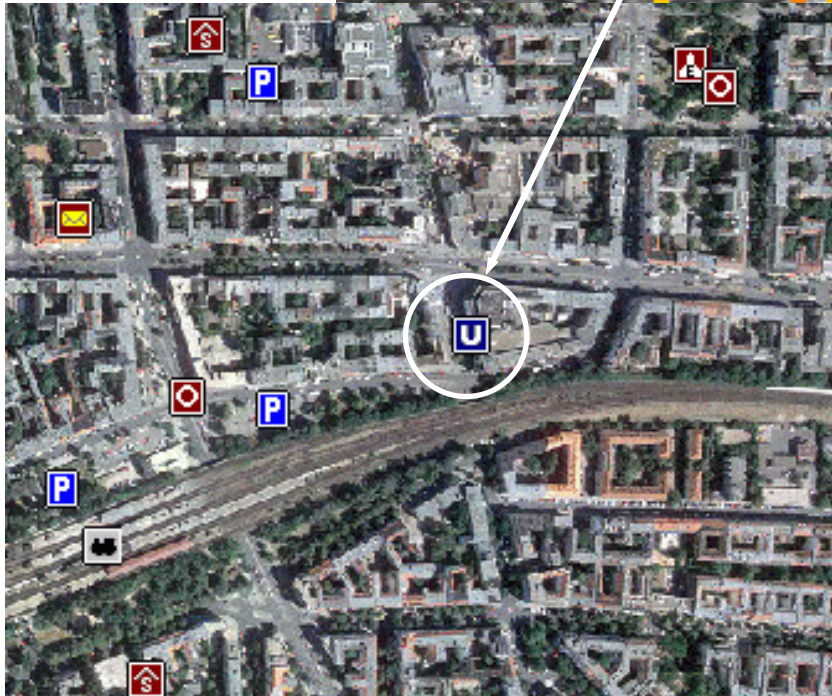
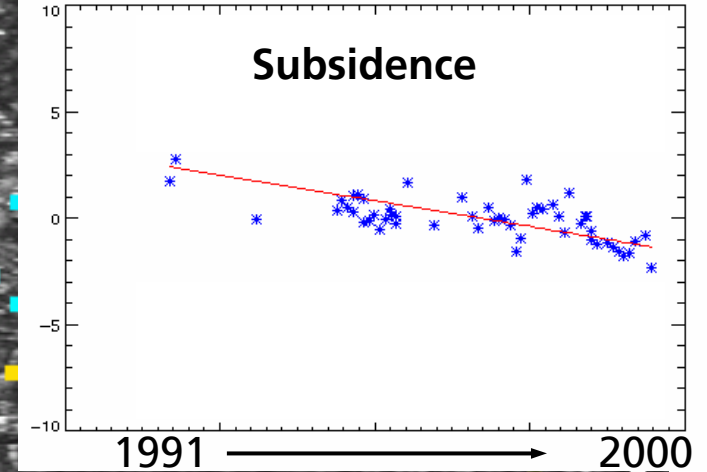
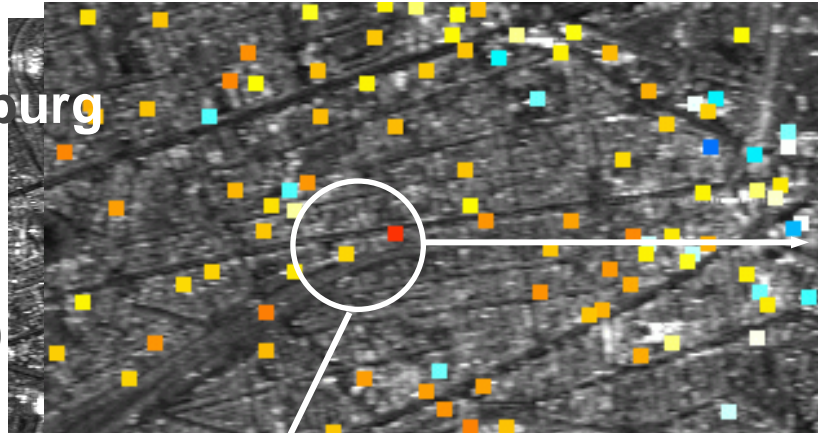
Historie der Abbruchformation bis zum Kalben (1998)



Kartierung von Risikogebieten Senkungen

Charlottenburg

1991 - 2000



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.
in der Helmholtz-Gemeinschaft

subsidence in mm/year:

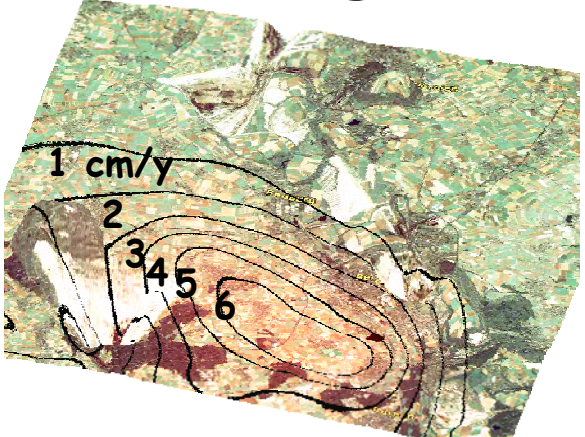
2.5 mm/year



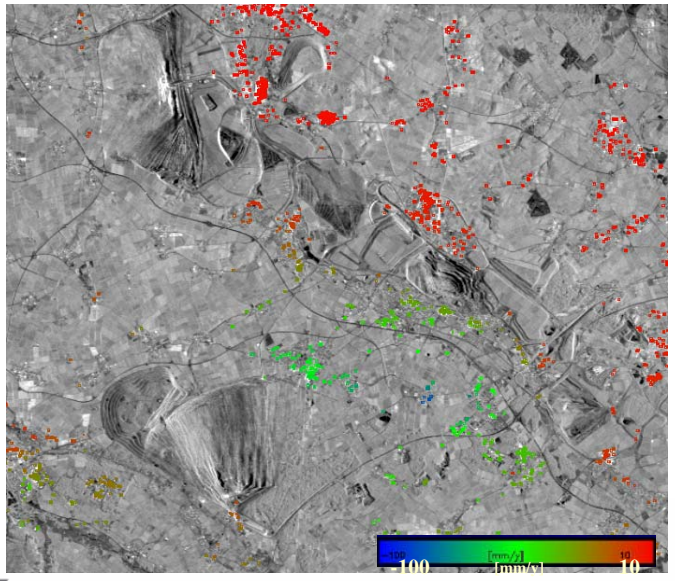
Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum



Bodensenkungsmessung mit perm. scatter Interferometrie

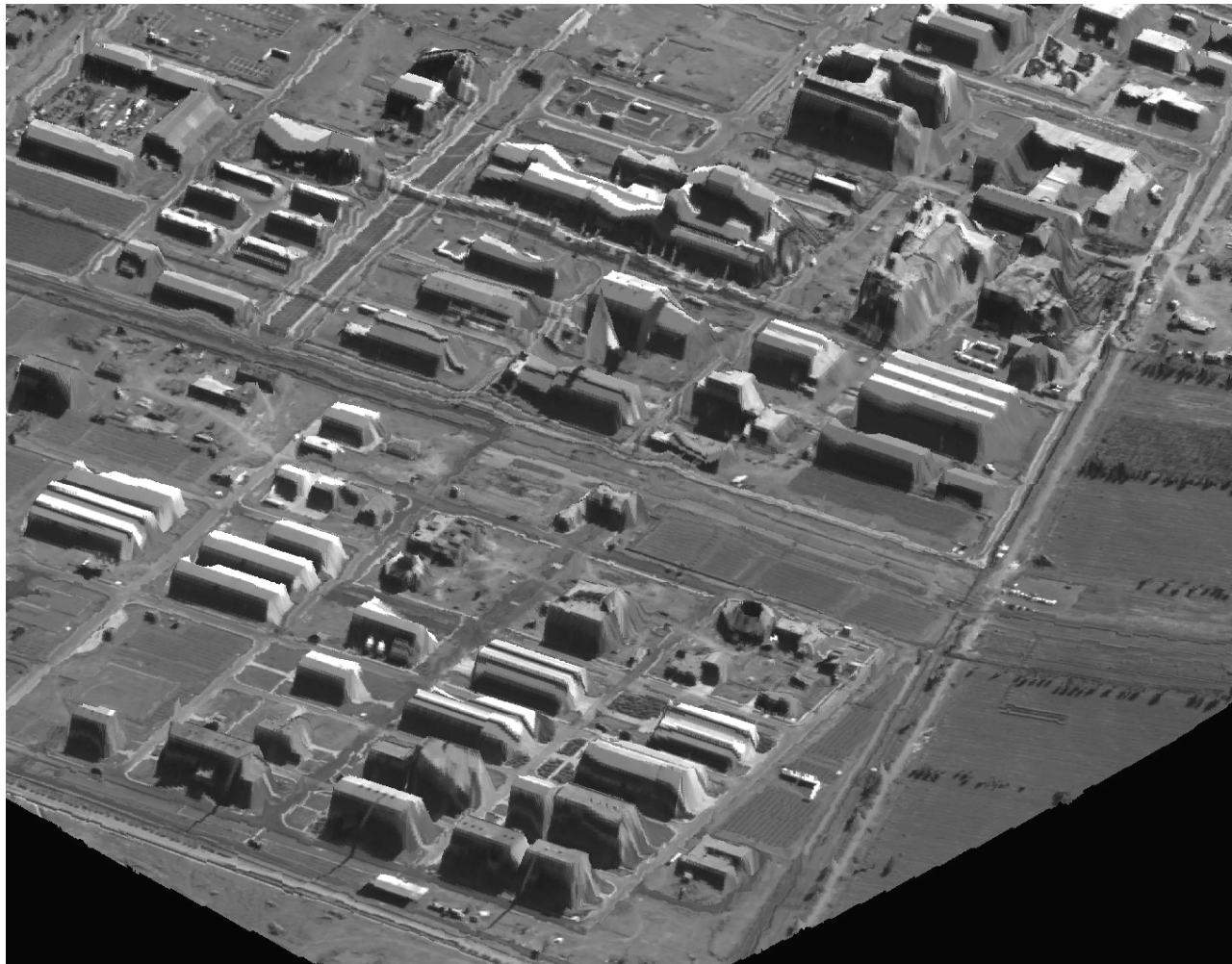


Tagebauregion Hambach





Kontrolle von Nuklearanlagen

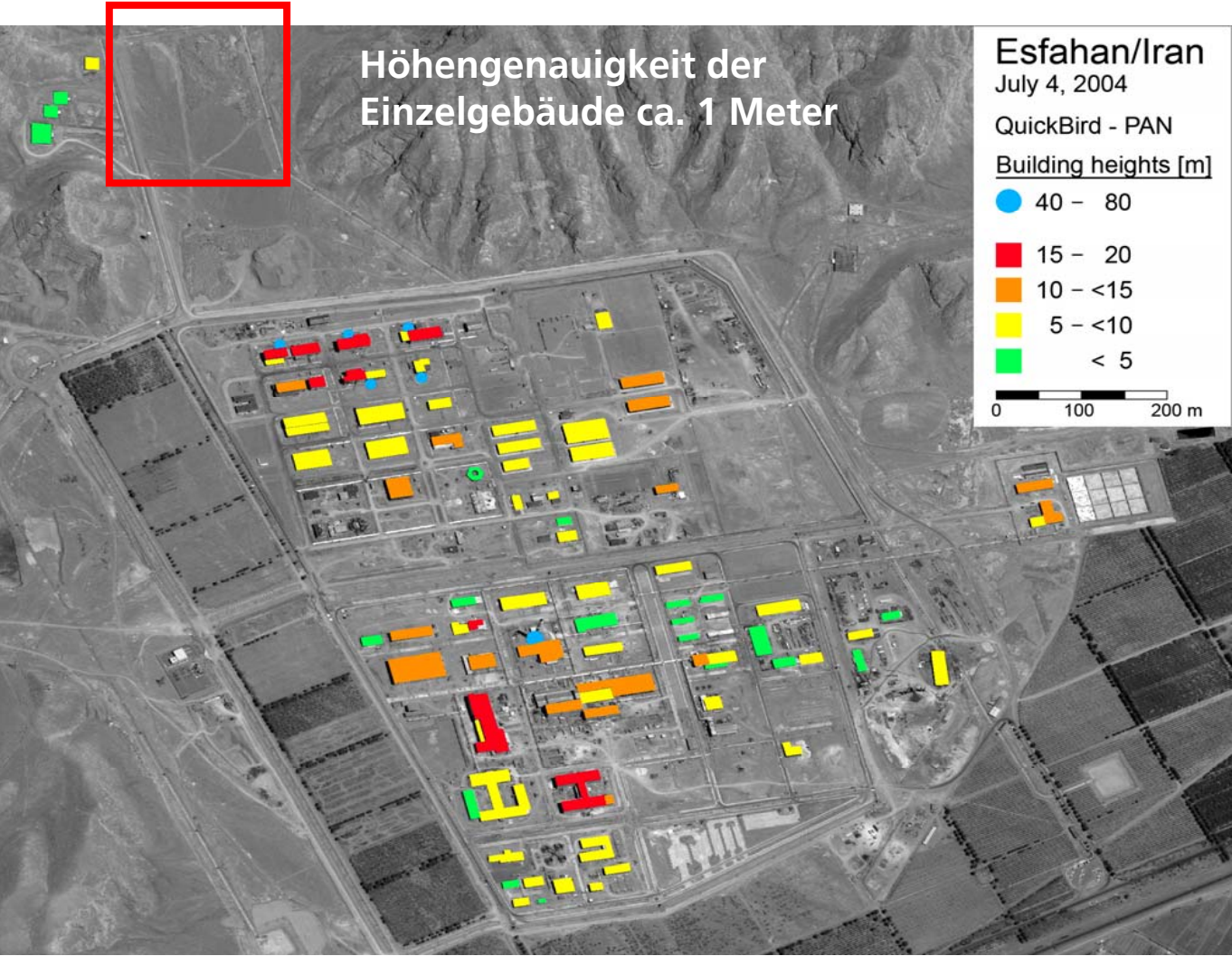


Perspektivische
Ansicht der
Nuklearanlage in
Esfahan/Iran

QuickBird Stereo-
Daten vom Juni 2004



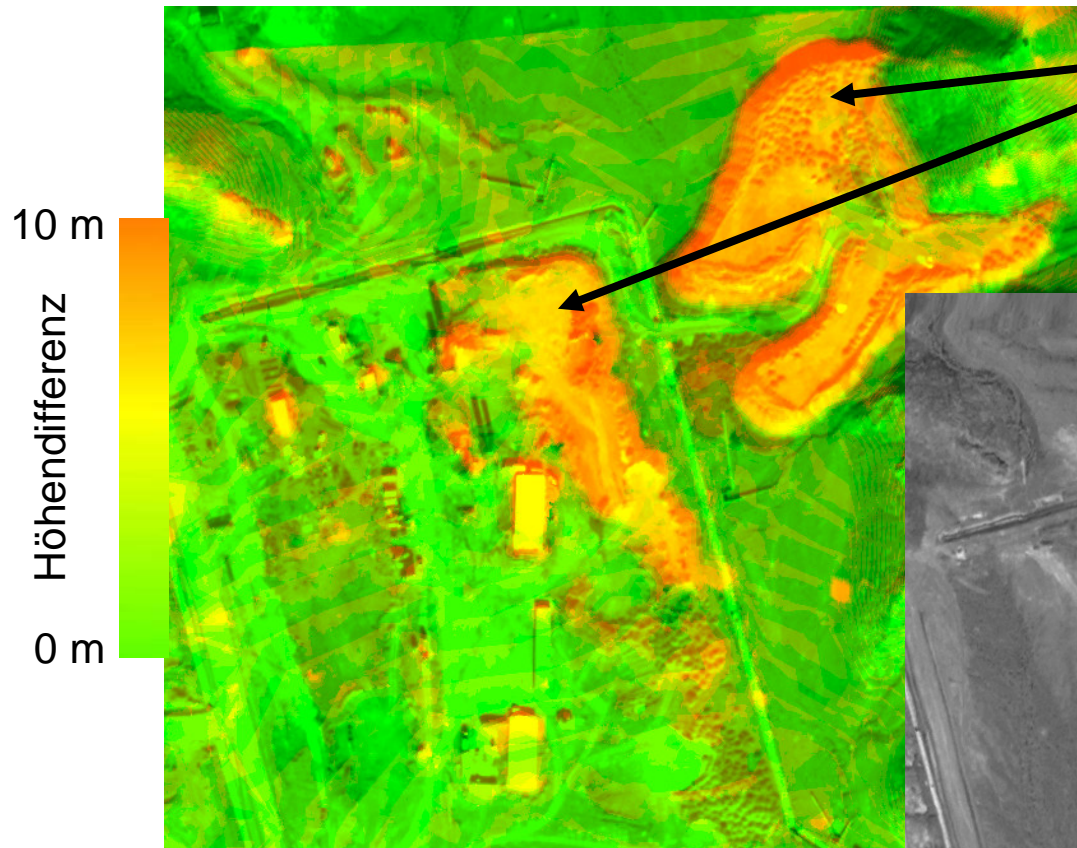
Kontrolle von Nuklearanlagen



Haushöhen
aus
QuickBird
Daten vom
Juni 2004



„Unterirdische Fernerkundung“



Aushub zwischen 6/04 und 12/05
Aushubvolumen:
103 000 Kubikmeter
(7 Fußballfelder, 3 m hoch)



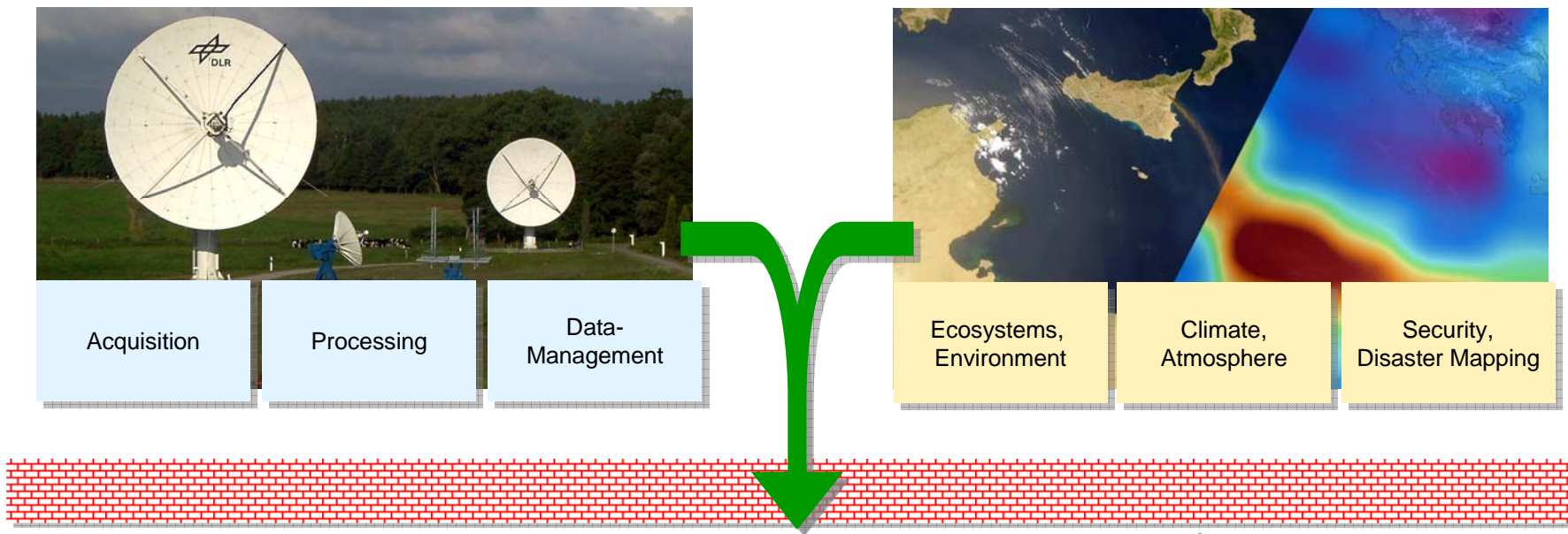
Kombination von Orthobild (grün) und der
Differenz der zwei Höhenmodelle (rot)

vorher:
Juni 2004:
Orthobild



Zusammenführung von Expertise

Aufbau von integrierten Nutzerdiensten



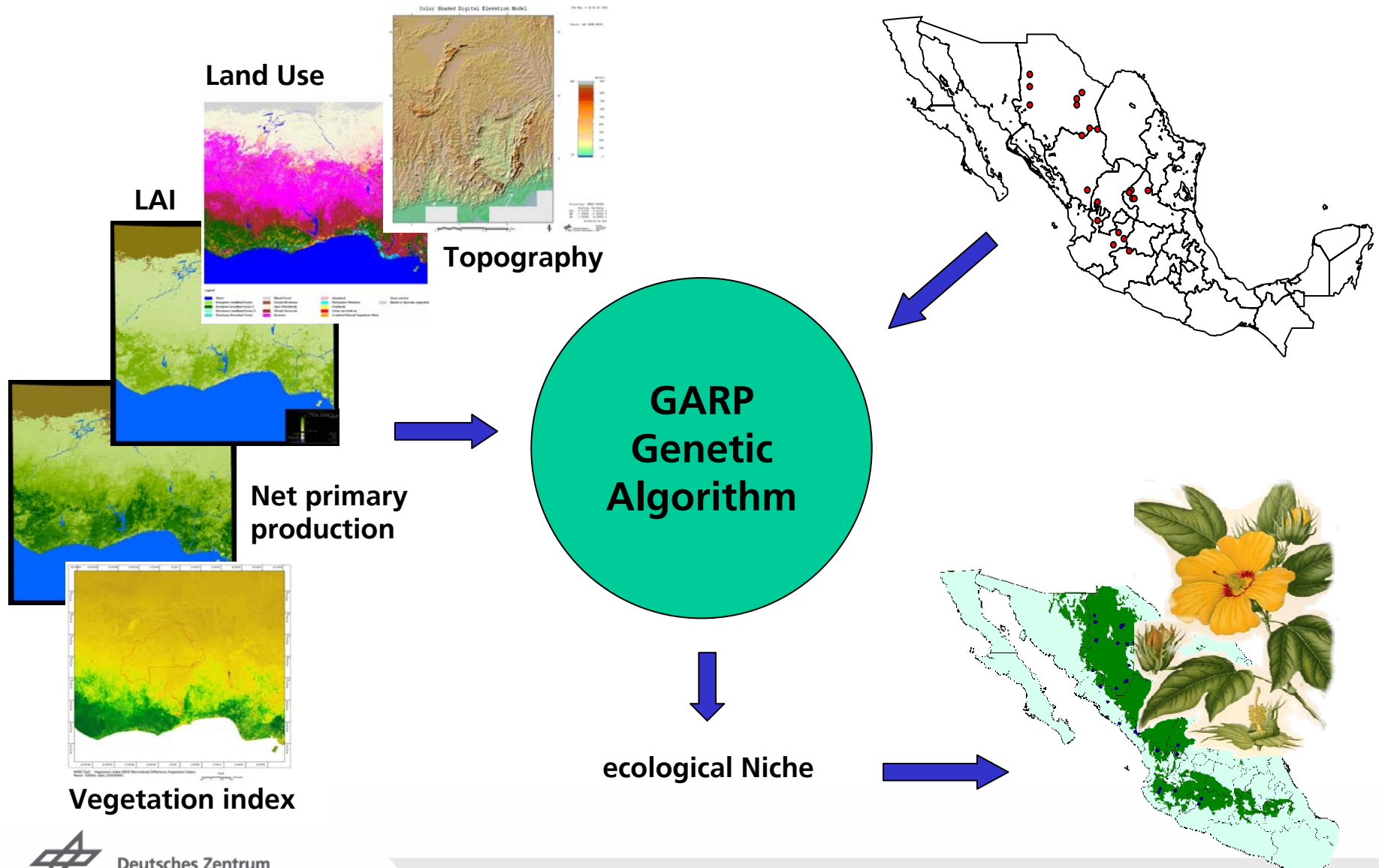
 **GeoVisualisierungszentrum**
ein Service des DFD

 **Zentrum für satellitengestützte Kriseninformation**
– Notfallkartierung & Katastrophenmonitoring –
ein Service des DFD



Science, Industry, Government, Authorities, NGO, Public

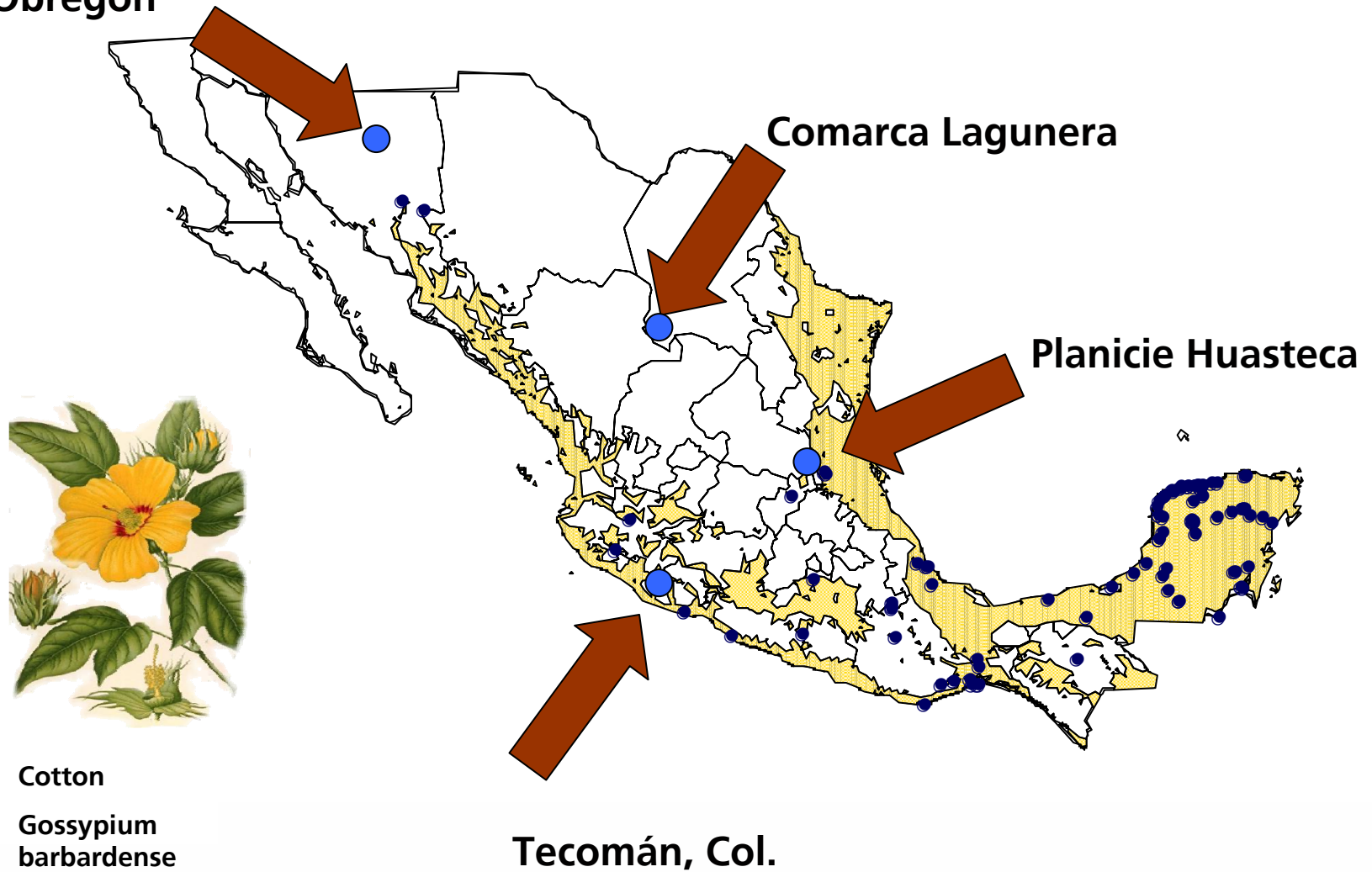
Anwendung von Fernerkundung in der Biodiversität





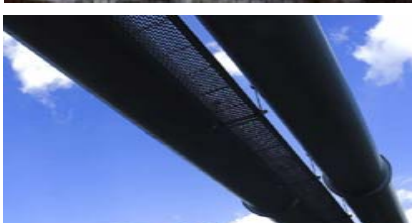
Risiko Analyse von Ausbruchsherden von Krankheiten

Cd. Obregón





Zivile Sicherheit und Kriseninformation





Zivile Sicherheit und Kriseninformation

Bedrohung der Gesellschaft durch Naturkatastrophen hat sich seit 1950 vervierfacht (Münchner Rückversicherung)

Bedrohung durch technische Unfälle und terroristische Aktionen

Information zur Prävention und im Krisenfall vermag Leben zu retten und Kosten zu verringern

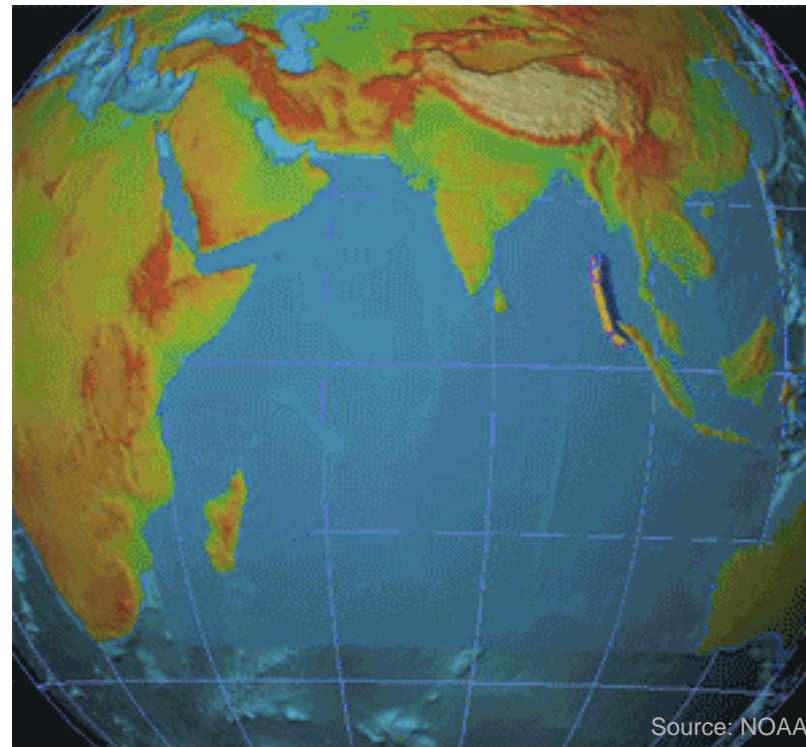
Große Naturkatastrophen seit den letzten 10 Jahren

Erdbeben	Japan	1995	133 Mrd US\$	6 430 Tote
Erdbeben	Pakistan	2005	7 Mrd US\$	23 000 Tote
Tsunami	Indonesien	2004	7 Mrd US\$	230 000 Tote
Hurrikan	USA	2005	131 Mrd US\$	1 438 Tote
Waldbrände	Griechenland	2007	268 000 ha	ca 100 Tote
Überflutungen	USA	2004	3 Mrd US\$	ca 50 Tote

Fernerkundung kann zur Prävention, im Katastrophenfall und zur Schadensanalyse wesentliche Information beitragen



ZKI Example: Tsunami – December 26, 2004





Tsunami 2004 – Lho’Nga, Indonesia



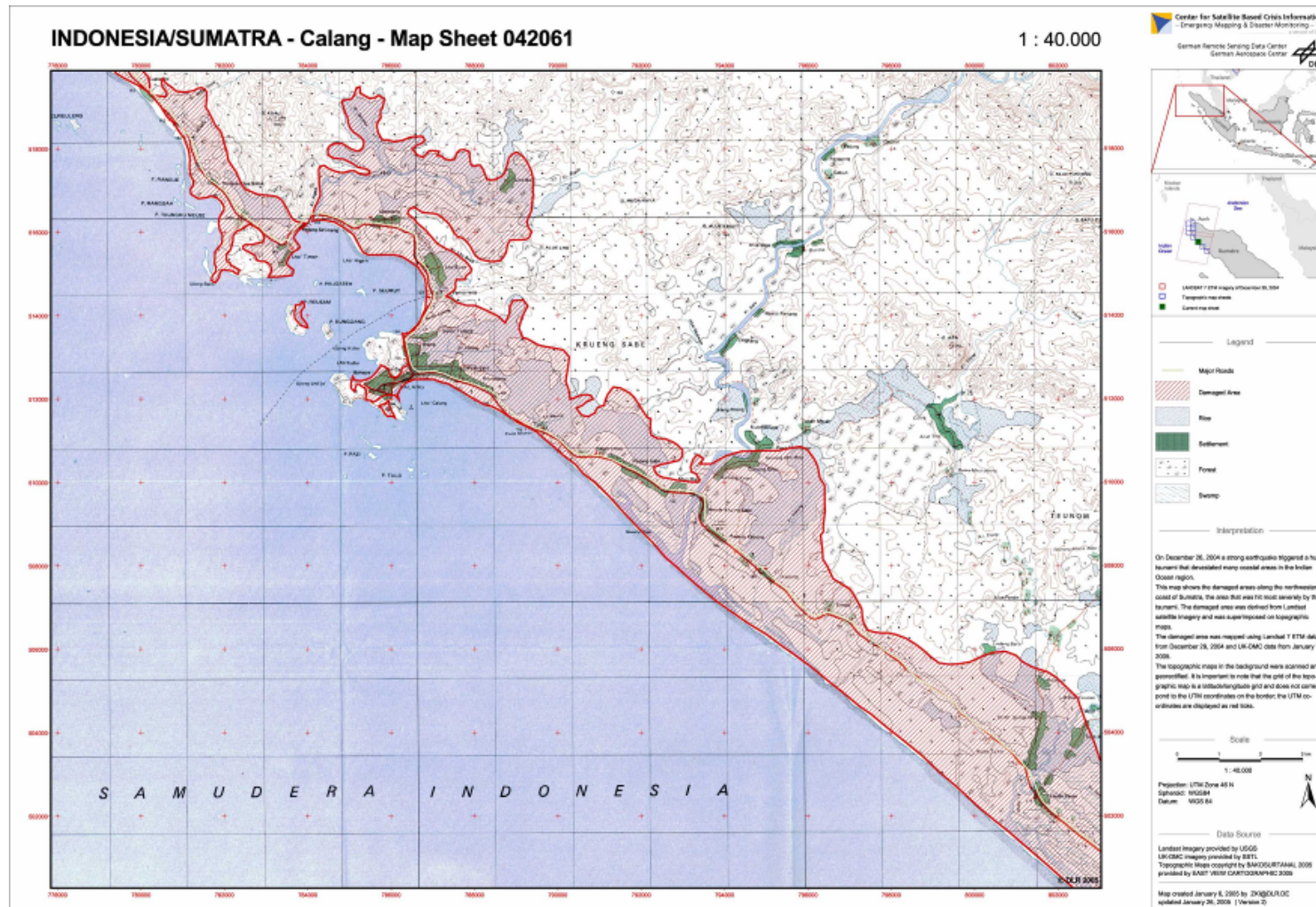


Tsunami 2004 – Northern Khao Lak Bay, Thailand



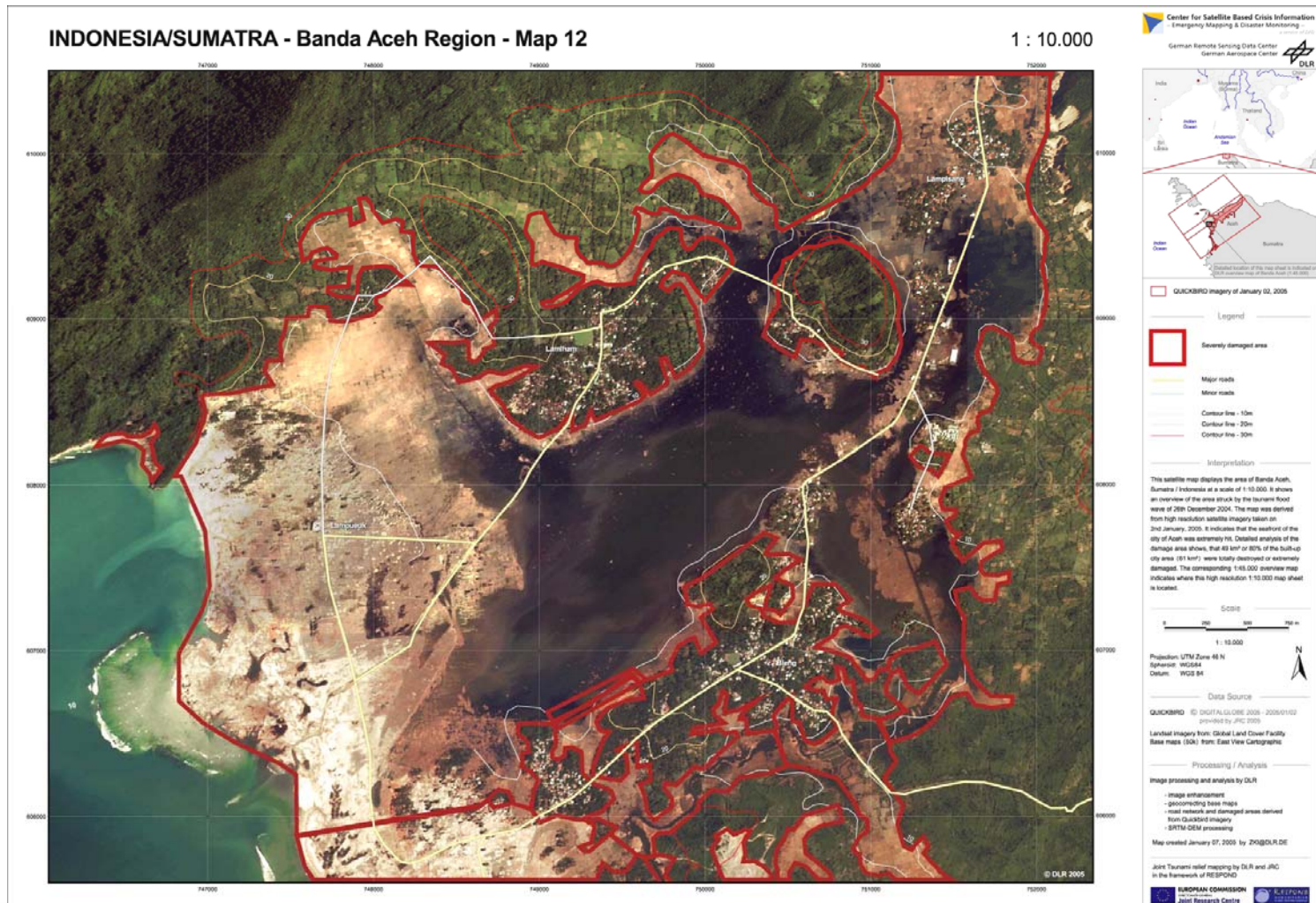


Tsunami 2004 – Schadensanalyse für West Sumatra

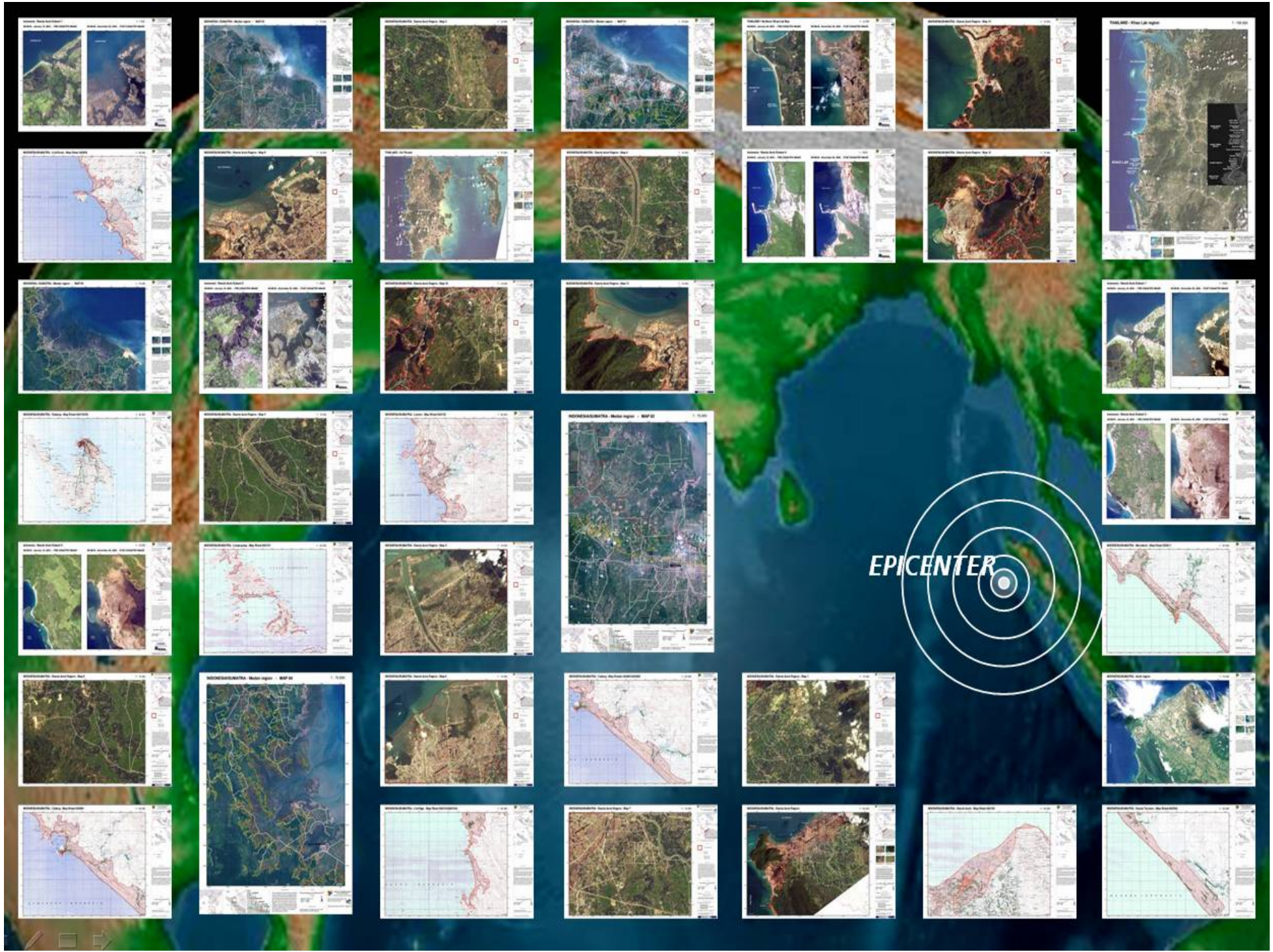




Tsunami 2004 – Typical Analysis Map, Lho’Nga



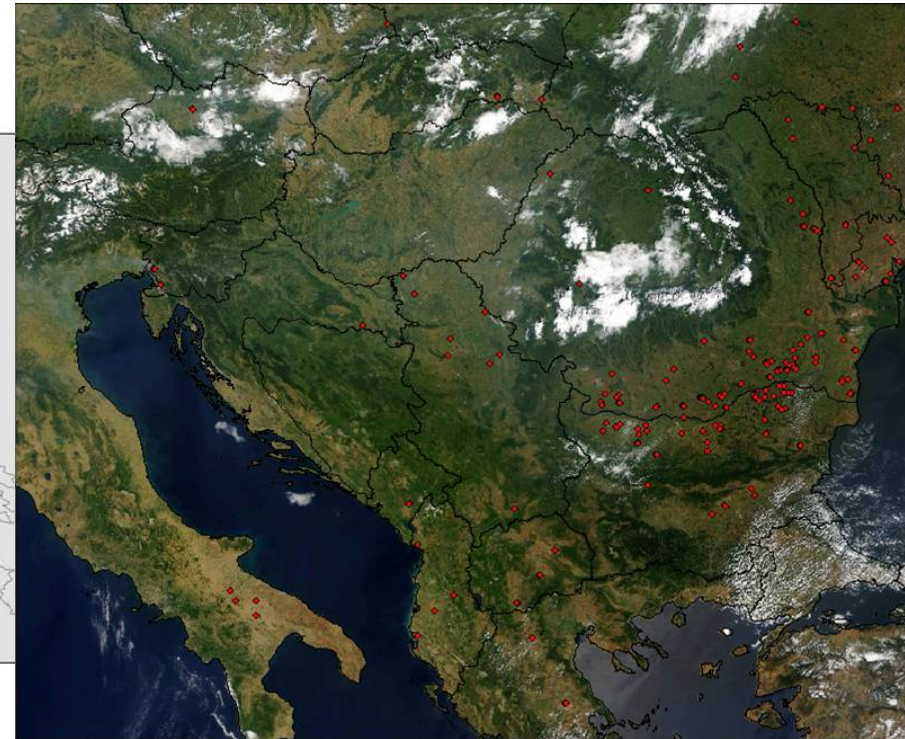
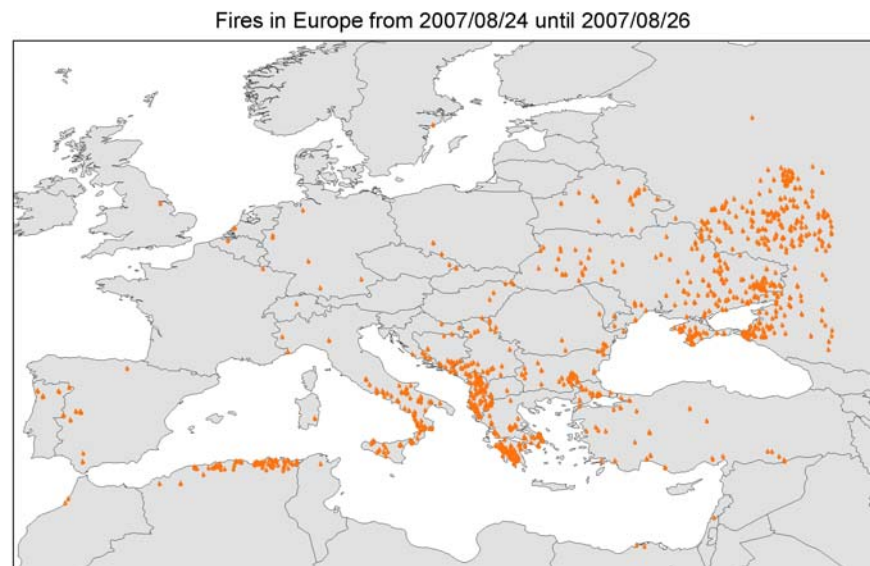
EPICENTER





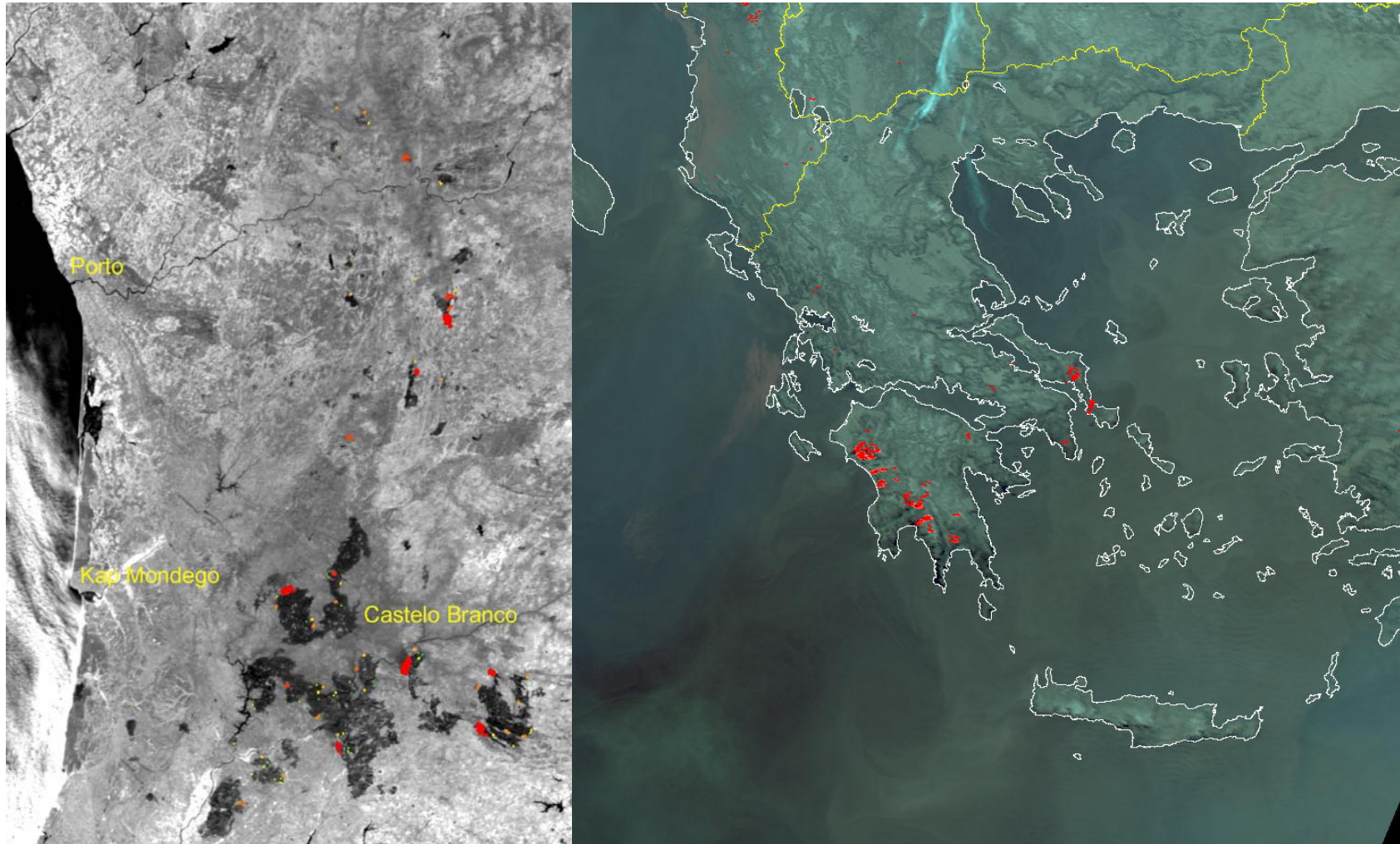


Unterstützung von Feuerbekämpfung bei Waldbränden

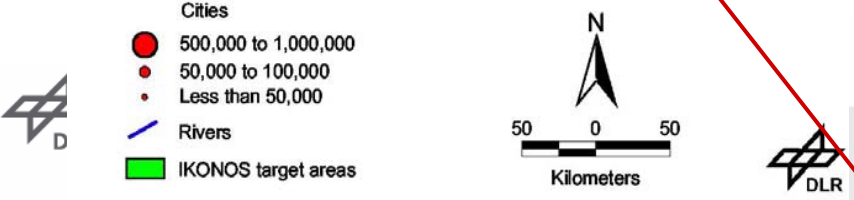
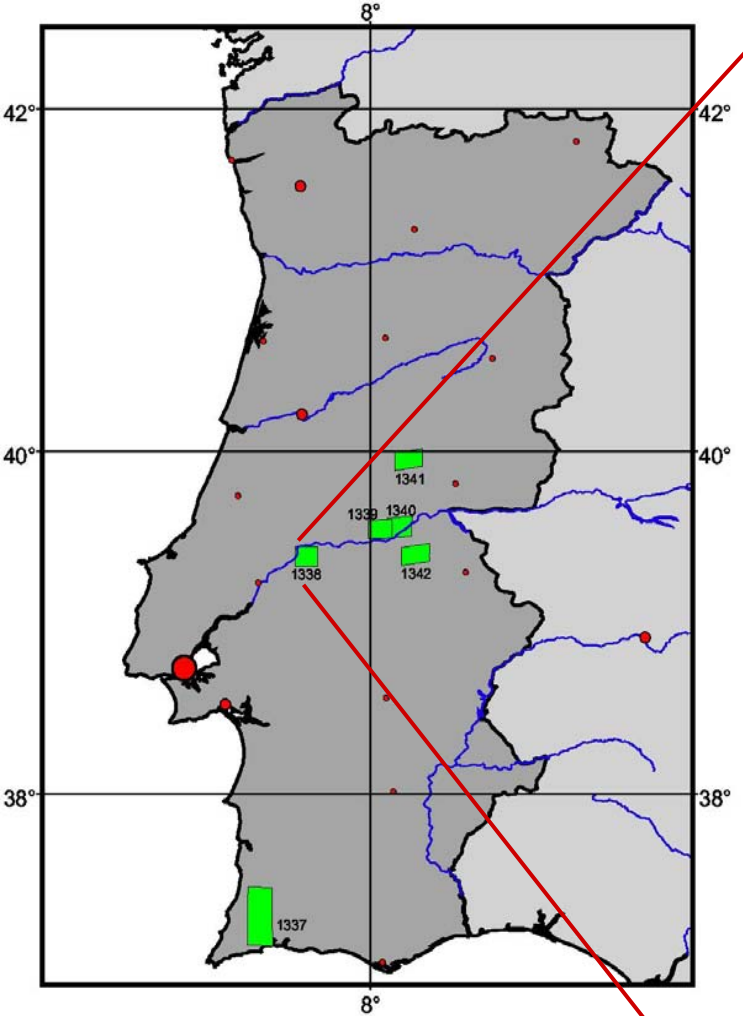




Feuerzellen in Portugal (2003) und Griechenland (2007)



Schnelle Schadensanalyse bei Waldbränden



Copyright: European Space Imaging

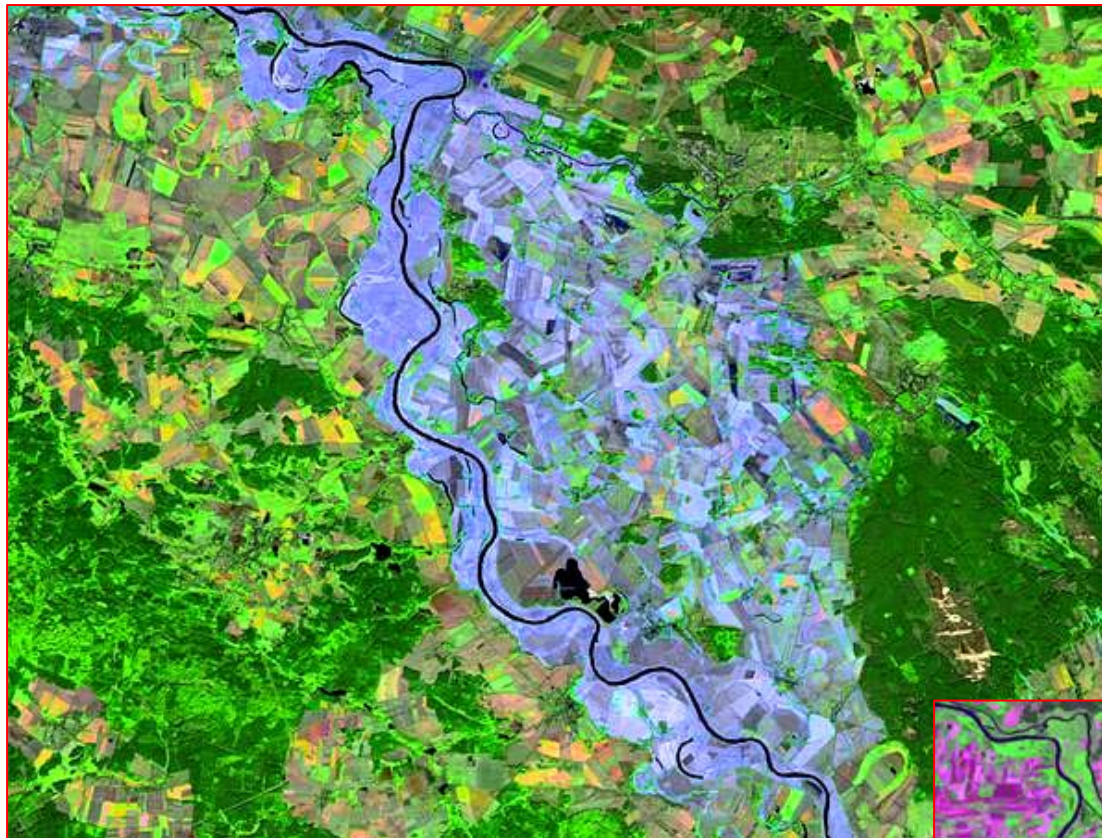
Schnelle Schadensanalyse bei Waldbränden



Copyright: European Space Imaging



Information an Lagezentren beim Elbe-Hochwasser



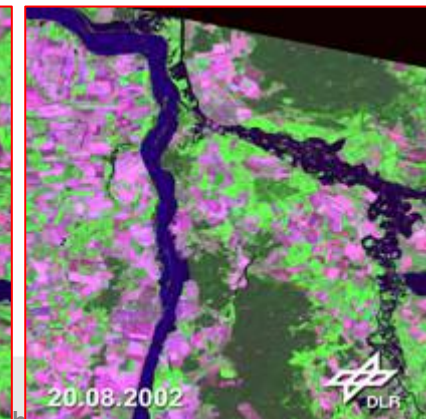
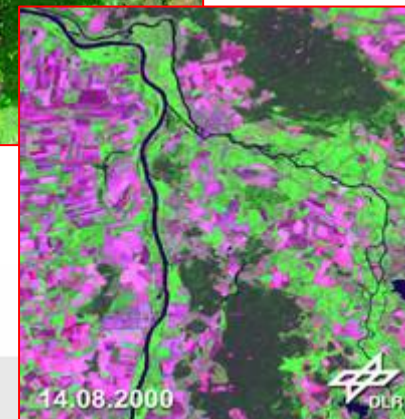
Information für:

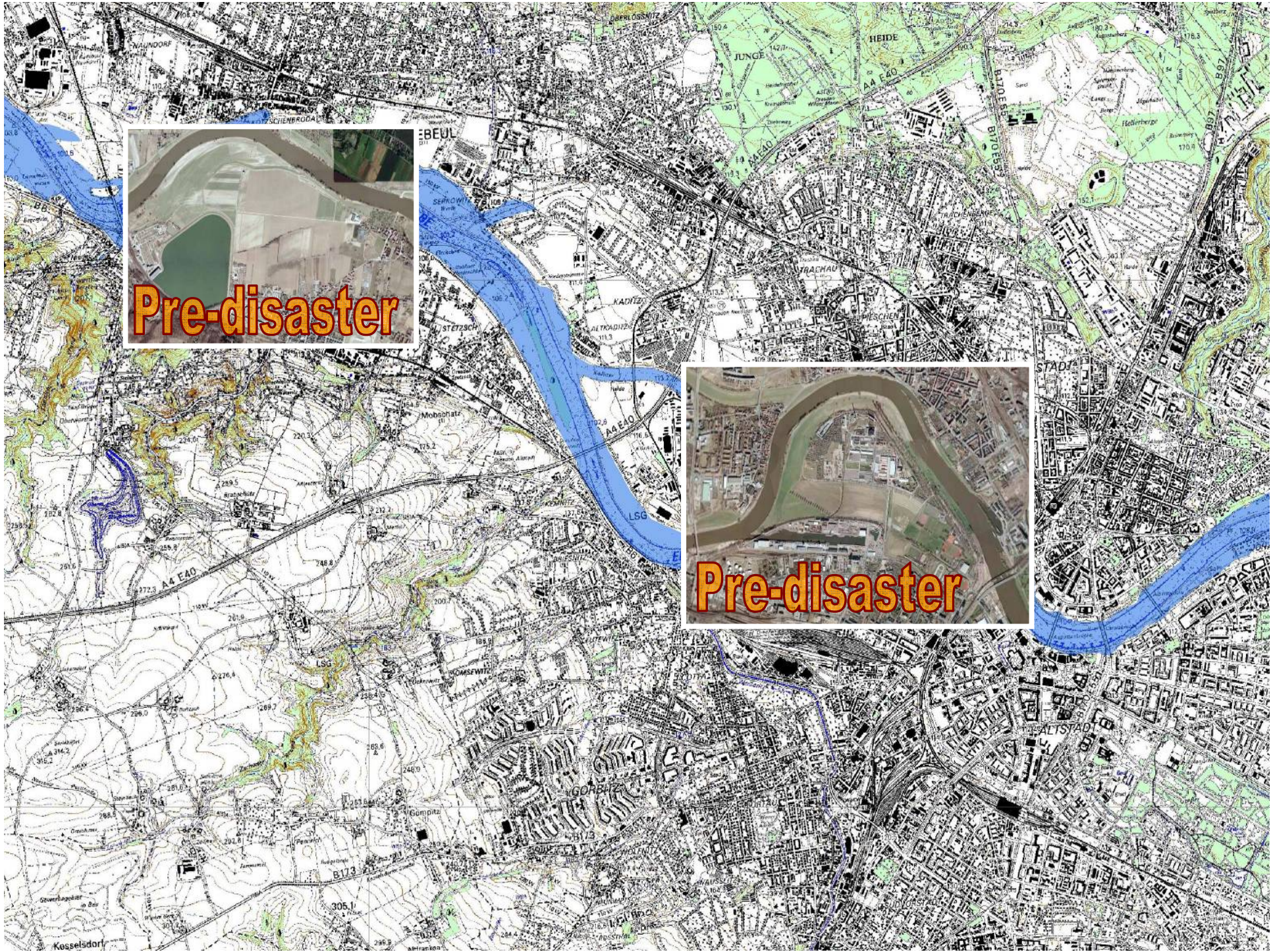
- Ministerien
- Behörden
- Gemeinden
- Katastrophenschutz
- Öffentlichkeit
- Medien

Daten:

ERS-2, Envisat, SPOT, Radarsat, Terra/Aqua, Landsat, IRS, BIRD

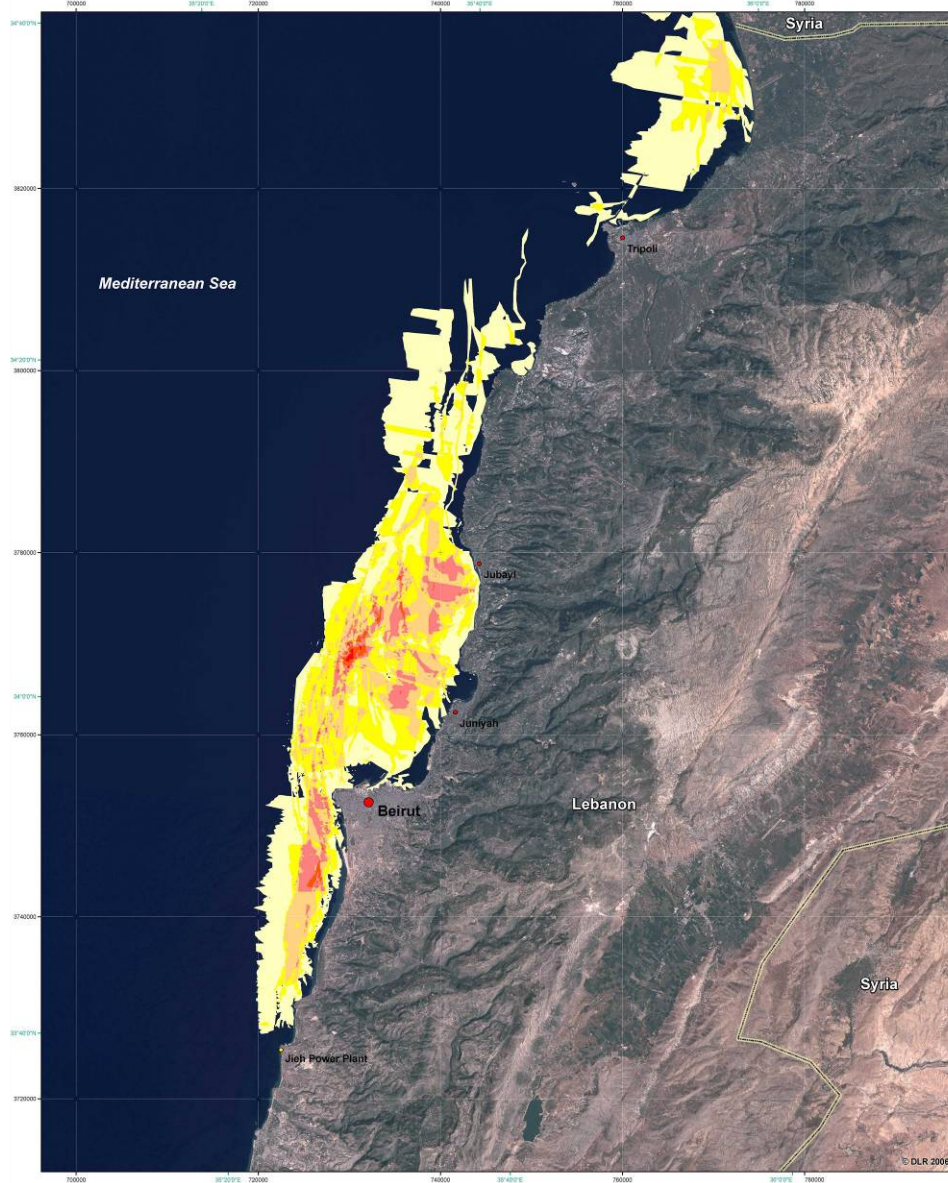
Cluster AF übernimmt
Projektmanagement für die
International Charter on Space and Major Disasters
Aktivierungen für Deutschland und Österreich)





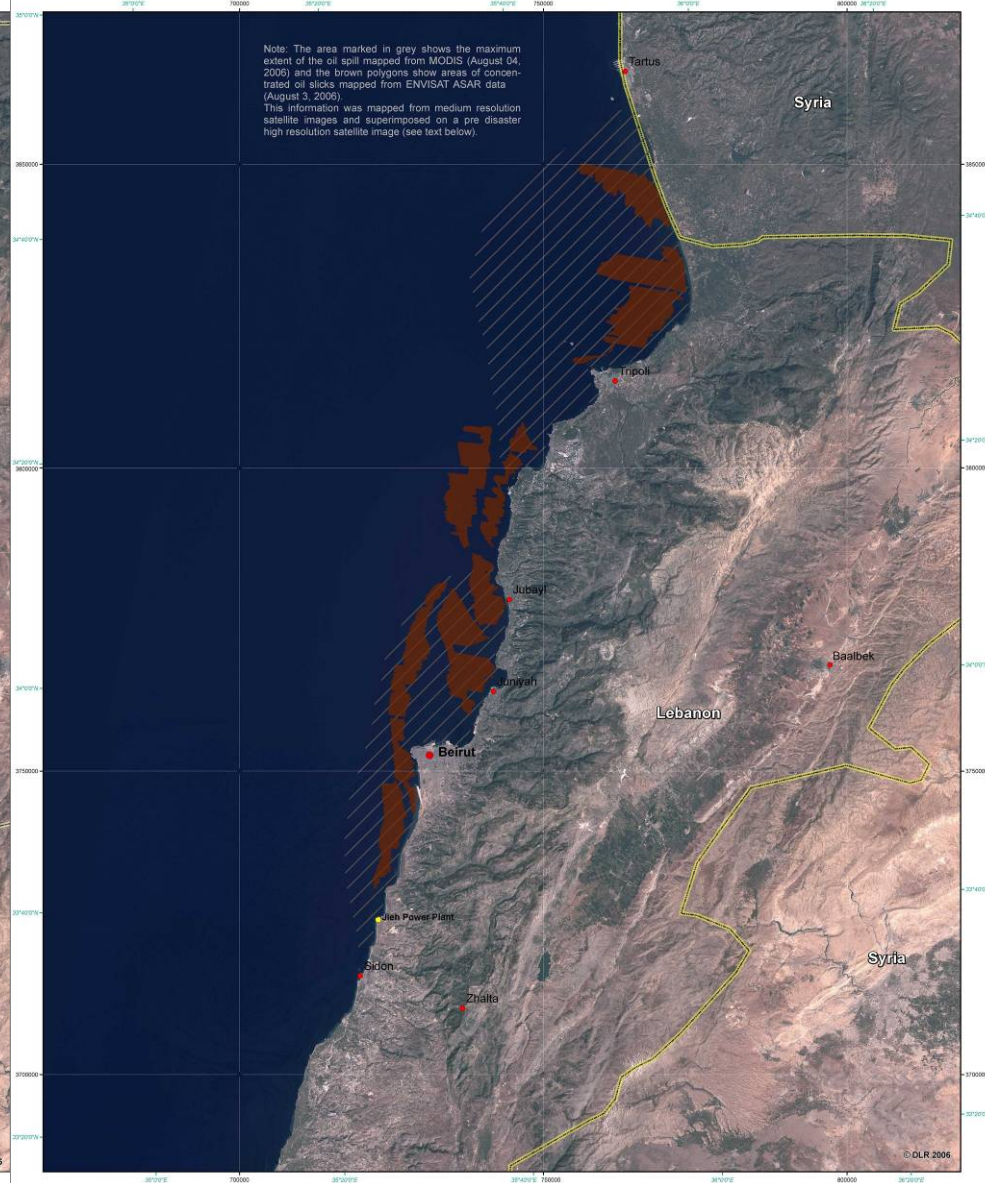
LEBANON - Oil spill extent between July 21 and August 10, 2006

1:200.000



LEBANON - Beirut Region - Oil Spill Extent on August 3/4, 2006

1:300.000



Center for Satellite Based Crisis Information
- Emergency Mapping & Disaster Monitoring

German Remote Sensing Data Center
German Aerospace Establishment
DLR

Processing/Analysis
- image processing and map creation by DLR
- image enhancement
- oil spill extraction from Spot 5, IRS-P6, Landsat 7

Image processing by Telespazio
- oil spill extraction from ENVISAT ASAR

Map created August 11, 2006 by zh@gdr.de
updated August 18, 2006
For more information visit: <http://www.zki.dlr.de>

Legend

- Sea surface
- Agriculture
- Hills and trees

Oil spill (number of satellite image scenes)

1 2 3 4 5 6

Interpretation

In the course of the Lebanon conflict the Jibeh power plant, 30 km south of Beirut, Lebanon, was destroyed on July 13 and 15, 2006 and approx. 30.000 tons of heavy fuel oil contaminated the Mediterranean Sea. The map shows the extent of the oil spill derived from satellite images of 21/7, 25/7, 3/8, 8/8, 9/8, and 10/8 2006. Different colors indicate the number of observations in which the respective area was covered by oil. For visualization purposes a Landsat archive scene was used as a background image.

Data Sources

- IRS-IP6 © ESA 2006
- SPOT 5 © CNES 2006
- ENVISAT ASAR © ESA 2006
- LANDSAT-7 ETM © USGS 2002/2006
- SRM X-band © DLR 2006
- SRM C-band © DLR 2006
- Map Level 0 © NGA 2006

Scale
Scale: 1:200.000 for DIN A1 printing

Reference coordinate system
Geographic coordinate system: UTM Zone 36 N
Spheroid: WGS 84
Datum: WGS 84

Logos: RISK-EOS, MarCoos

Center for Satellite Based Crisis Information
- Emergency Mapping & Disaster Monitoring

German Remote Sensing Data Center
German Aerospace Establishment
DLR

Processing/Analysis
- image processing and map creation by DLR
- image enhancement
- oil spill extraction from MODIS

Image processing by Telespazio
- oil spill extraction from ENVISAT ASAR

Map created August 05, 2006 by zh@gdr.de

Legend

- Oil Spill Extent
- Settlement
- Agricultural Land
- Political Boundary

Interpretation

In the course of the Lebanon conflict the Jibeh power plant, 30 km south of Beirut, Lebanon, was destroyed on July 13 and 15, 2006 and approx. 30.000 tons of heavy fuel oil contaminated the Mediterranean Sea. The map shows the extent of the contamination as mapped from an ENVISAT ASAR radar image (August 3, 2006) and a MODIS image (August 4, 2006). This information was overlaid on a Landsat archive scene from 2000 for visualization purposes. The limited spatial resolution of the MODIS sensor (250 m resolution) gives an overview about the extent of the contamination. The ENVISAT ASAR wide swath polygons (150 m spatial resolution) show patches of dense oil slicks. Note: The quality of the oil extent may differ from field observations.

Data Sources

- ENVISAT ASAR © ESA 2006
- LANDSAT-7 ETM © USGS 2000
- MODIS © DLR 2006
- SRM X-band © DLR 2006
- SRM C-band © USGS 2006
- WMap Level 0 © NGA 2006

Scale
Scale: 1:300.000 for DIN A1 printing

Reference coordinate system
Geographic coordinate system: UTM Zone 36 N
Spheroid: WGS 84
Datum: WGS 84

Logos: RISK-EOS, MarCoos

Zentrum für satellitengestützte Information ZKI

Aktivierungen

- Oil Spill in the Mediterranean 2006
- Earthquake in Indonesia 2006
- Danube flood in Romania 2006
- Flooding in Hungary 2006
- Elbe Flood 2006
- Mudslide, Philippines 2006

- Earthquake, Pakistan 2005
- Hurricane Katrina, USA 2005
- Flood, Germany 2005
- Forest fires, Portugal 2005
- Flood, East Ethiopia 2005
- Marburg virus in Angola, Angola 2005
- EURATECH Exercise, France 2005
- Earthquake, Indonesia 2005

- Tsunami in the Indian Ocean 2004
- Humanitarian disaster, Chad 2004
- Humanitarian disaster, Sudan/Darfur 2004
- Flood, Bangladesh 2004
- Forest fires, Portugal 2004
- Earthquake, Iran 2004
- Earthquake, Morocco 2004

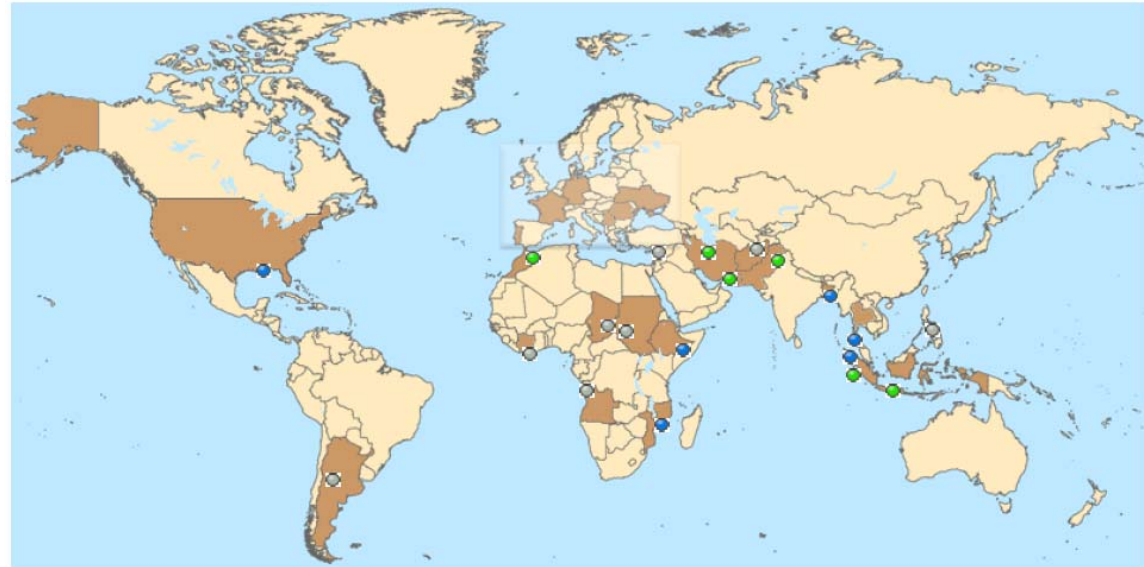
- Earthquake, Iran 2003
- Rhone flood, South France 2003
- Forest fires, Portugal 2003
- Missed mountaineer, Andes 2003

- Elbe flood, Germany 2002

- Humanitarian relief, Afghanistan 2001

- Flood, Mozambique 1999/2000

- Civil war, Kosovo 1999



EU Programm GMES

Globale Überwachung von Umwelt und Sicherheit

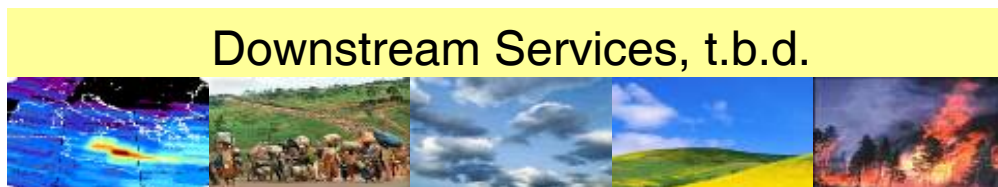


Three Core Services

- Land
- Marine
- Emergency Resp.

Plus Two Pilot Services

- Atmosphere
- Security





Vielen Dank
für
Ihre Aufmerksamkeit