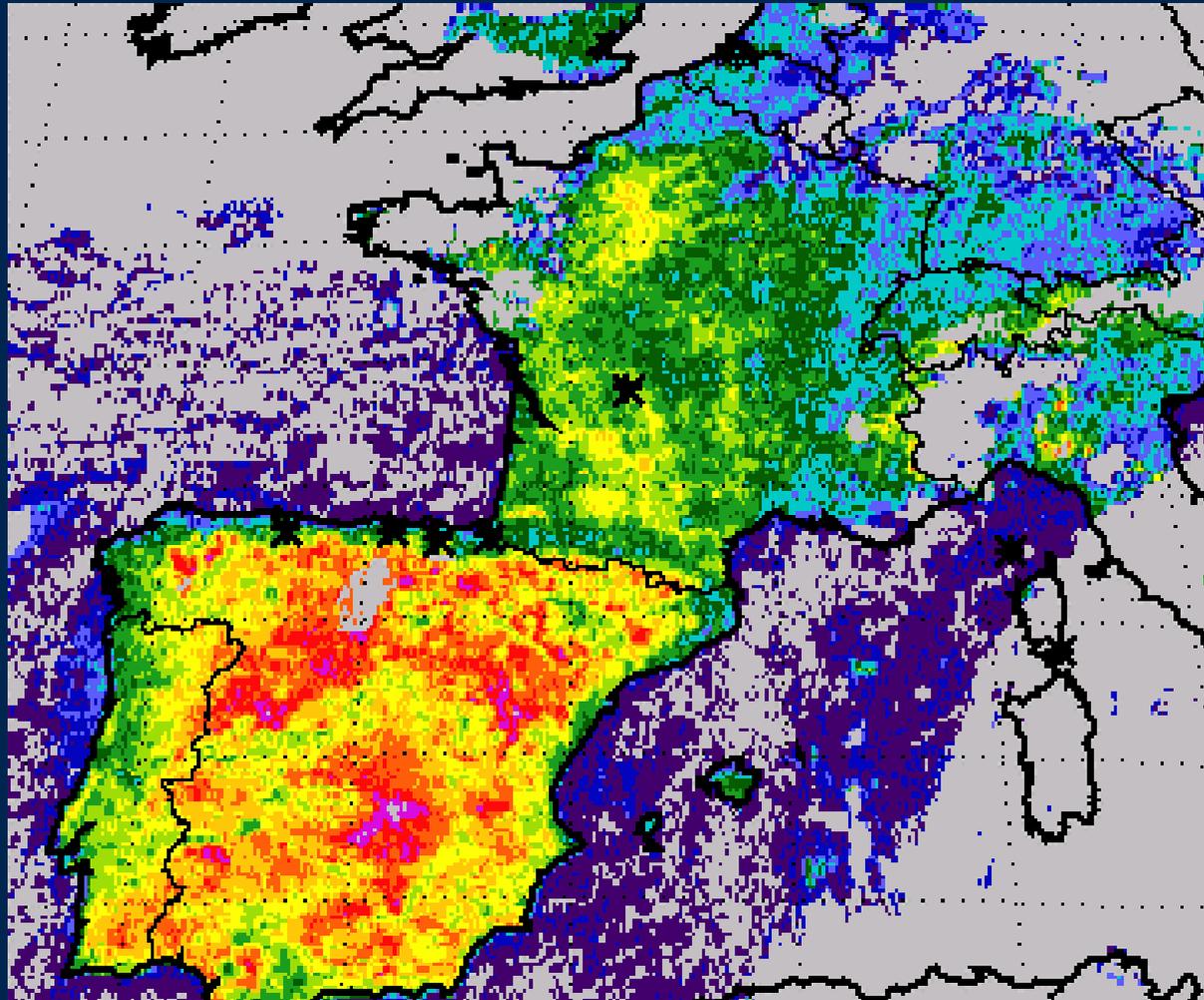


Nutzung von Fernerkundung in grenzüberschreitender Hydrologie und Wasserwirtschaft



Felix Portmann

- (Bundesanstalt für Gewässerkunde /BfG)

Gliederung

- Übersicht:
Allgemeine Aspekte der grenzüberschreitenden Satelliten-Fernerkundung
- InFerno+ - Projekt (*Beteiligung: LfW/RP*):
Integration von Fernerkundungsdaten in operationelle Wasserhaushalts- und Hochwasser-Vorhersagemodelle
- NOAH - Projekt (*Beteiligung: BfG/Bund*):
New Opportunities for Altimetry in Hydrology
- Land SAF - Projekt (*Beteiligung: BfG/Bund*):
Satellite Application Facility for Land Surface Analysis

The logo for the InFerno+ project, featuring the text "InFerno+" in a blue serif font on a white rectangular background.

Übersicht - Aspekte grenzüberschreitender SFE (1)

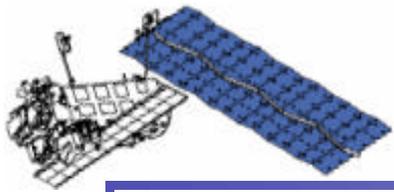
- Datenbasis auf einheitlicher Sensorik und Methodik, z.B.
 - ➔ Strahlung (Einstrahlung, Ausstrahlung)
 - ➔ Hydrometeorolog. Größen: z.B. Schnee, Bodenfeuchte
 - ➔ Landnutzung
 - ➔ Höhenmodelle
- Synoptische großräumige Ansichten
(Abdeckung abhängig von Sensor/Modus und Satellit)
 - ➔ Kleine und mittlere Einzugsgebiete
 - ➔ Größere Einzugsgebiete
 - ➔ Kontinente
 - ➔ Erdhalbkugel

Übersicht - Aspekte grenzüberschreitender SFE (2)

- Regelmäßige Abdeckung eines Gebietes möglich
 - ➔ Verschiedene Zeitschritte für Erdbeobachtung, derzeit zwischen 1 Monat und 1/2h, z.B.
 - ERS - 35 Tage
 - ENVISAT - 3d ASAR in 150m Auflösung und 485 km Streifenbreite (Daten ab 09/2002)
 - NOAA - 12h für Mitteleuropa
 - METEOSAT - 30min (MSG 15min, Start 08/2002)
- Schnelle Datenverfügbarkeit möglich
 - ➔ Verschiedene Prozessierungszeiten (Fast-Echtzeit bis mehrere Tage)
 - Abhängig von Sensor und Satellit, gewünschter Zielgröße und geographischer Abdeckung

Danksagung

- InFerno+ - Projekt:
Dr. Heike Bach (Fa. VISTA) für die Bereitstellung der Folien
- NOAH - Projekt:
NOAH-Konsortium (insbesondere Firmen ISTAR & GEOMER, Institute CEMAGREF & BfG) für die Nutzung von verschiedenen Folien-Grundlagen in englischer Sprache
- Land SAF - Projekt:
Tilo Keller (Meteorologisches Institut der Universität Bonn) für die Bereitstellung von Abbildungen und Kommentierung



InFerno+

InFerno = Integration von Fernerkundungsdaten in operationelle Wasserhaushalts- und Hochwasser-Vorhersagemodelle

Hochwasser Vorhersage Zentrale (HVZ),
Landesanstalt für Umweltschutz,
Baden-Württemberg, Karlsruhe



+ Landesanstalt für Wasserwirtschaft
Rheinland-Pfalz, Mainz



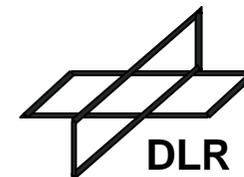
Vista Geowissenschaftliche Fernerkundung
GmbH, München

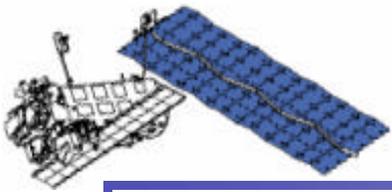


Institut für Geographie,
Universität München



Gefördert vom DLR, Bonn (Kz: 50EE0053)

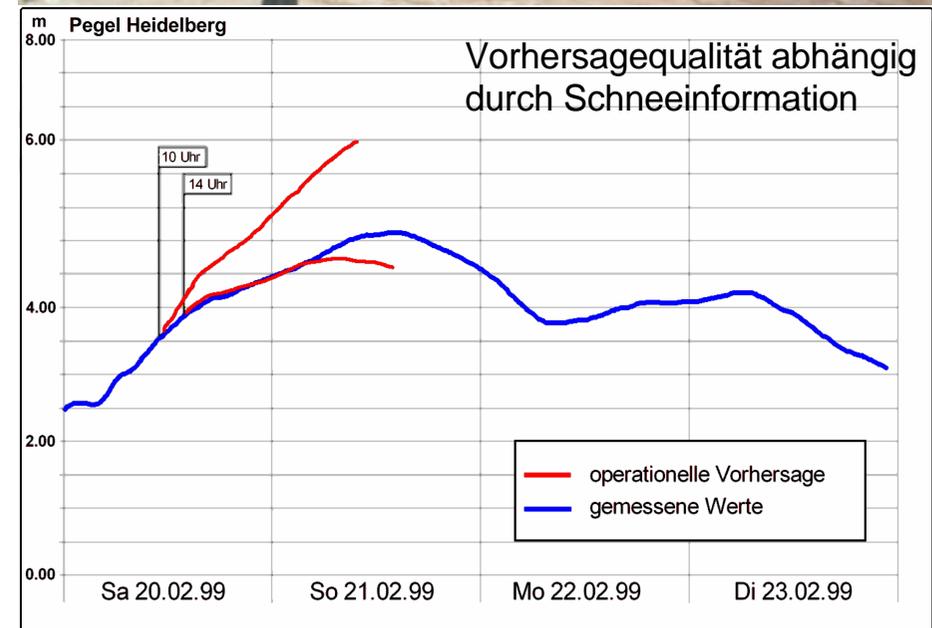


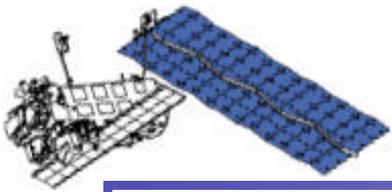


Motivation und Zielsetzung



- Verbesserung der Hochwasservorhersage
 - Bereitstellung zuverlässigerer Vorhersagen.
 - Verbesserte Möglichkeiten zur Hochwasserfrühwarnung.
 - Zuverlässige Informationen auch bei Schneeschmelze.
 - Datenverfügbarkeit muss gesichert sein auch bei grenzüberschreitenden Einzugsgebieten.

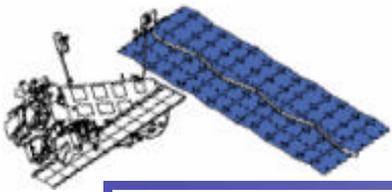




Problemstellung



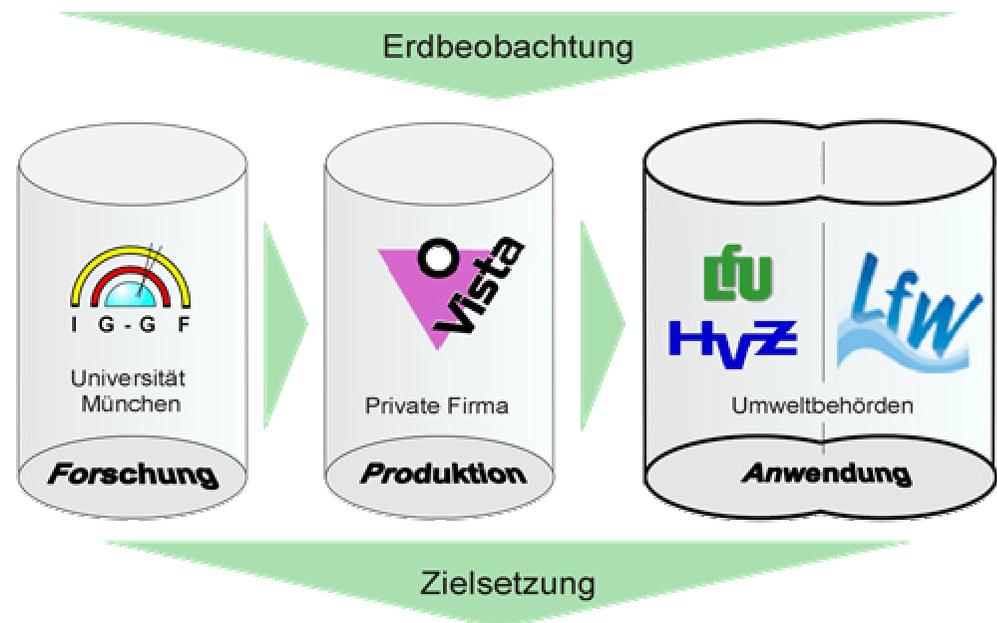
- In Deutschland werden für die Hochwasservorhersage Niederschlag-Abfluß-Modelle und Wasserhaushaltsmodelle operationell eingesetzt.
- Hochwasser in Einzugsgebieten mit Mittelgebirgen entstehen oft durch ein Zusammenspiel von Schneeschmelze und Niederschlag. Die Beobachtung der Schneedecke ist daher wesentlich.
- Auch die aktuelle Verteilung der Bodenfeuchte wirkt entscheidend auf die Abflußbildung.
- Diese zeitlich dynamischen Eigenschaften der Landoberfläche (Schneedecke, Bodenfeuchte) können mit konventionellen Methoden nur ungenügend flächenverteilt erfaßt werden.



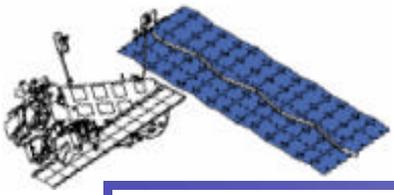
Lösungsansatz



- Fernerkundungsmethoden haben hingegen ein hohes Potenzial, diese Einzugsgebietseigenschaften in häufigen zeitlichen Abständen zu erfassen.
- Die aus Fernerkundung abgeleiteten Informationen dienen dann der Optimierung der hydrologischen Modelle.
- Diese Modelle müssen jedoch für die Nutzung der neuen Datenquellen angepaßt werden.
- Um diesen Lösungsansatz zu erproben, wurde das InFerno+ Projekt gestartet (Laufzeit: 2000 - 2005).



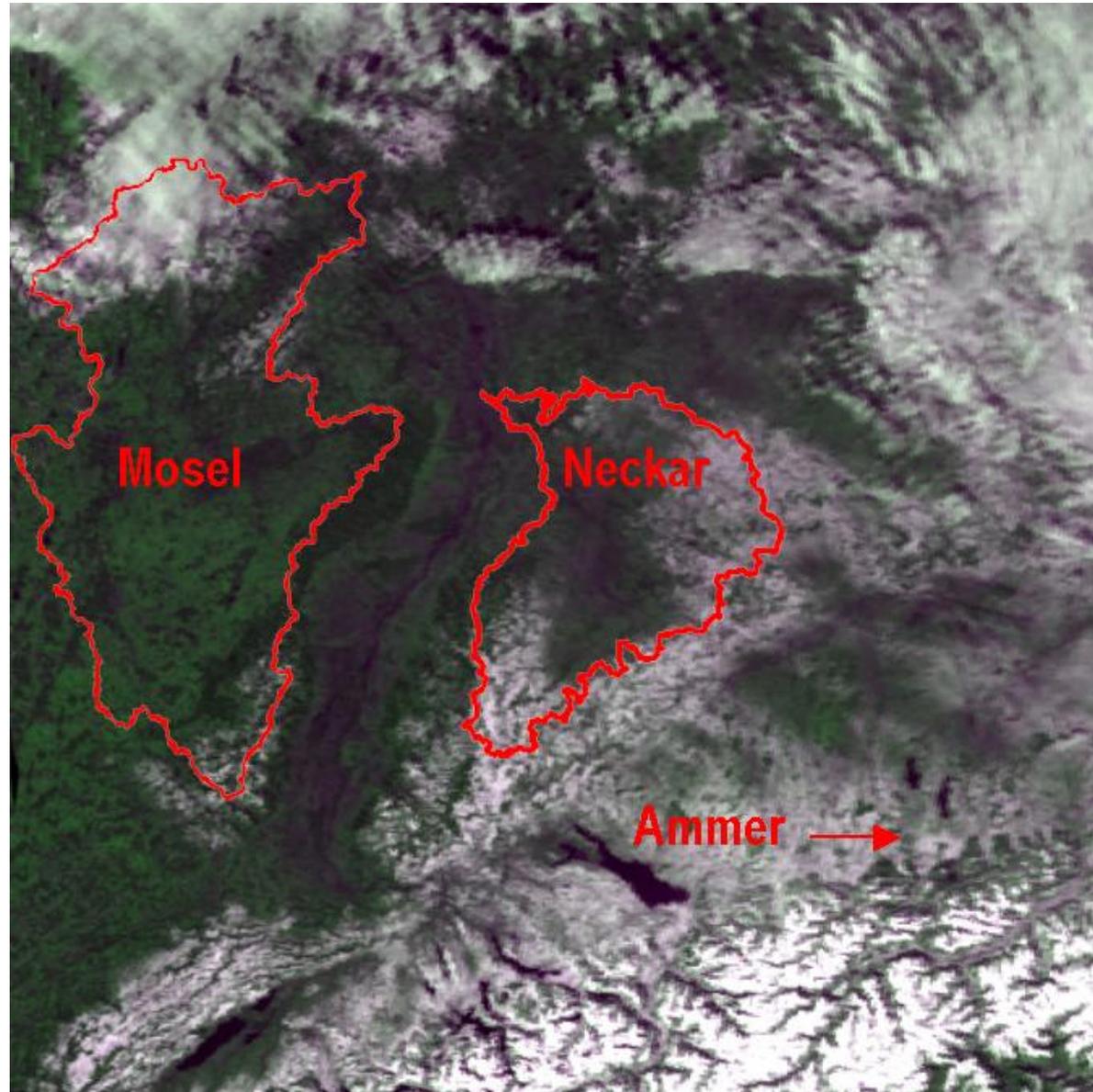
Verbesserung der Hochwasser- und Abflussvorhersage



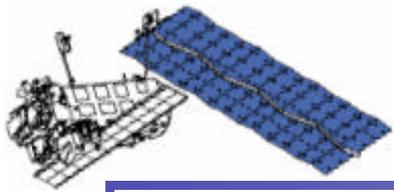
Untersuchte Einzugsgebiete



In Ferno



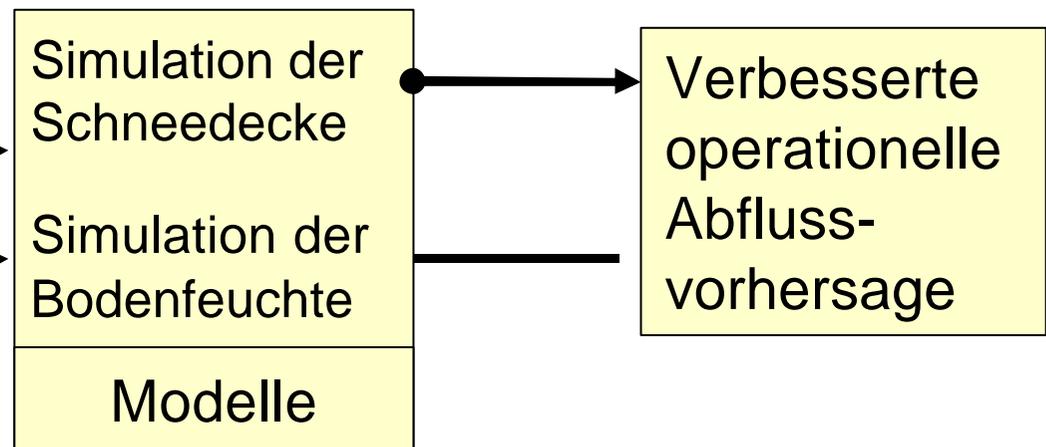
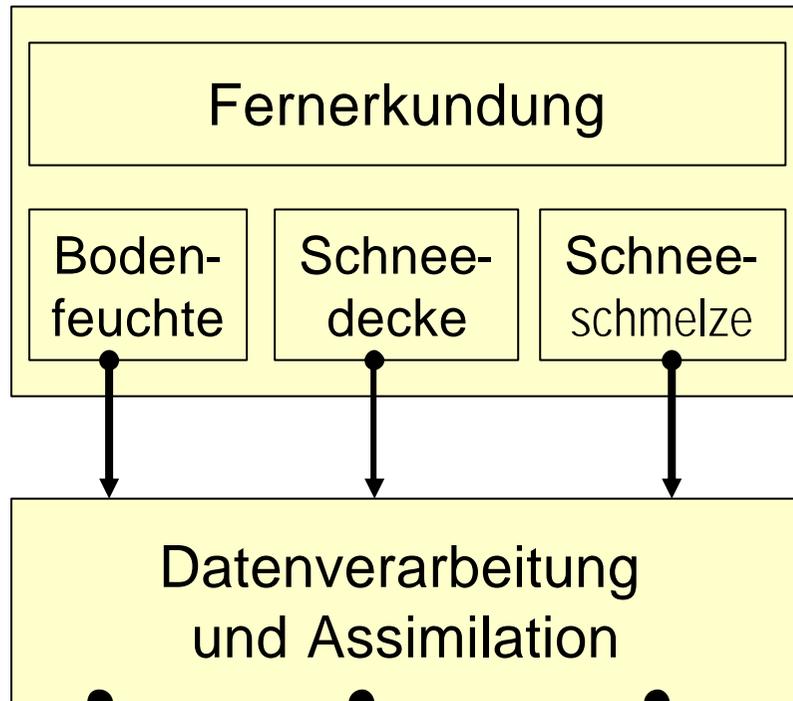
NOAA
Satelliten-
aufnahme

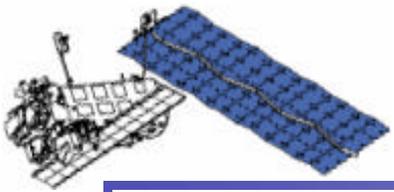


Methodik



In Ferno





Schneedecke und Modellierung



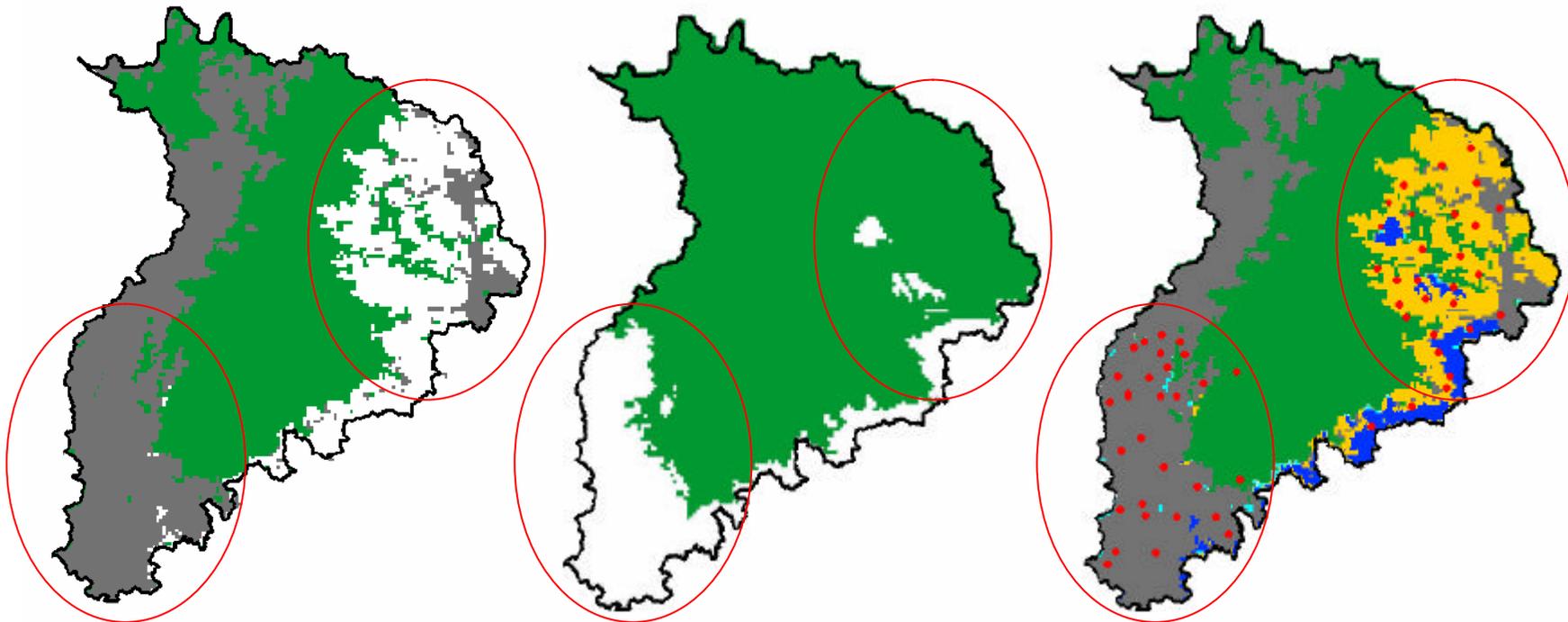
Vergleich der mit Fernerkundung klassifizierten Schneedecke mit Modellergebnissen (LARSIM)

Satellit / Klassifikation

Modell LARSIM

Vergleich

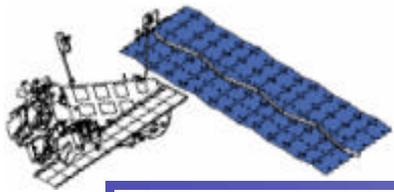
27.2.1999



□ Schneebedeckt
■ Schneefrei
■ Wolken

■ Klassifikation > Modell
■ Übereinstimmung
■ Modell > Klassifikation
● Schneemessung

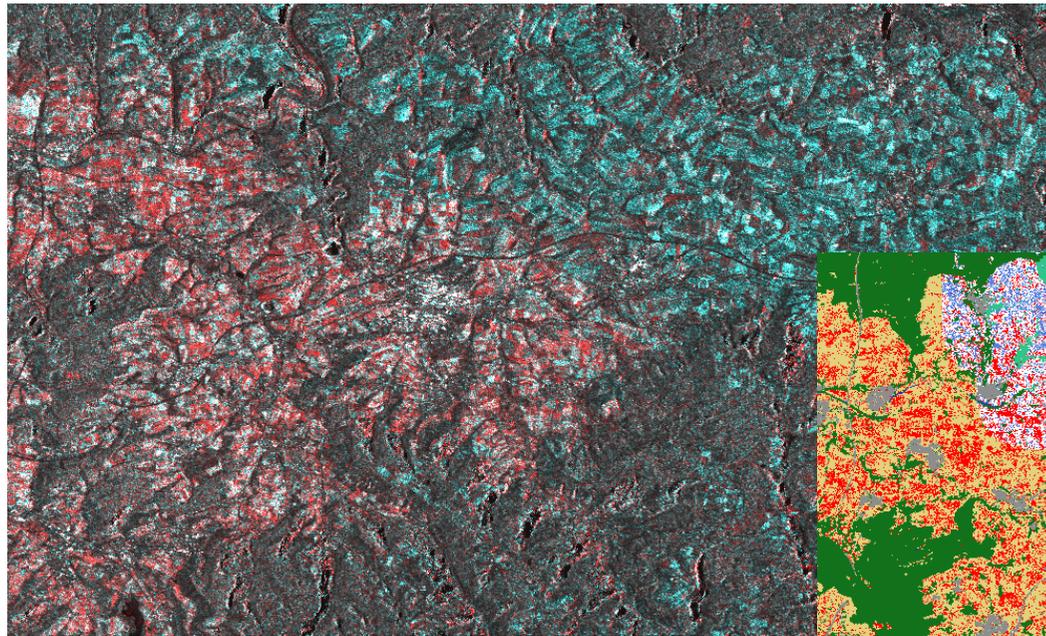
- Modell notwendig unter Wolken
- Schneemessungen bestätigen Fernerkundungsergebnis, Parameteranpassungen im Modell notwendig.



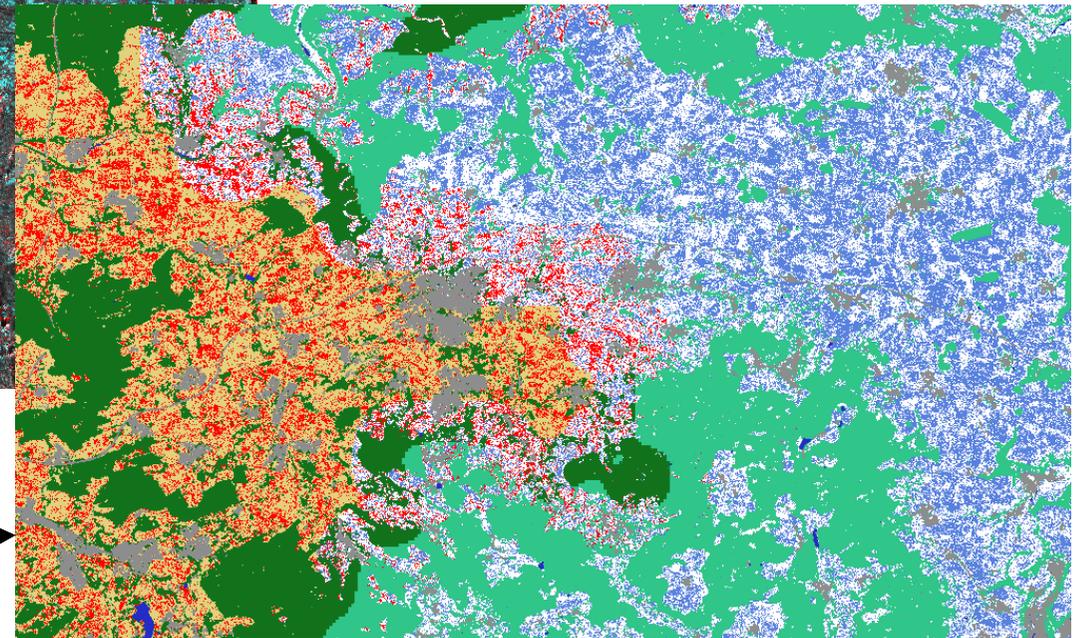
Bodenfeuchte und Schnee



Bestimmung des nassen Schnees, der Bodenfeuchte und der Sättigungsflächen aus SAR Daten (ERS2)



Multitemporale Radaraufnahme:
Nasser Schnee, Nasser Boden
Abgeleitete schneehydrologische Information

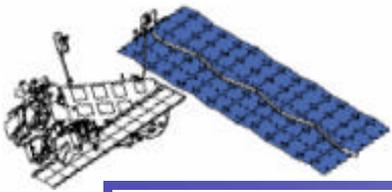


Veränderung der Radar-Rückstreuung

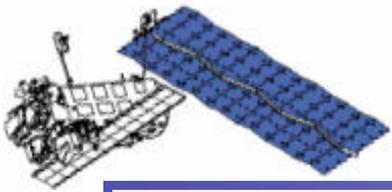
Schneekartierung aus opt. Daten
+
Landnutzung

- | | | |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Schnee | <input type="checkbox"/> Wald schneebedeckt | <input type="checkbox"/> Acker / Wiesen |
| <input type="checkbox"/> nasser Schnee | <input type="checkbox"/> Waldflächen | <input type="checkbox"/> Sättigungsflächen |
| <input type="checkbox"/> Siedlungen | <input type="checkbox"/> Wasserflächen | |

Inferno



- Übertragung der Fernerkundungsansätze auf ENVISAT in der Entwicklung. Daten von ENVISAT werden ab September 2002 zur Verfügung stehen.
- Einbindung der Information zur Schneeschmelze und Bodenfeuchte in das Wasserhaushaltsmodell LARSIM entscheidender Schritt für die Anwendung.
- Datenassimilation bleibt eine zentrale Entwicklungsfragestellung.
- Nachweis, dass Fernerkundungsprodukte in der operationellen Anwendung zu besseren Hochwasservorhersagen führt, soll erbracht werden.
- Operationeller Einsatz geplant ab Ende 2004.



Ansprechpartner



Projektleitung und Anwendung Baden-Württemberg:

W. Schulz, HVZ, LFU Baden-Württemberg

Werner.Schulz@lfuka.lfu.bwl.de, Tel. 0721 983 1498



Anwendung Rheinland-Pfalz:

N. Demuth, Landesamt für Wasserwirtschaft, Mainz

Norbert.Demuth@wwv.rlp.de, Tel. 06131 630151



Forschung und Methodik:

Dr. R. Ludwig, Institut für Geographie, Universität München

r.ludwig@iggf.geo.uni-muenchen.de, Tel. 089 2180 6684



Entwicklung und Produktion:

Dr. H. Bach, Vista GmbH, München

bach@vista-geo.de, Tel. 089 523 89 802

NOAH - New Opportunities for Altimetry in Hydrology

Zielstellung



NOAH



New Opportunities for Altimetry in Hydrology

Finanzierungsrahmen: CEO-Programm der Europäischen Kommission

Zeitraum: 1997-1999

Partner: 7

Zielstellung:

Überprüfen des Nutzens von Fernerkundungs(FE)-Daten für die Hochwasser-Modellierung und die Verbesserung der Kartierung von Überschwemmungsgebieten

Untersuchungsgebiet: Internationales Mosel-Gebiet (~ 28.000 km²)



FE-Daten:

- Höhenmodelle (Raster 20/5/1m; Satellit & Flugzeug)
- Landbedeckung (Satellit)

Nutzung der FE-Daten für:

- Hydrologische Modellierung
- Hydrodynamische / hydraulische Modellierung

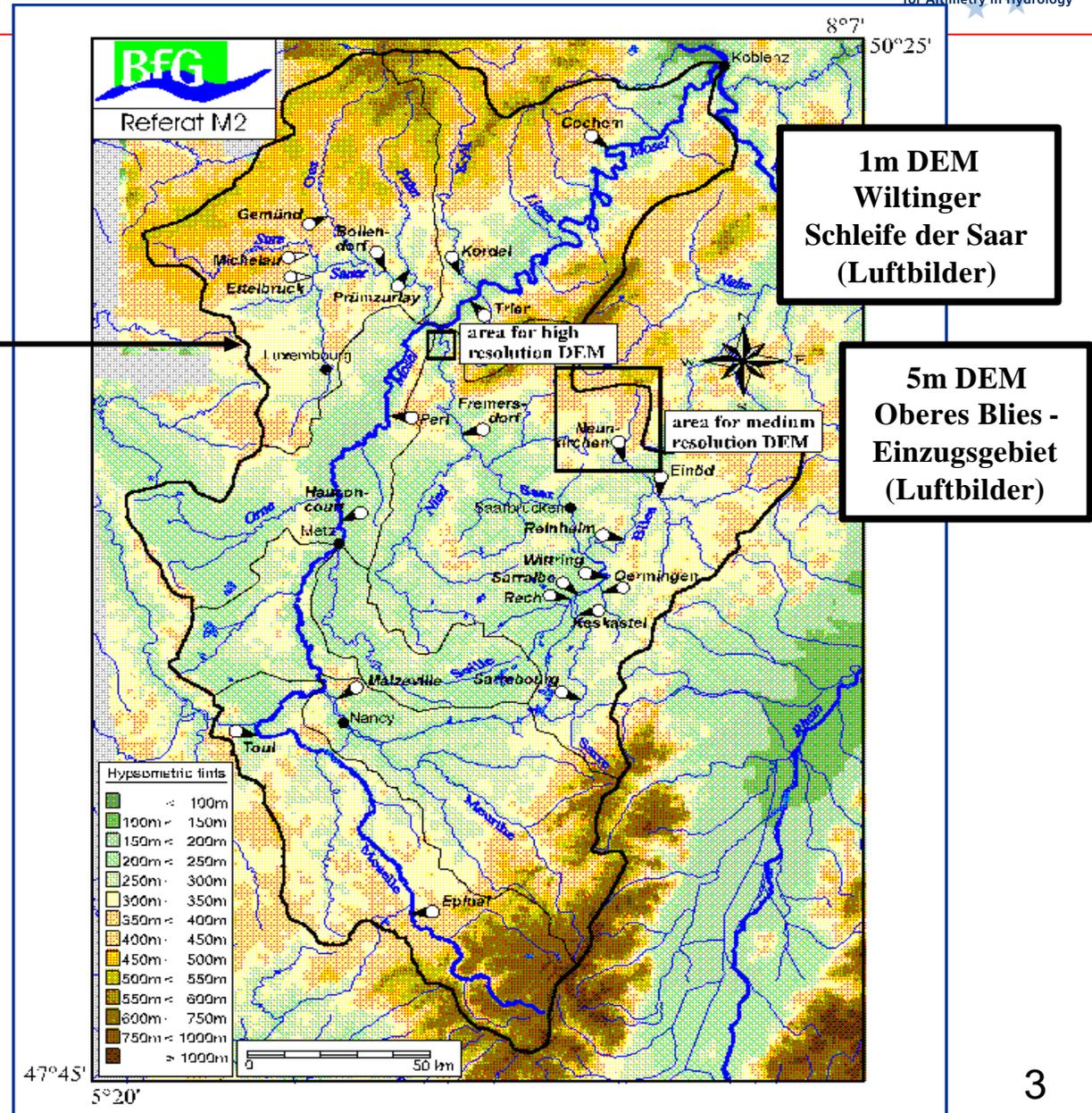
Untersuchungsgebiet

Das Mosel-Einzugsgebiet

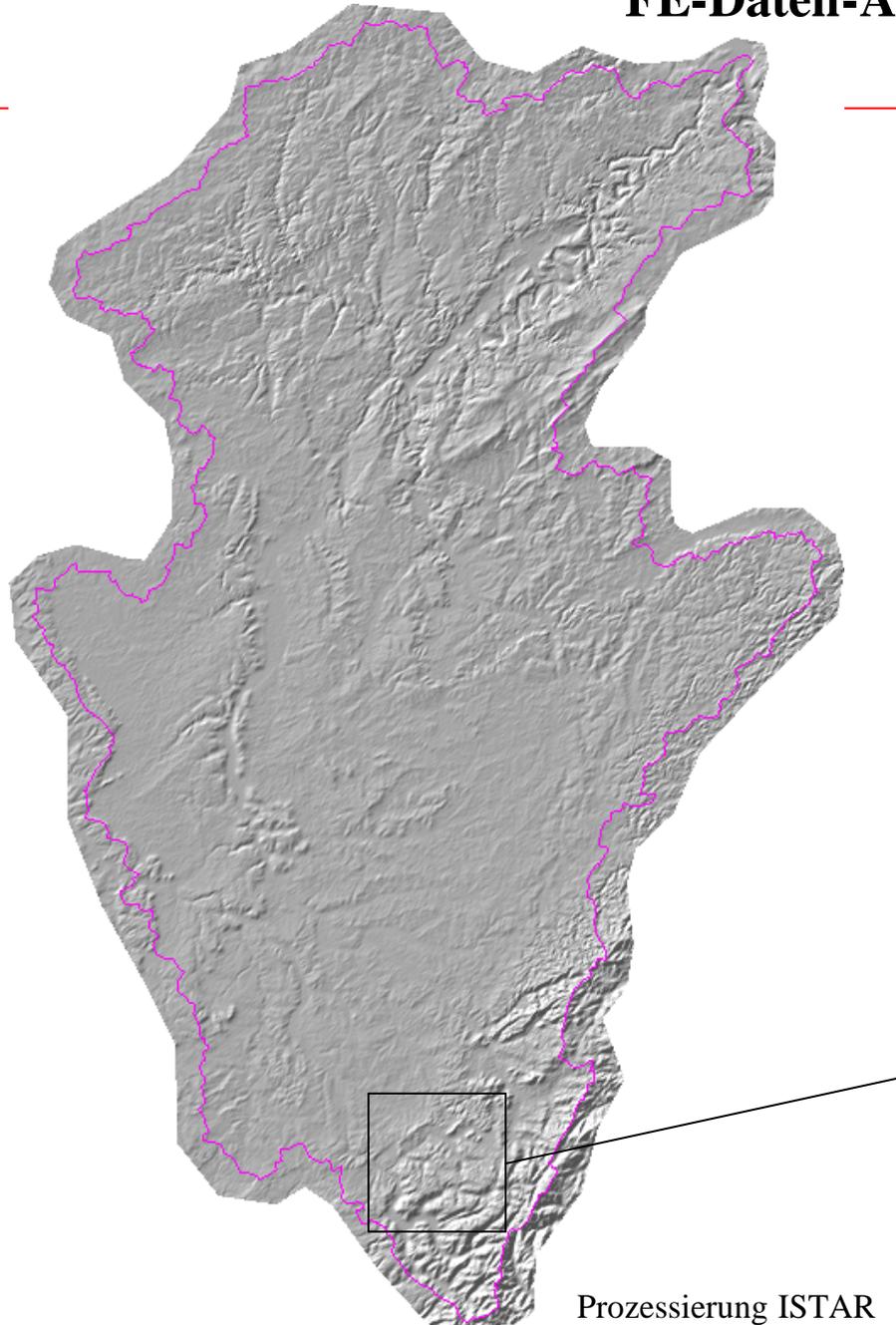
Globales DEM des Mosel-Einzugsgebietes mit 20m Auflösung (SPOT Stereo-Paare)

Nutzung von Fernerkundungsdaten zur Ableitung von

- Höhenmodellen (DEM) und
- Karten der Landbedeckung für verschiedene Regionen des Einzugsgebietes



FE-Daten-Akquisition (1)

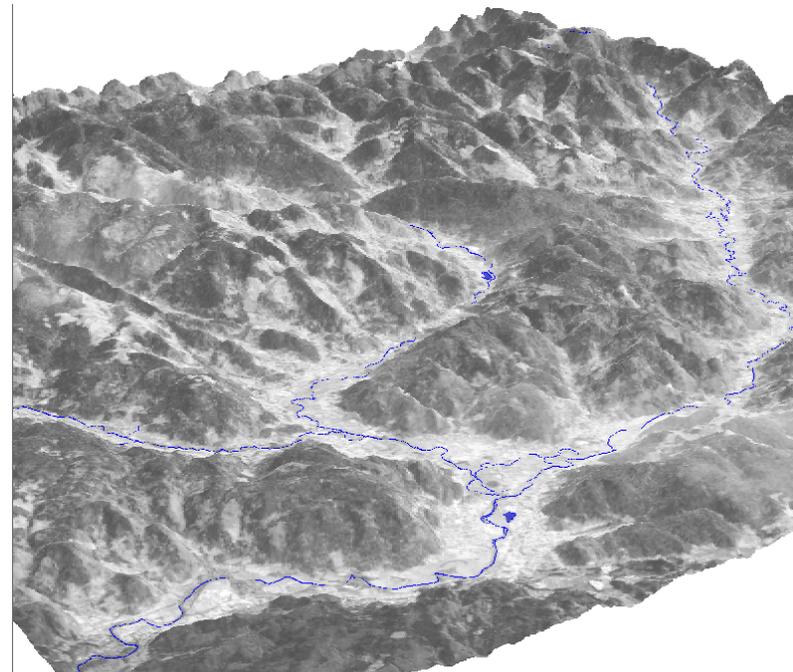


Globales 20m-DEM

des ganzen Mosel-Einzugsgebietes
abgeleitet aus panchromatischen Stereo-
Paaren von SPOT

Auflösung: 20m

Höhengenauigkeit: ~ 10m

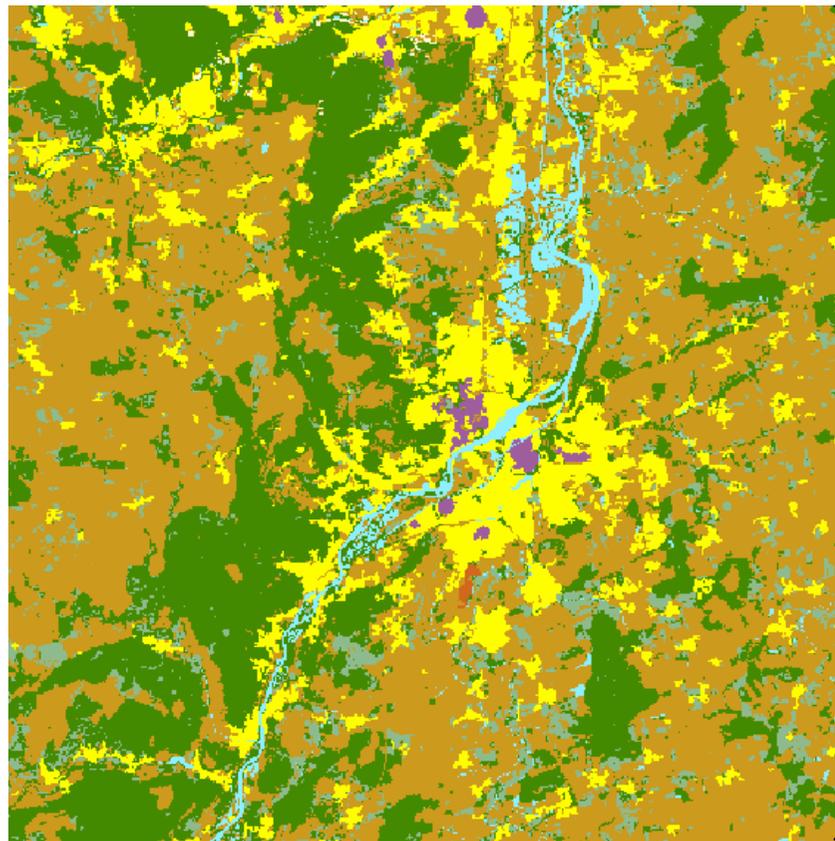


FE-Daten-Akquisition (2)

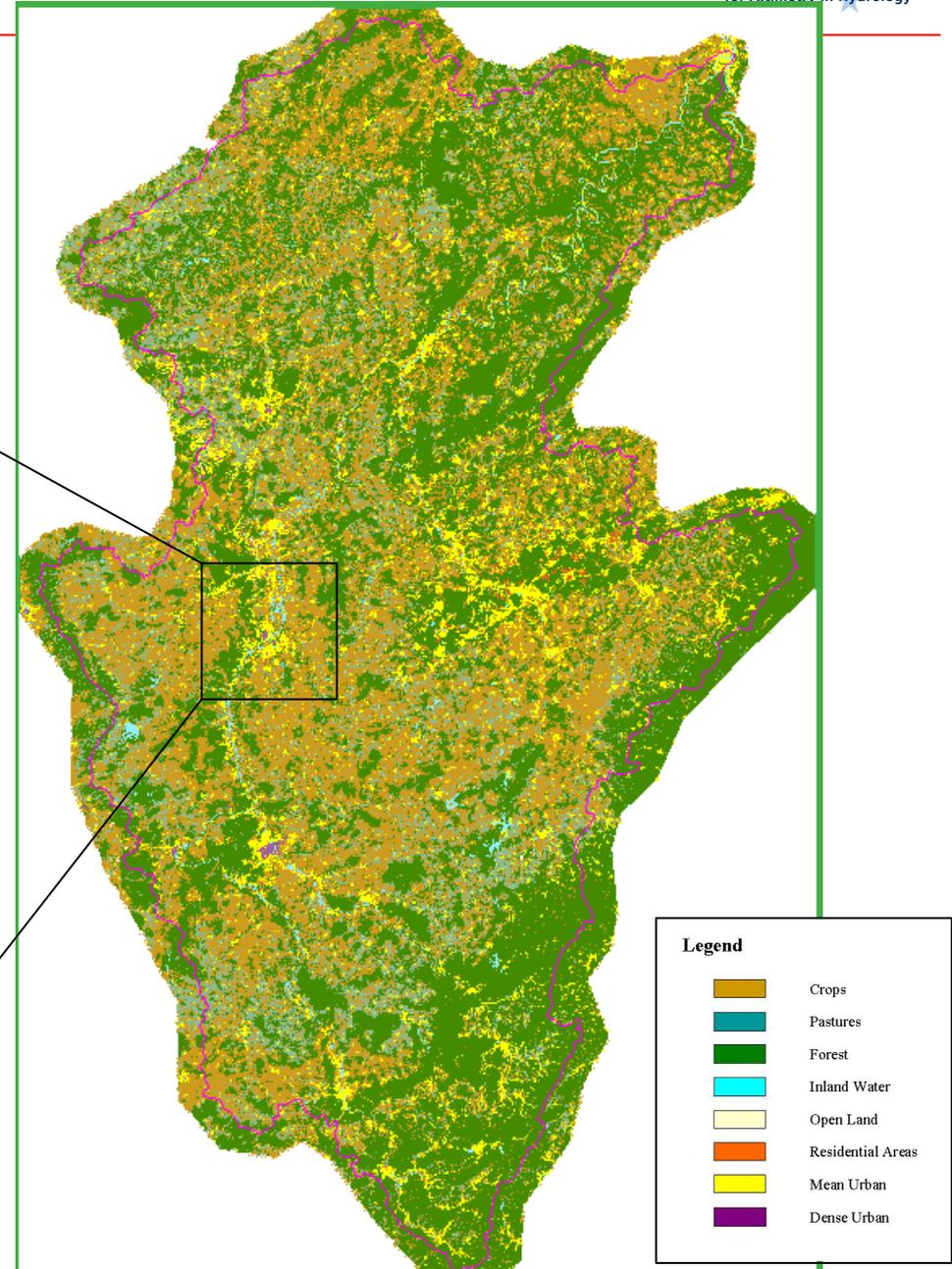
Landbedeckungskarte

abgeleitet aus multispektralen SPOT-Aufnahmen

Auflösung: 20m



Prozessierung ISTAR



FE-Daten-Akquisition (3)

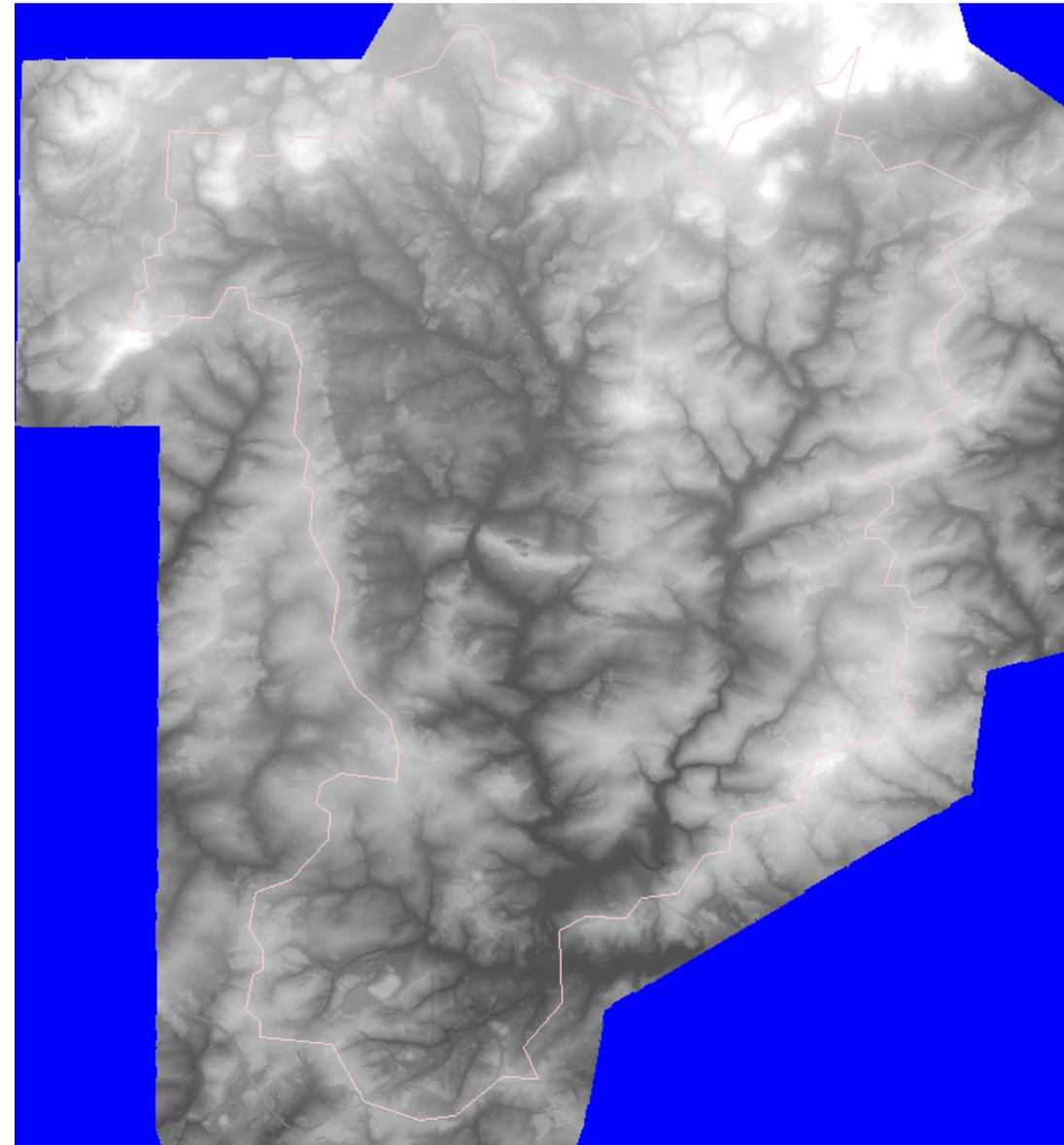
Flugzeug-Aufnahmen (1)

93 Luftbilder im Maßstab 1:30.000 des
Oberen Blies-Einzugsgebietes (400 km²)



3D-Ansicht
mit Orthophoto-
Information

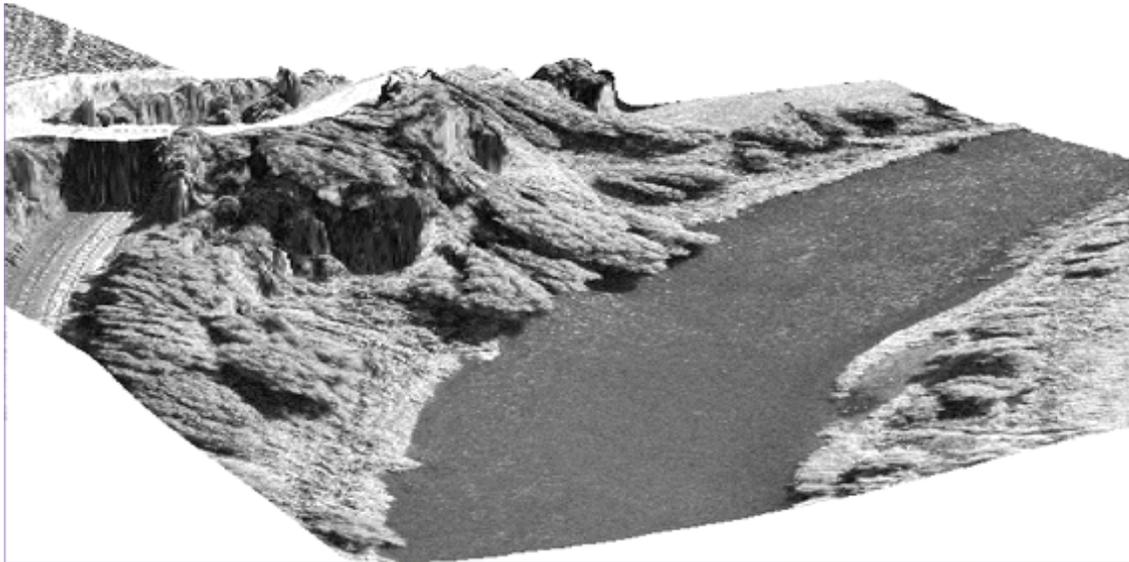
Hoch aufgelöstes DEM (5m)
des Blies-Einzugsgebietes
(überlagerter Vektor der Einzugsgebietsgrenze)



FE-Daten-Akquisition (4)

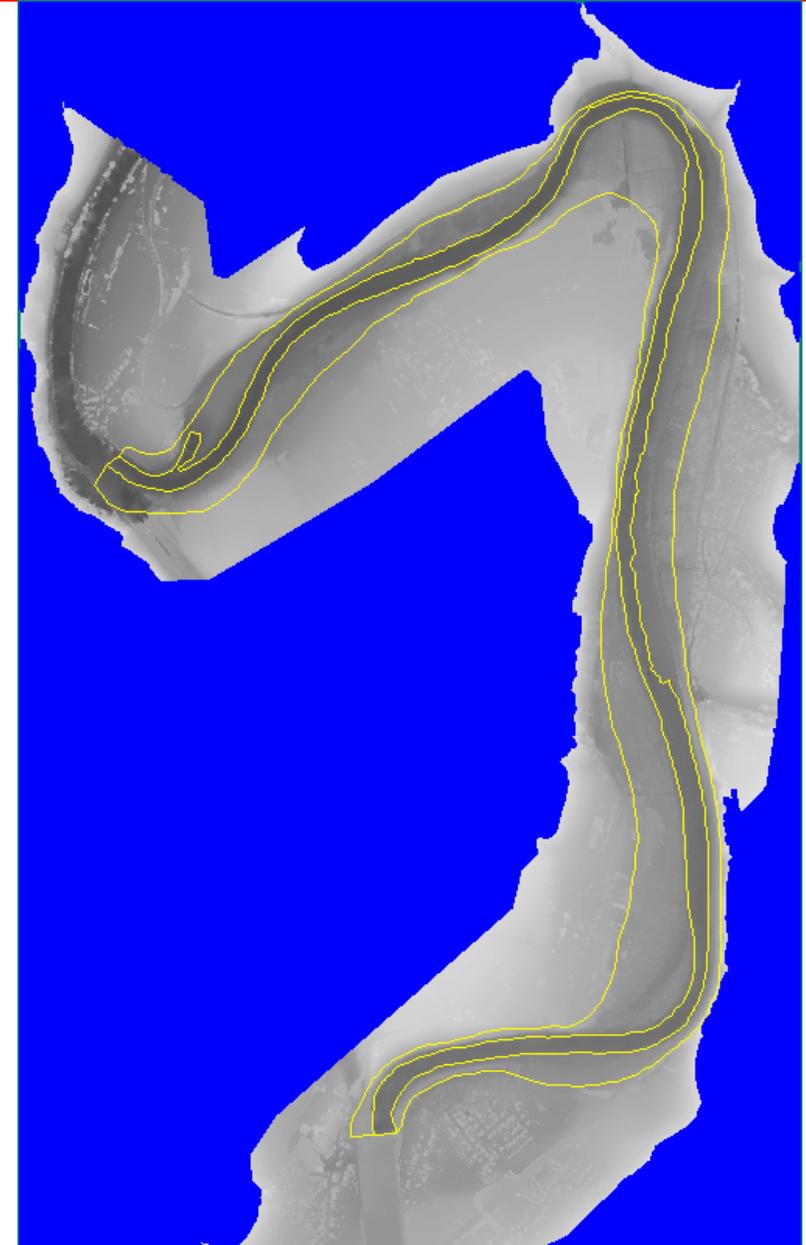
Flugzeug-Aufnahmen (2)

66 Luftbilder im Maßstab 1:5.000 eines
Flussmäanders der Saar (Wiltinger Bogen, 7 km²)



3D-Ansicht der Saar, mit Orthophoto-Informationen

Prozessierung ISTAR



Sehr hoch aufgelöstes DEM (1m)
für hydrodynamisch-hydraulische Modellierung
(überlagerte Vektoren
des permanent durchflossenen Flussbettes und der Vorländer)

Nutzung der aus FE-Daten abgeleiteten Informationen (1): **Hydrologie**

Szenarien für Landbedeckung
und Hochwasser:

Untersuchungsgebiet:

Oberes Blies-Einzugsgebiet

(~ 400 km²)

Aus Luftbildern abgeleitetes DEM

(5m * 5m, aggregiert zu 20m * 20m)

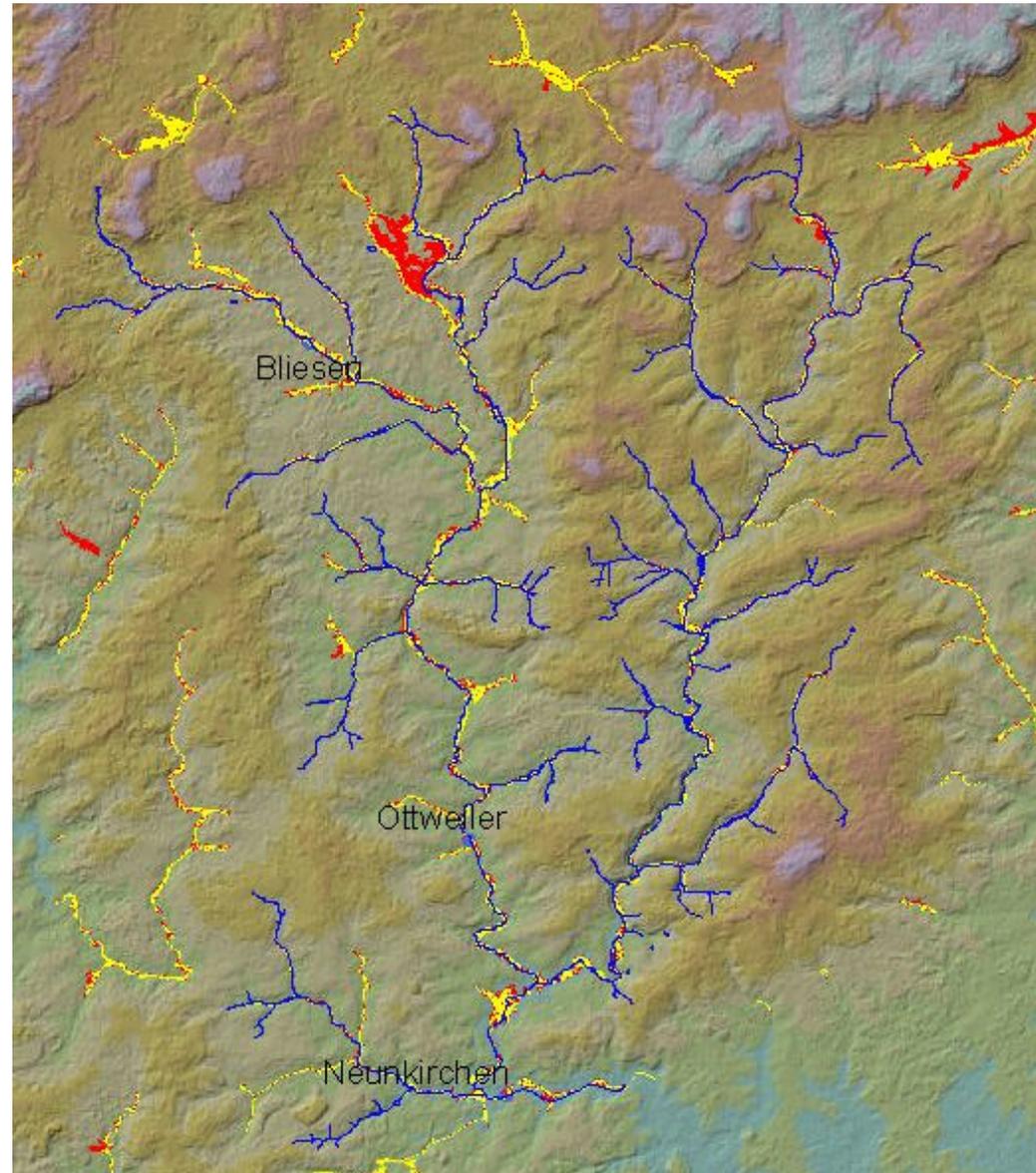
Beispiel:

Wasserspiegelanstieg um

1m (Gelb)

2m (Rot)

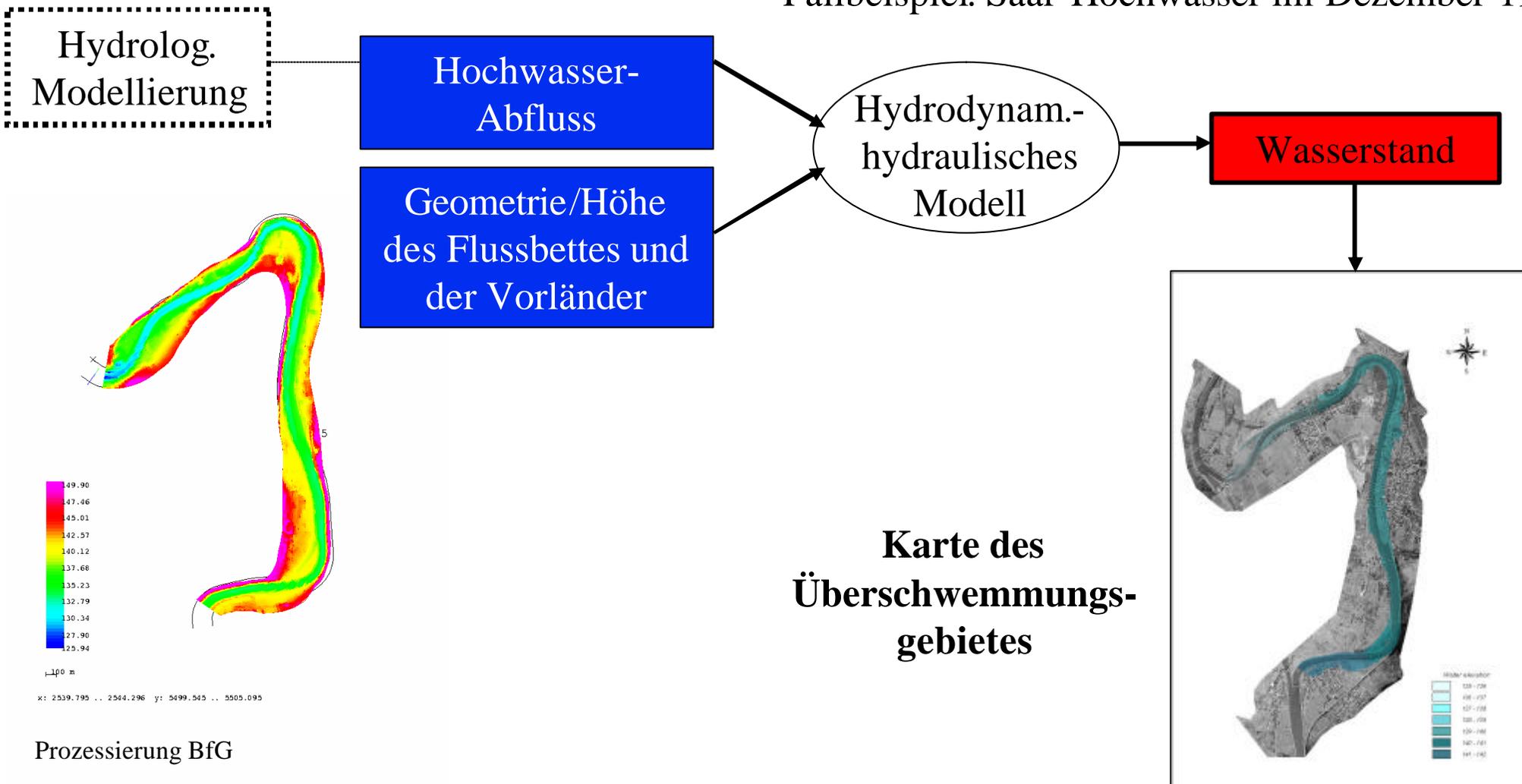
(Blau = Gewässerläufe)



Nutzung der aus FE-Daten abgeleiteten Informationen (2): **Hydrologie & Hydraulik**

Hochwasser-Simulation basierend auf hydrologische & hydrodynamische/hydraulische Modellierung

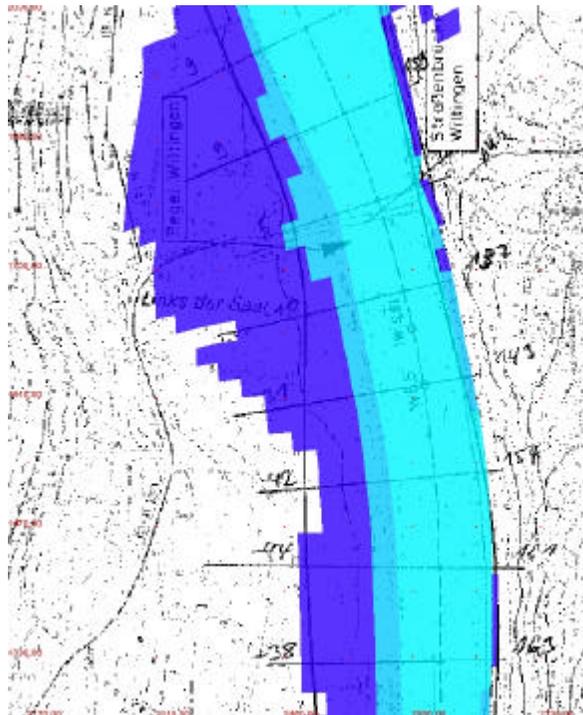
Fallbeispiel: Saar-Hochwasser im Dezember 1993



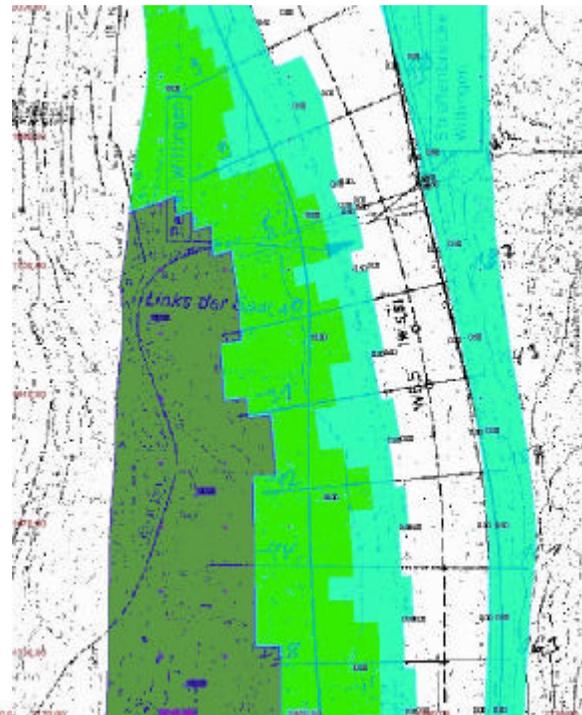
Schlussfolgerungen (1): Überschwemmungsrisiko

Überschwemmungsrisiko:

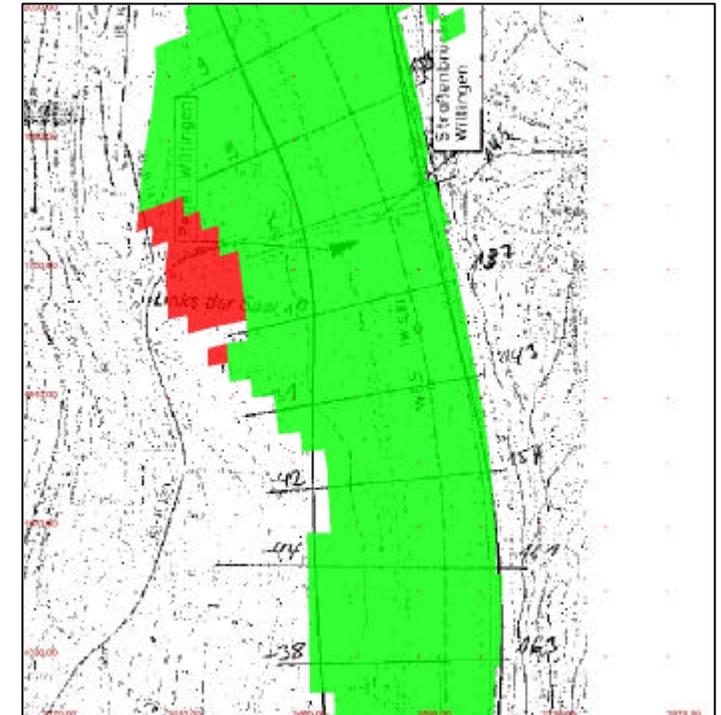
$$\text{Hydr. Wahrscheinlichkeit} \text{ \AA } \text{Verletzbarkeit} = \text{Risiko}$$



Ä



=



Hochwasser-
Simulation:
Wasserstand

Verletzbarkeit
(Landbedeckung &
sozio-ökonomische Faktoren)

Risiko
(rot = ungeschützte
Flächen)

Schlussfolgerungen (2): Vorteile FE-Daten

Vorteile bei der Nutzung von FE-Daten:

Die FE-Daten wurden im Mosel-Einzugsgebiet genutzt für die:

1. Modellierung von Hochwasser-Abfluss
2. Kartierung des Hochwasser/Überschwemmungsrisikos.

➔ Größere Effizienz und bessere Genauigkeit besonders wenn:

- ☞ keine topographische Information (keine Karten)
- ☞ keine *in situ* Messungen des Wasserstandes (keine Pegel) vorhanden sind.

➔ Nicht immer Daten von Satelliten nutzbar (Alternative Flugzeug):

- ☞ Auflösung & Sensoreigenschaften (z.B. Wolken)
- ☞ Wiederkehrrate & zeitliche Verfügbarkeit
- ☞ Kosten

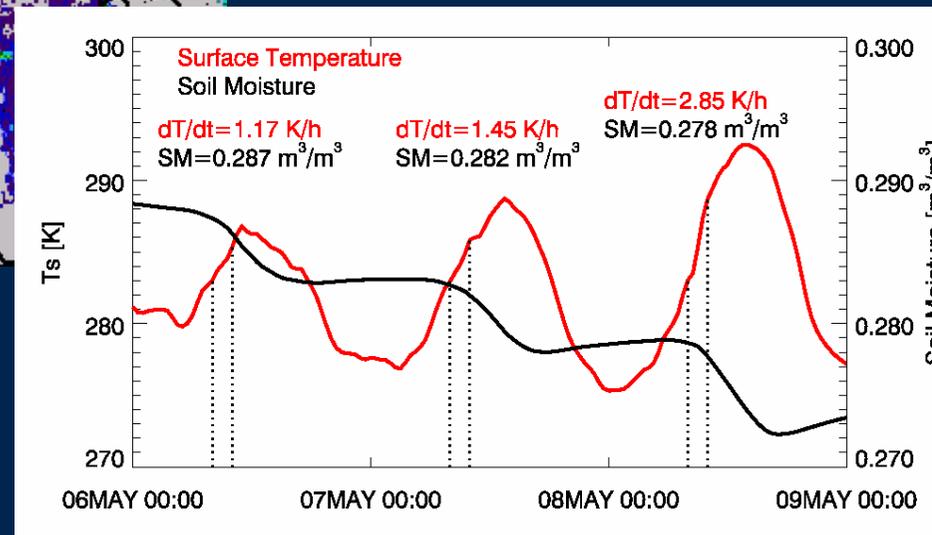
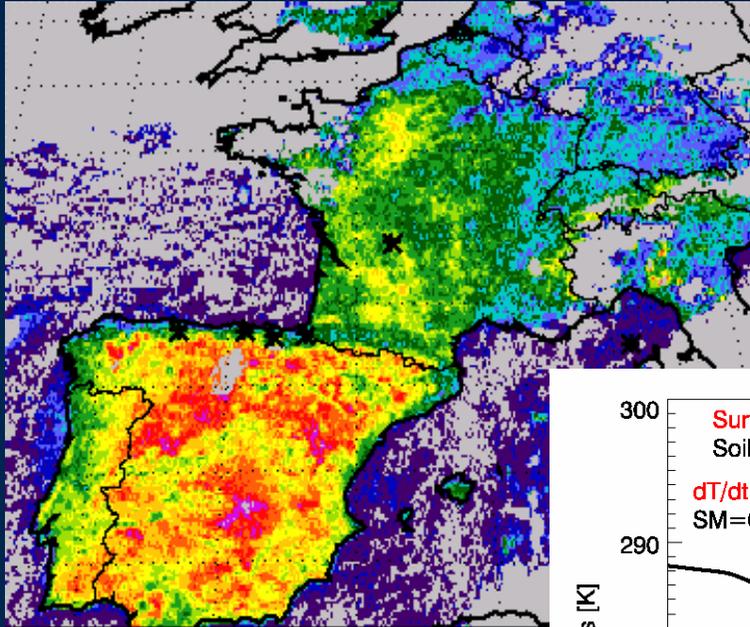
Danksagung / Projektpartner

Projektpartner

- ★ CEMAGREF - Projekt-Koordinator (Frankreich)
- ★ BfG - Bundesanstalt für Gewässerkunde (Deutschland)
- ★ WL | Delft Hydraulics - Umwelt-Ingenieurfirma (Niederlande)
- ★ KHR/ICHR - Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (Niederlande)
- ★ Spot Image - Vertreiber von Satellitendaten-Produkten und -Dienstleistungen (Frankreich)
- ★ ISTAR - Spezialfirma für Produktion von geographischen Informationen (Frankreich)
- ★ EGERIE - Firma für Computerdienstleistungen (Luxemburg)



Bodenfeuchte im Land SAF - Projekt



Felix Portmann

- (Bundesanstalt für Gewässerkunde / BfG)

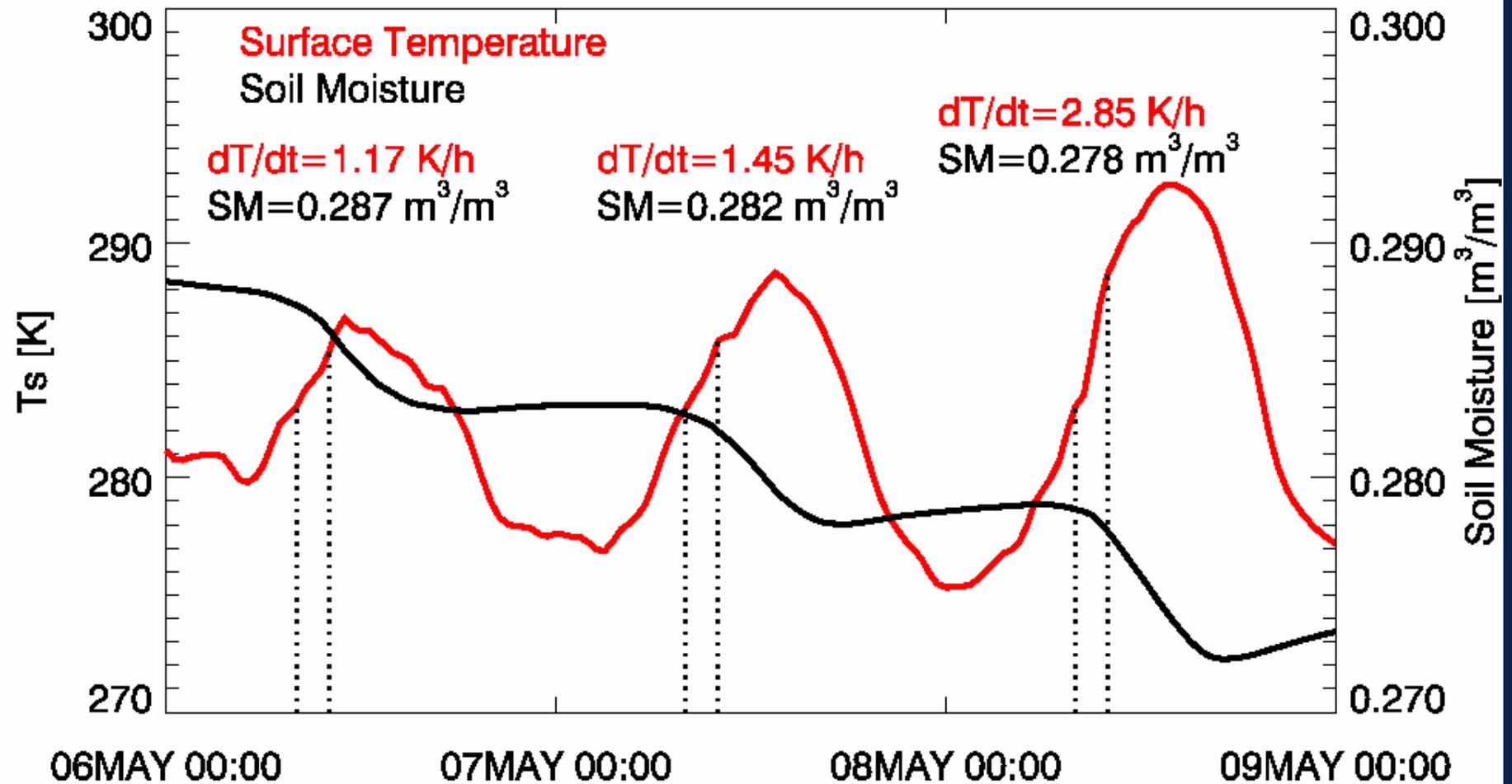
Hintergrund

- Wichtigkeit der Bodenfeuchte
 - ➔ Hochwasserentstehung / HW-Vorhersage
(Niederschlag auf gesättigten Boden,
z.B. Hochwasser am Rhein 1993/94, 1995)
 - ➔ Wasserbilanzmodelle ggf. in Kombination mit
Niedrigwasser-Vorhersage
(Ausfallzeiten für Schifffahrt)
 - ➔ Landwirtschaft & Agrarmeteorologie
(Bewässerungsbedarf, Wachstumsmodelle,
Erntevorhersage)
 - ➔ Numerische Wettervorhersage
(Antriebsfaktor für Wettergeschehen)

Organisation & SFE-Daten

- EUMETSAT Satellite Application Facility (SAF) for Land Surface Analysis
 - 12 europäische Partner (verschiedene Aufgaben)
 - Laufzeit der Entwicklungsphase: 1999-2004
 - Laufzeit der operationellen Phase: + 10-15 Jahre
- METEOSAT ZWEITE GENERATION (MSG)
 - Start: Mitte 2002
 - Optische und IR-Daten

Bodenfeuchte vs. Änderung der Landoberflächentemperatur

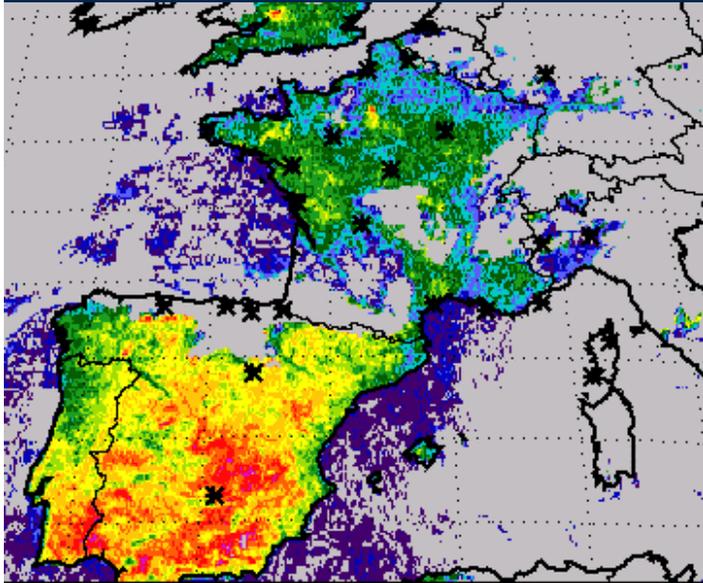


Kurzer Überblick über die Methodik

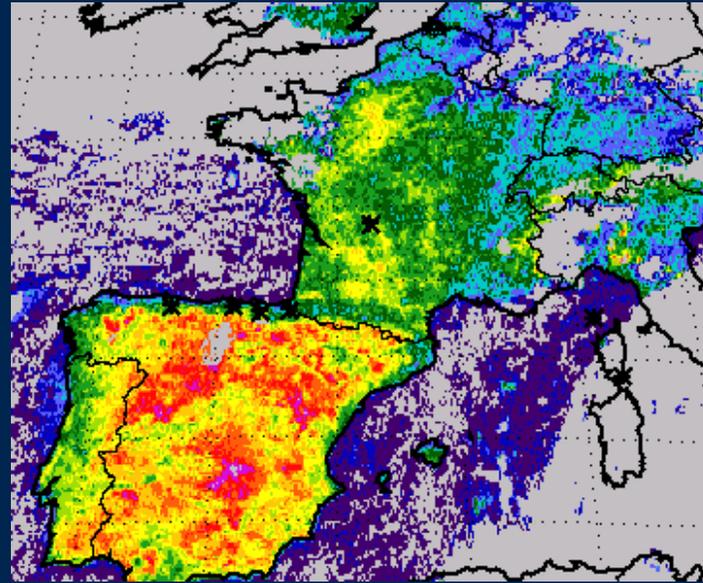
- Aufteilung der einfallenden Strahlungsenergie in Ströme der latenten bzw. fühlbaren Wärme ist abhängig von Bodenfeuchte.
- Kombination Satellitendaten und Modell für Boden-Vegetations-Atmosphären-Transport (SVAT)
- Einschränkungen:
 - ➔ Wolkenfreiheit
 - ➔ keine Schneebedeckung
 - ➔ nicht zu hohe Windgeschwindigkeit
 - ➔ Wald nur indirekt erfasst
- Ergebnis hat Testcharakter für Europa
 - ➔ vermutlich als aggregierte Größe für größere Einzugsgebiete geeignet

Änderung Landoberflächentemperatur 8:00- 10:00 UTC

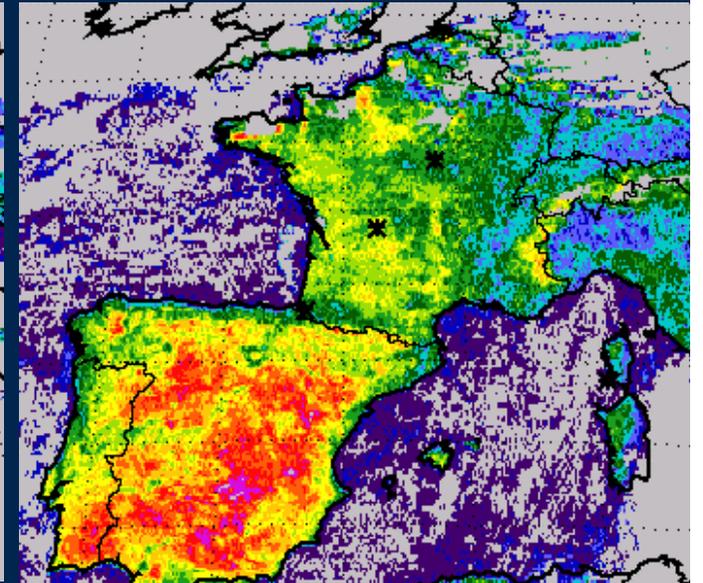
1998-08-05



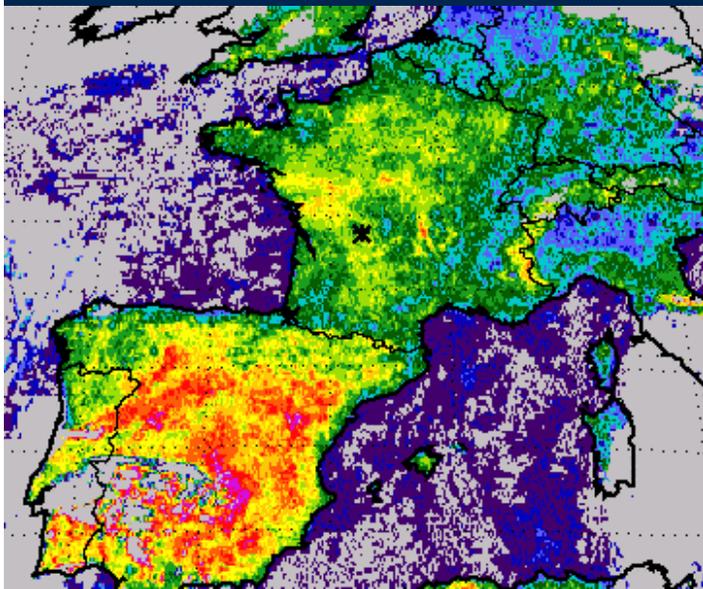
1998-08-06



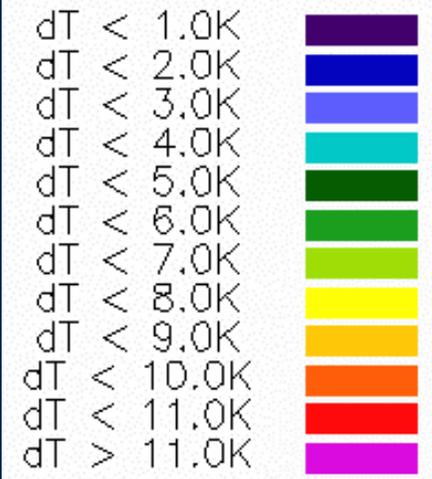
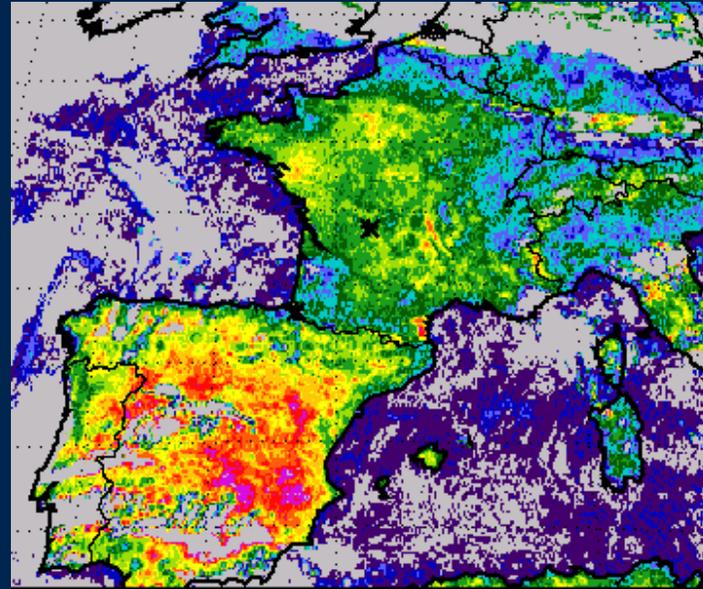
1998-08-07



1998-08-08

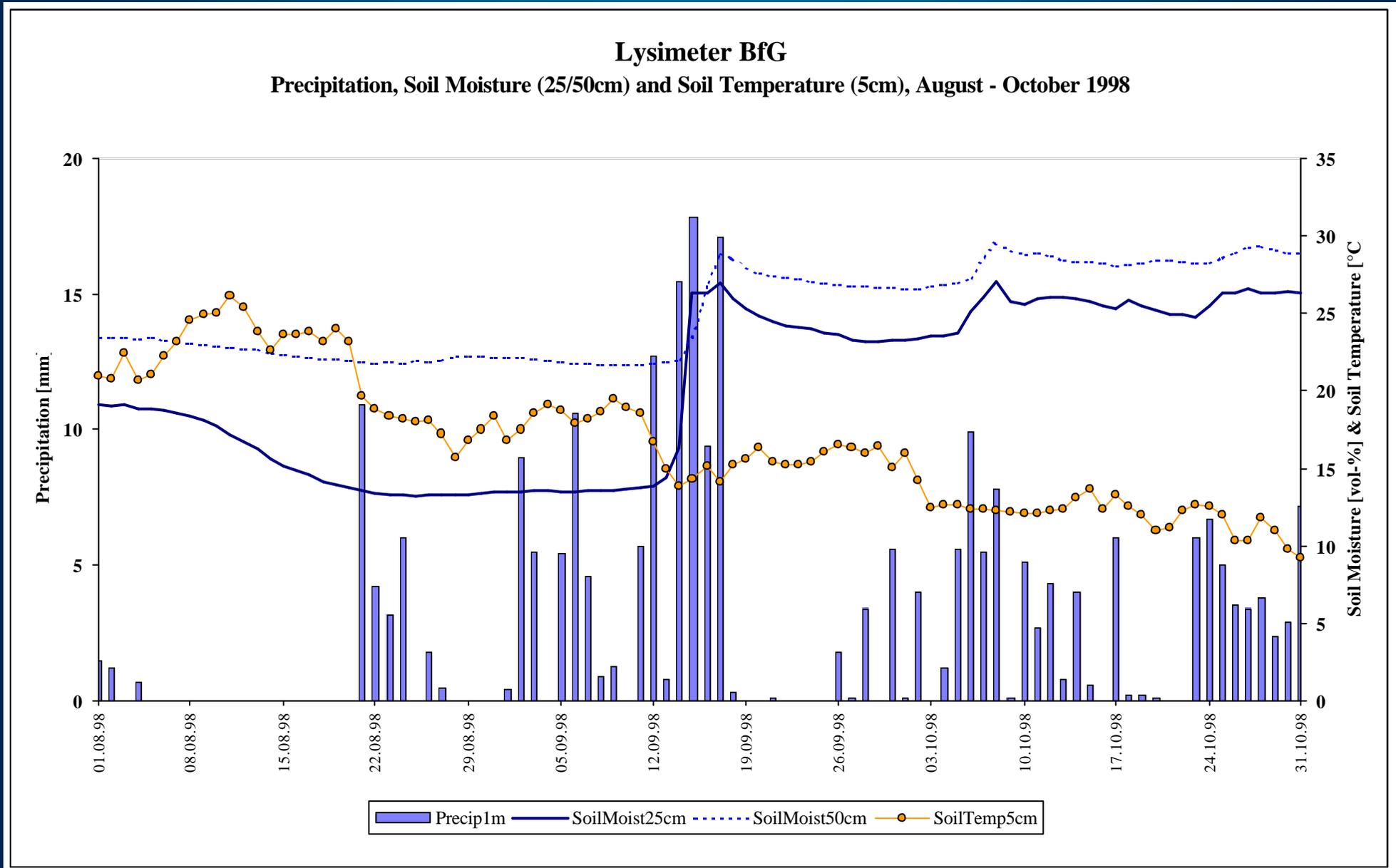


1998-08-09



SW - Europa

Validierung der Bodenfeuchte



Verschiedene Referenzdatensätze (u.a. SYNOP-Stationen)

Ausblick

- Bessere Information über räumliche und zeitliche Verteilung der Bodenfeuchte
 - ➔ Internationale Einzugsgebiete mit deutschen Anteilen:
 - Rhein, Elbe, Oder, Donau
 - ➔ Europa
- Verbesserung der Kurzfrist- und Langfrist-Vorhersagen von Hochwasser und ggf. Niedrigwasser
 - ➔ Nutzer:
 - BfG (v.a. Rhein, Elbe, Oder)
 - Andere

Danksagung

- Tilo Keller
Meteorologisches Institut der Universität Bonn (MIUB)
 - ➔ Partner für die Entwicklung des Land SAF -
Bodenfeuchteprodukts
 - ➔ Bereitstellung von Abbildungen
 - ➔ Kommentare

Kontaktadresse

Felix Portmann

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Referat M2 -

Wasserhaushalt, Vorhersageverfahren, Global Runoff Data Centre (GRDC)

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15-17

56068 Koblenz

Telefon: 0261 1306-5218

Telefax: 0261 1306-5280

E-mail: portmann@bafg.de