

**Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Meeresforschung
Hamburg, 5. Dezember 2003**



Fernerkundung von Ozeanen und Küstenzonen - Potentiale und Möglichkeiten -

Dr. Andreas Neumann

DLR - Institut für Methodik der Fernerkundung

Die **Ozeane** sind das größte Ökosystem der Erde, sie wirken entscheidend in den globalen Kreisläufen (H_2O , CO_2 , Temperatur).

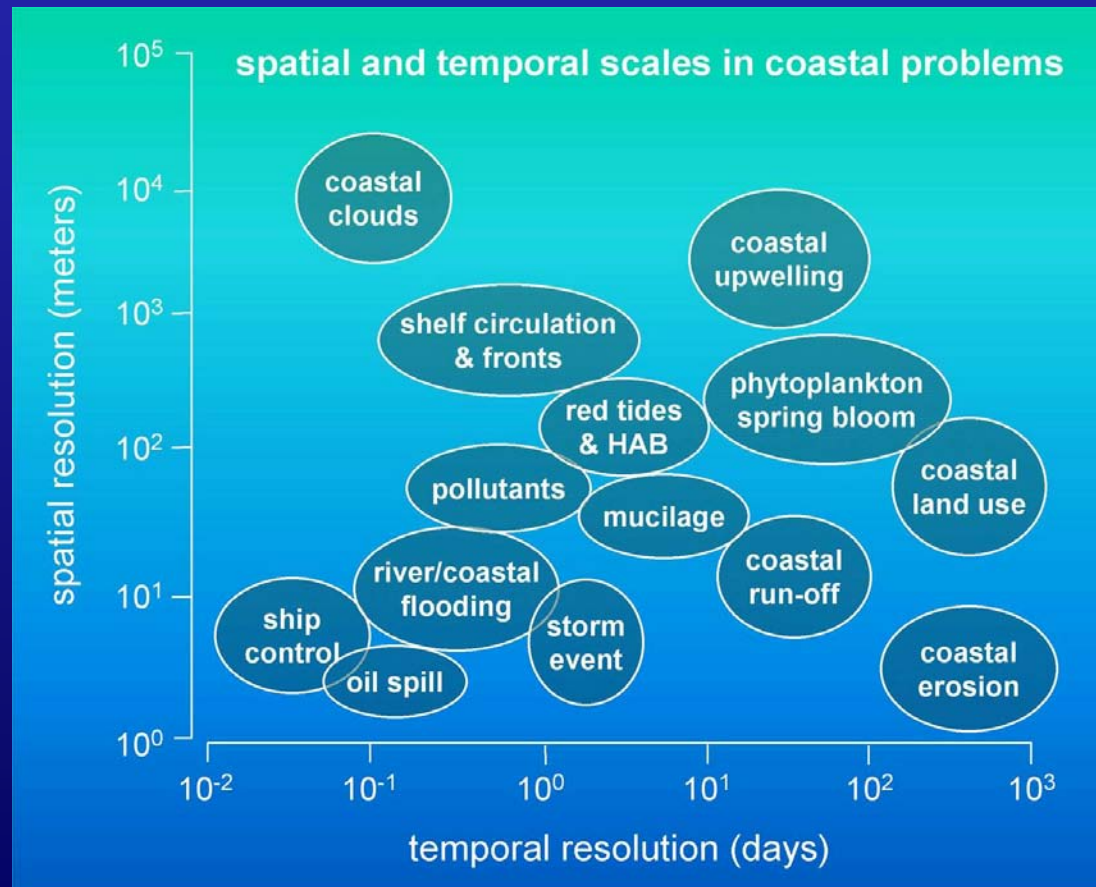
Sie sind eine essentielle Lebensgrundlage für den Menschen

Küstenzonen:

- ▶ am dichtesten besiedelter Lebensraum, ca. 70% der Weltbevölkerung leben in Küstenzonen
- ▶ Hauptteil der menschlichen Aktivitäten und damit der antropogenen Umweltbeeinflussung erfolgt in Shelf- und Küstengebieten
- ▶ essentiell für die Wirtschaft: Fischfang, Bodenschätze, Verkehr, Windenergie, Tourismus, ...
- ▶ höchste Bioproduktivität, essentiell für marine Biodiversität
- ▶ „Schnittstelle“ für Stoffflüsse
- ▶ quantitative Bedeutung für globale Kreisläufe vielfach noch nicht verstanden

Warum Fernerkundung?

- in der Regel *flächenhafte* Phänomene mit hoher raum-zeitlicher Dynamik
- Wirkung auf verschiedenen Skalen von lokal bis global
- Beispiel Küstenzonen:



Einsatz spezieller Sensoren an Bord von Satelliten und Flugzeugen zur Bestimmung und Kartierung relevanter geo-bio-physikalischer Parameter

- ▶ entstanden und entwickelt zunächst für globale Sicht
- ▶ in den letzten Jahren wurden verschiedene Technologien auch für regionale Fragestellungen zur Anwendungsreife gebracht
- ▶ als einziges Verfahren zeitlich und räumlich überdeckend
- ▶ potenziell schneller als andere Methoden
- ▶ aber: Ergänzung durch bodengestützten Messungen und Modelle notwendig

Thermische Strahlung der Wasseroberfläche

Strukturen (Rauhigkeit, Wellen) an der Wasseroberfläche

Lichtreflexionen an der Wasseroberfläche

Wasserfarbe auf Grund von Streuung und Absorption des Lichtes im Wasser und durch Wasserinhaltsstoffe

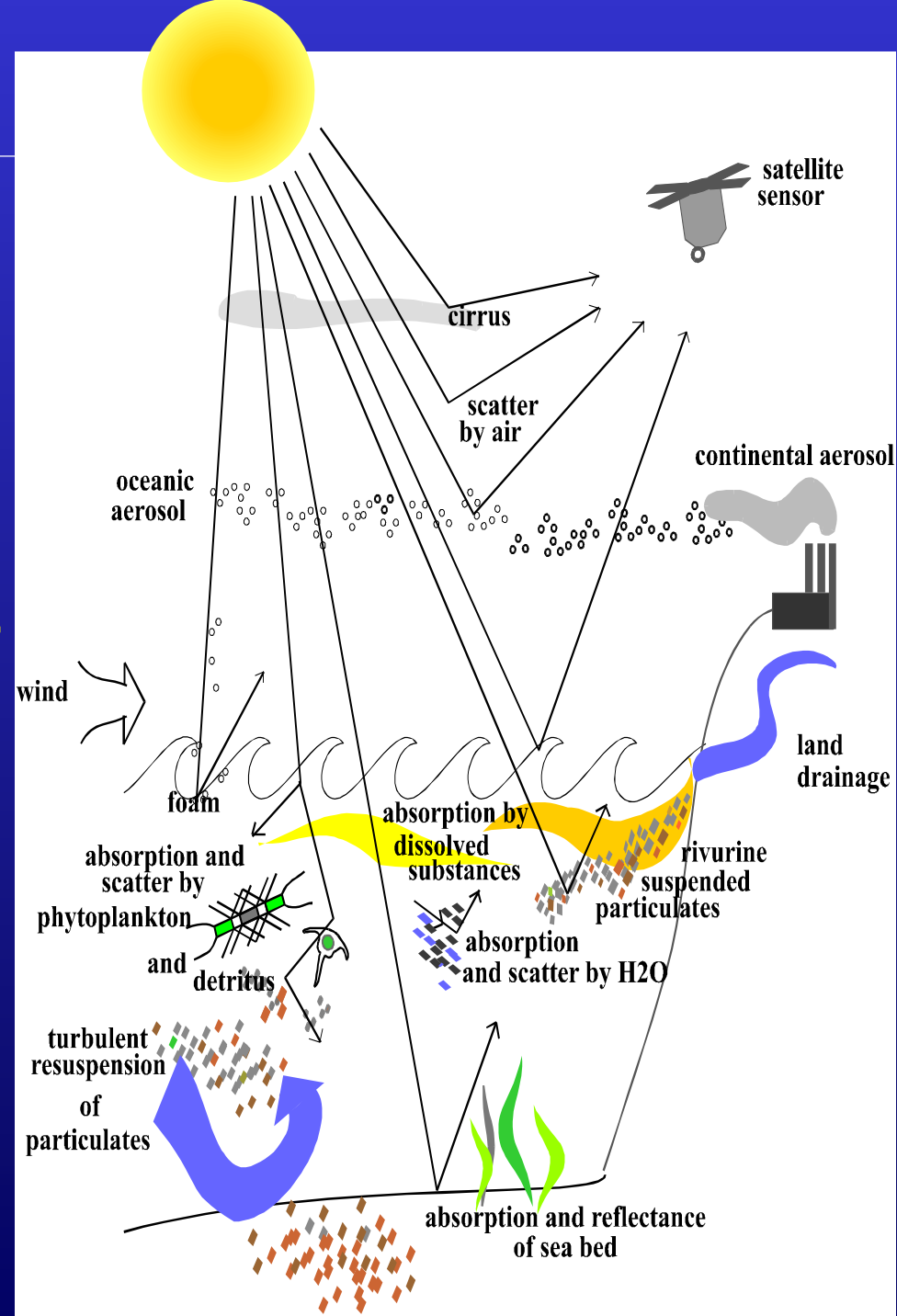
Rückstreuung des Lichtes vom Untergrund oder Bewuchs im Flachwasser

Rückstreuung des Lichtes von Landoberflächen

Küstenlinie, Land-Wasser-Grenze

Eisbedeckung

Lichtstreuung an Teilchen in der Atmosphäre (Luftverschmutzung)



Beispiel: Wasserfarbe



3. TAG Le Havre, Canal Bossière, Hafenwasser



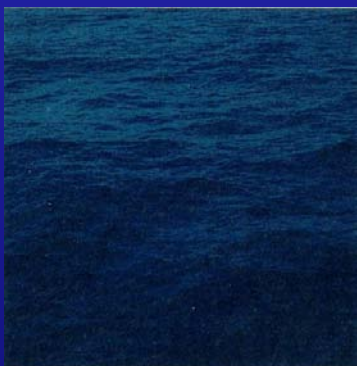
12. TAG New York City, Red Hook Terminal, Hafenwasser



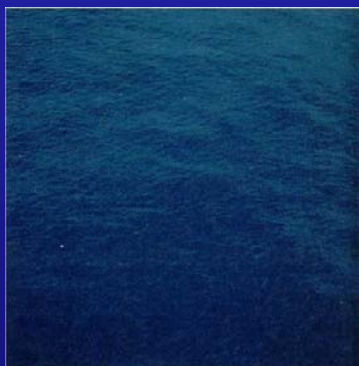
13. TAG Norfolk International Terminal, Hafenwasser



17. TAG Karibik, 21°00'N, 74°16'W



25. TAG Pazifik, 5°34'S, 115°16'W



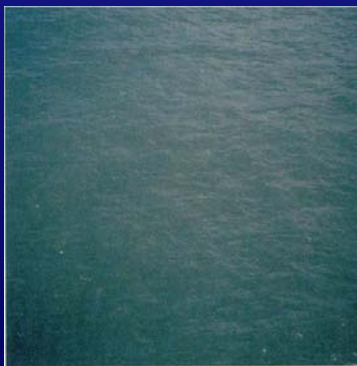
32. TAG Pazifik, 20°24'S, 153°31'W



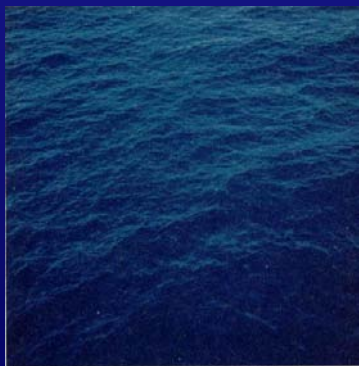
33. TAG Pazifik, 24°59'S, 160°21'W



37. TAG Auckland, Neuseeland, Hafenwasser



45. TAG Brisbane, Australien, Fisherman Island, Hafenwasser



64. TAG Indischer Ozean, 5°50'N, 83°02'O, Indikwasser



72. TAG Rotes Meer, 22°54'N, 37°09'O



86. TAG Tilbury, Großbritannien, Themse, Flusswasser

Was?	Warum?	Wie?
Temperatur	• Einfluss auf das Klima (global) • Einfluss auf das Wetter (regional) • Wesentlicher Faktor für biologisches Wachstum	Infrarot-Sensoren
Wind	• Wesentlicher Antrieb für Prozesse wie z.B. - Wellen und Seegang - Durchmischung von Wasserschichten - Strömungen - Stofftransport • Gefahrenquelle für die Schifffahrt	Radar-Sensoren
Seegang und Wellen	• Durchmischung von Wasserschichten • Stofftransport • Gefahrenquelle für die Schifffahrt	Radar-Sensoren
Eisbedeckung	• Einfluß auf Klima und Wetter • Indikator für Klimaveränderungen • Schifffahrt	Optische und Radar-Sensoren

Was?	Warum?	Wie?
Phytoplankton	• Beginn der marinen Nahrungskette, Grundlage für Fischwachstum • Indikator für biologischen und ökologischen Zustand • Quelle und Senke für Kohlendioxid • Gefährliche (toxische) Algenblüten	Optische Sensoren
Schwebstoffe und gelöste Substanzen	• Sedimentation • Schadstofftransport • ökologischer Zustand	Optische Sensoren
Landnutzung	• Land-Wasser-Wechselwirkungen • Nähr- und Schadstoffeintrag • Küstenschutz	Optische und Radar-Sensoren
Küstenmorphologie	• Erosion, Küstenschutz • Schifffahrt	Optische und Radar-Sensoren
Aerosole	• Strahlungsbilanz • Aerosole/Luftverschmutzung • Störfaktor für die Fernerkundung	Optische Sensoren

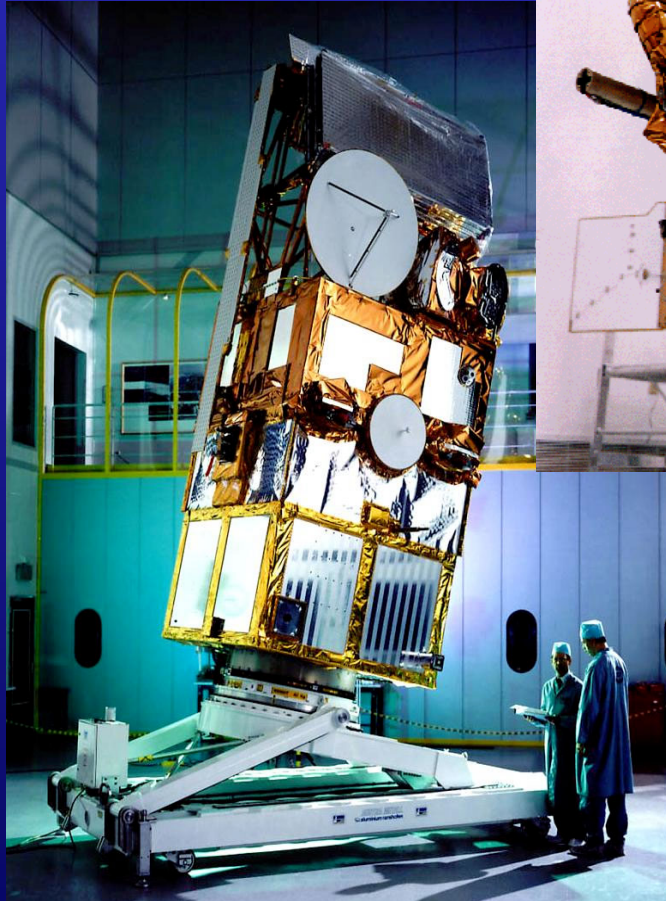
Grenzen und Probleme der Fernerkundung

*Fernerkundung kann bodengestützte Messungen
nur ergänzen, nicht ersetzen!*

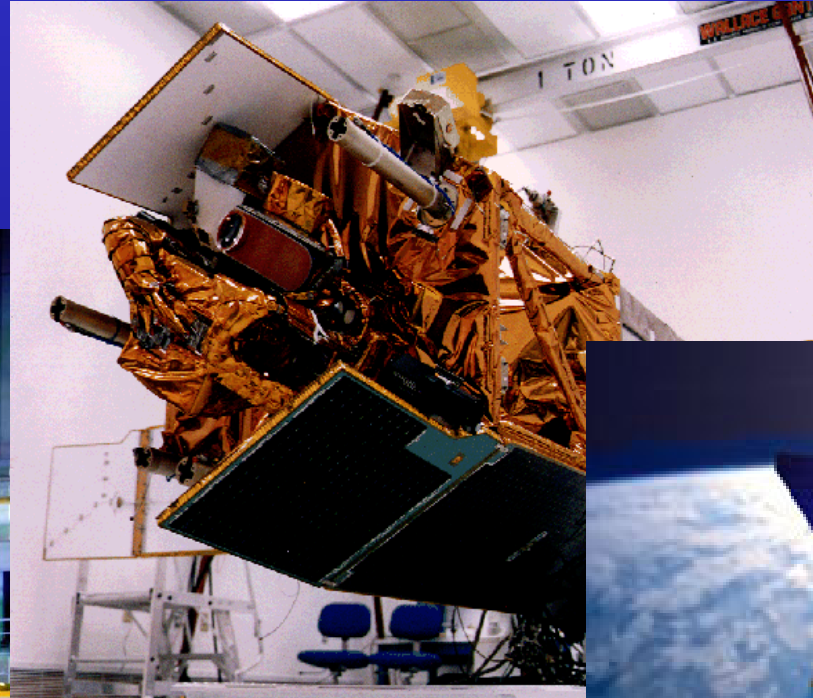
- ▶ Es sind oft nur Wirkungen sichtbar, nicht die Ursachen
- ▶ viele relevante Parameter sind daher nur über Modellansätze greifbar
- ▶ räumliche Auflösung und Aufnahmezeitpunkt nicht beliebig wählbar
- ▶ Skalierungsprobleme im Vergleich mit in-situ Messungen
- ▶ für viele Fragestellungen kann nur auf „Tracer“ zur indirekten Beobachtung zurück gegriffen werden
- ▶ die Konsistenz abgeleiteter Parameter zwischen verschiedenen Sensoren ist teilweise noch unbefriedigend
- ▶ kontinuierliche Langzeit-Verfügbarkeit nicht immer gesichert

***Kontinuität und Langzeit-Konsistenz sind entscheidend
für die Akzeptanz und Nutzbarkeit!***

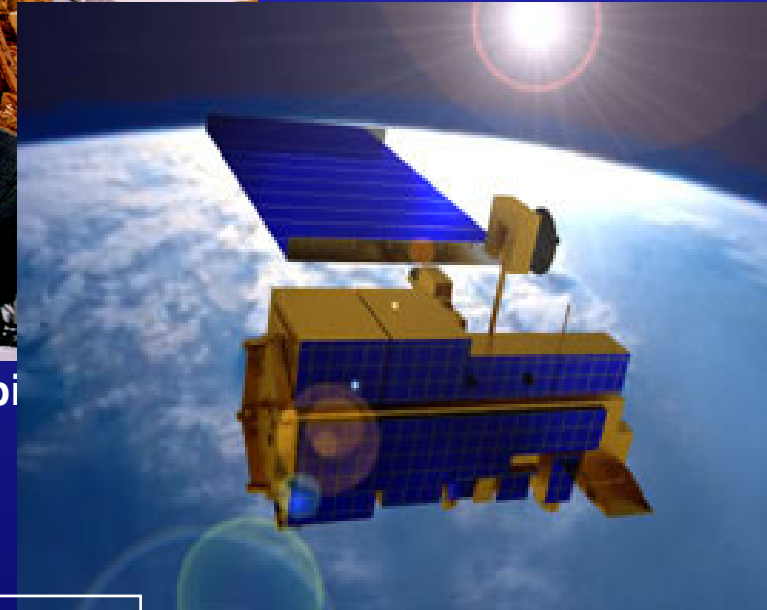
Die aktuelle Satellitenflotte



Europäischer Fernerkundungs-Satellit ERS-2 (ESA)



SeaWiFS (NASA/Orbital Sciences Corp.)



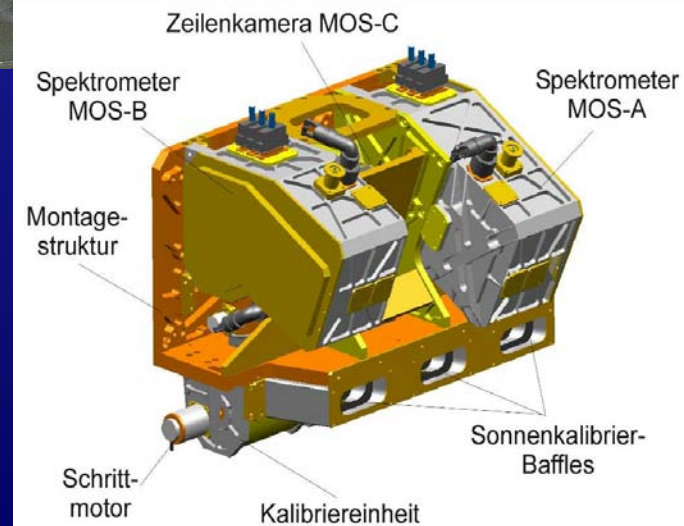
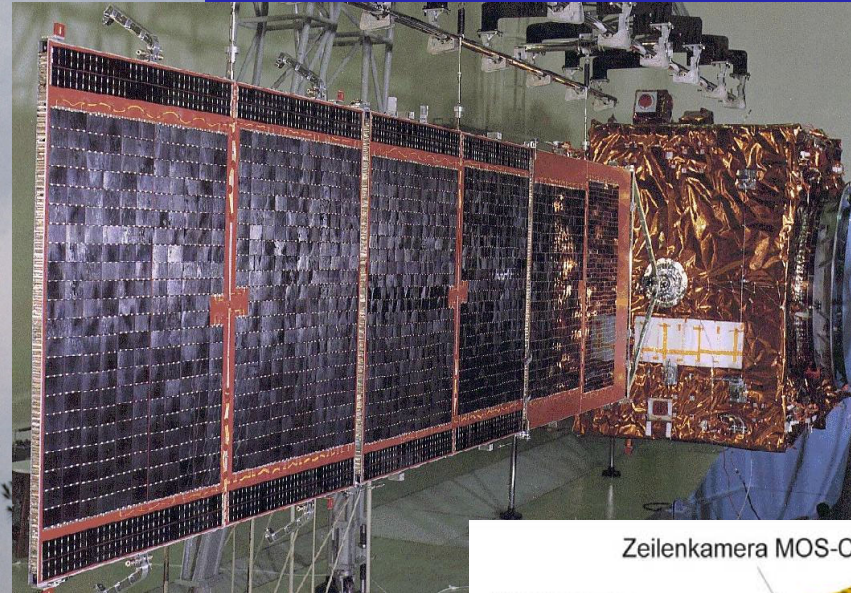
Terra und Aqua (NASA)

außerdem:

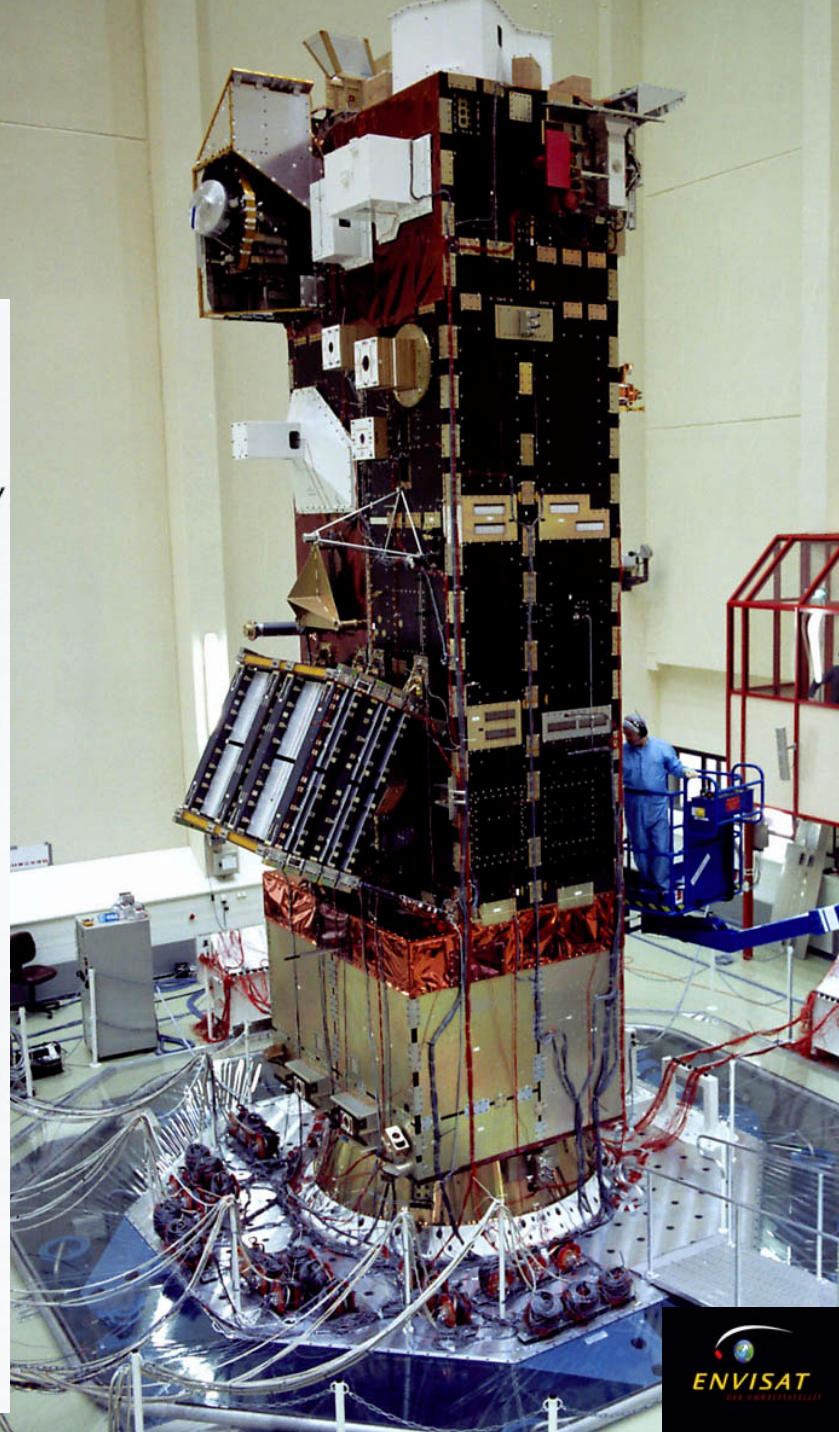
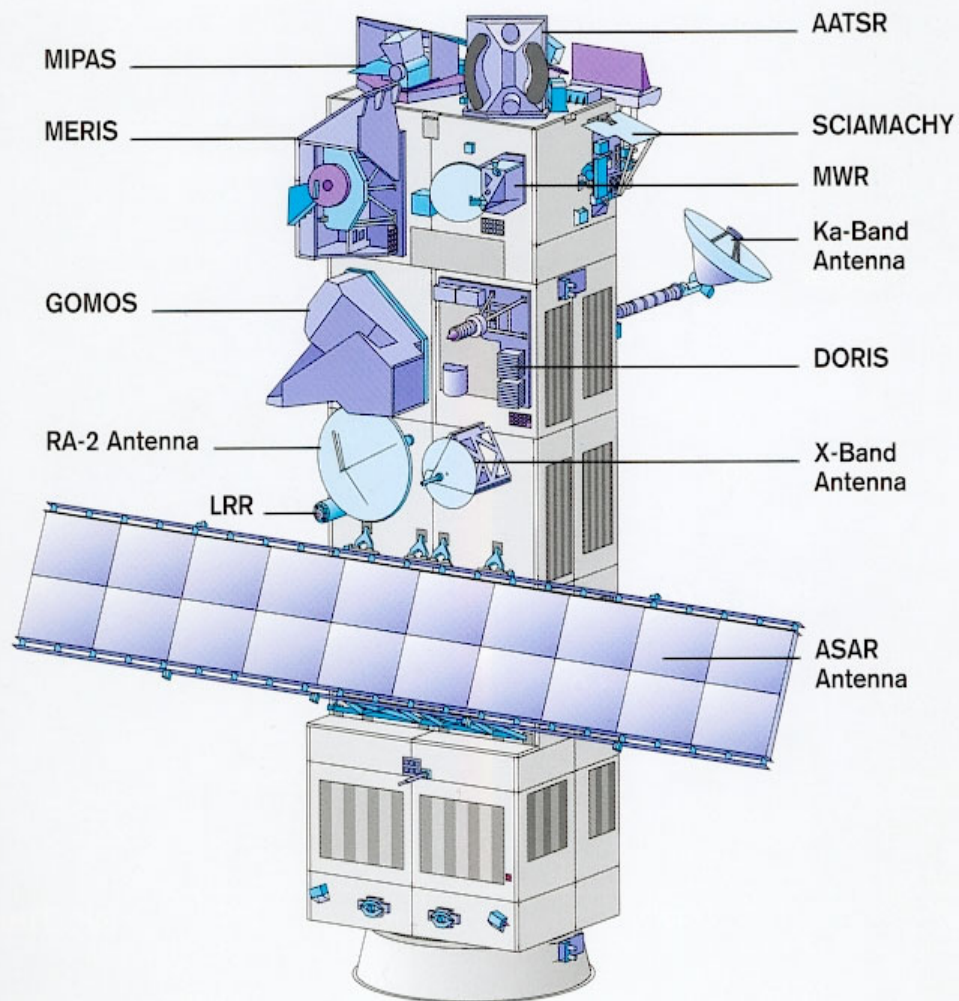
- NOAA (USA)
- IRS-P4 (Indien)
- RadarSat (Kanada)

21. März 1996: Start des gemeinsamen Satelliten IRS-P3 von DLR und ISRO

**Forschungsschwerpunkt:
Küstengewässer**



Start: März 2002



Der europäische Umweltsatellit ENVISAT





Einzigartige Kombination von 10 Sensoren

Grösse:

- Start-Konfiguration: Länge 10.5m
- In-Orbit Konfiguration: 26m x 10m x 5m

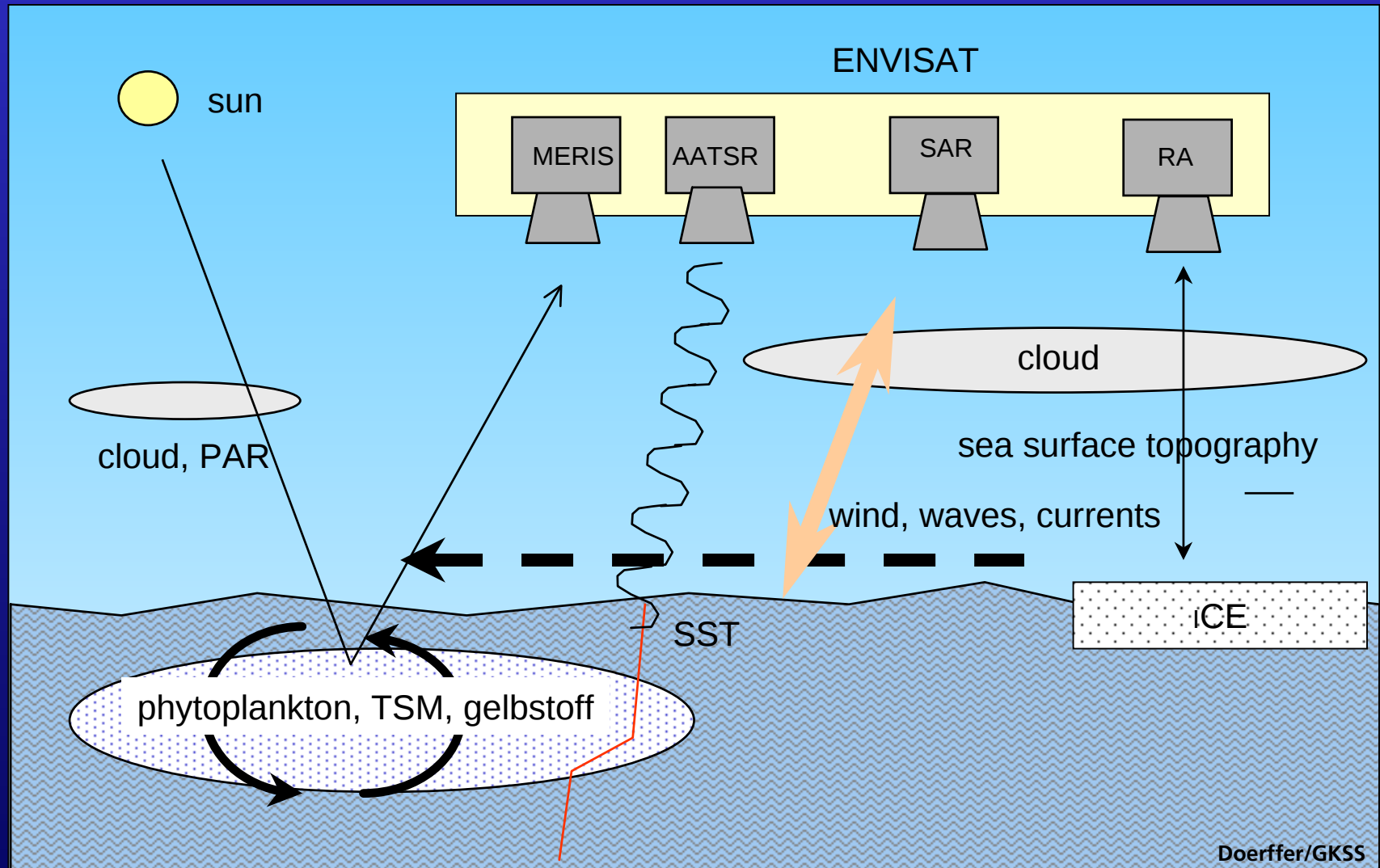
Masse:

- Gesamter Satellit 8140 Kg
- Nutzlast 2050 Kg

Solar Array Leistung: 6,5 kW

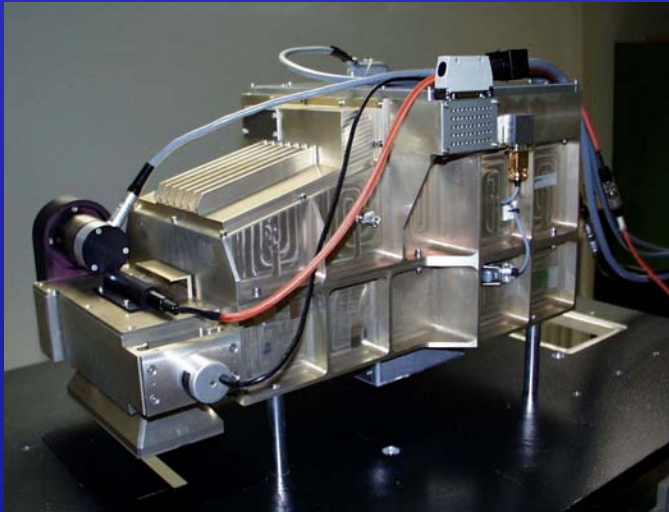
Mittlerer Stromverbrauch:	Sonne	Schatten
	(kW)	(kW)
Nutzlast	1,7	1,75
Satellit	3,3	2,9

Trägersystem: Ariane 5



Doerffer/GKSS

Für lokale Untersuchungen: Einsatz von Forschungsflugzeugen



ROSIS

Reflective
Optics
System
Imaging
Spectrometer



MERIS Anwender Produkte (GKSS, DLR, FUB):

prä-operationelle Bereitstellung von Datenprodukten unter Berücksichtigung regionaler Spezifika, saisonale Karten

- ▶ Wasserinhaltsstoffe Nord- und Ostsee, Bodensee
- ▶ Wolkenparameter
- ▶ Aerosole



ENVISAT Ozeanografie (DLR, GKSS, AWI, GFZ):

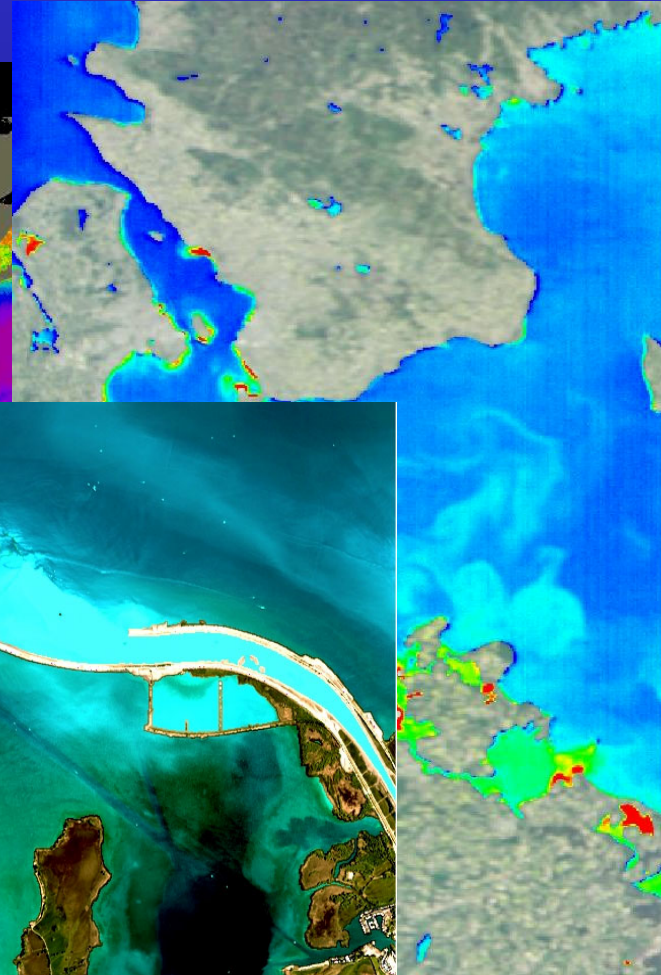
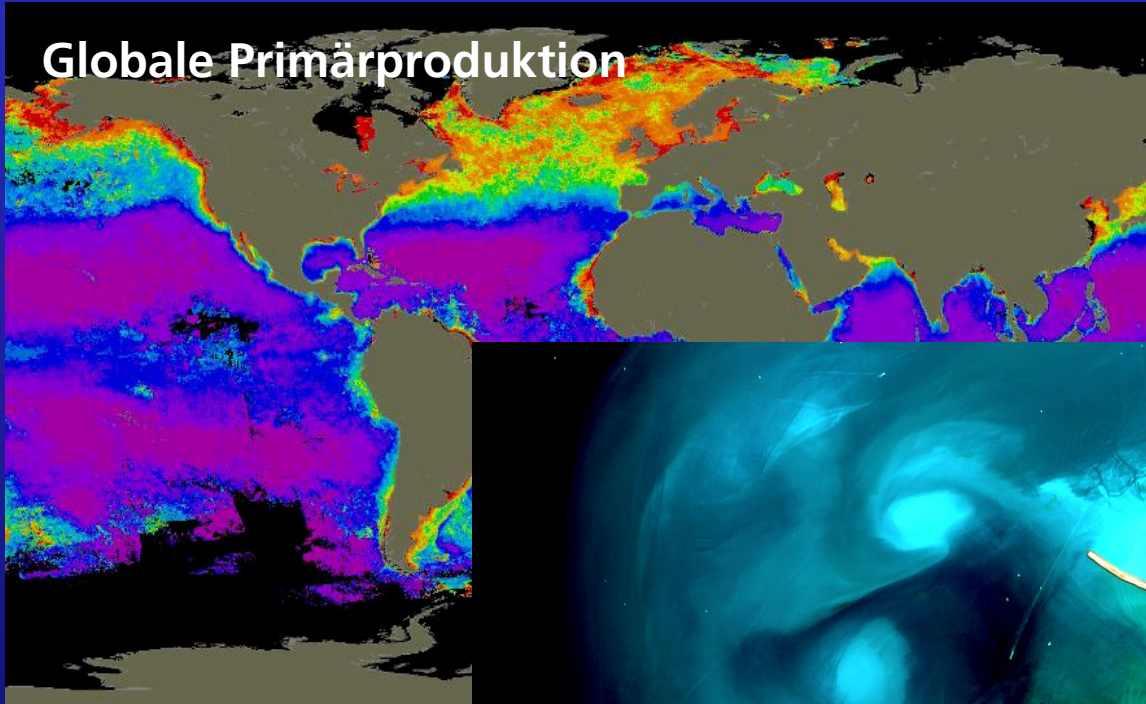
Entwicklung von Verfahren zur synergetischen Nutzung von ENVISAT-Sensoren für Küsten- und Binnengewässer

- ▶ Verbesserung von Wind- und Seegangsvorhersagen
- ▶ Ableitung der Primärproduktion
- ▶ Verbesserung von Stofftransport-Modellen
- ▶ Verbesserung von Eisvorhersagen

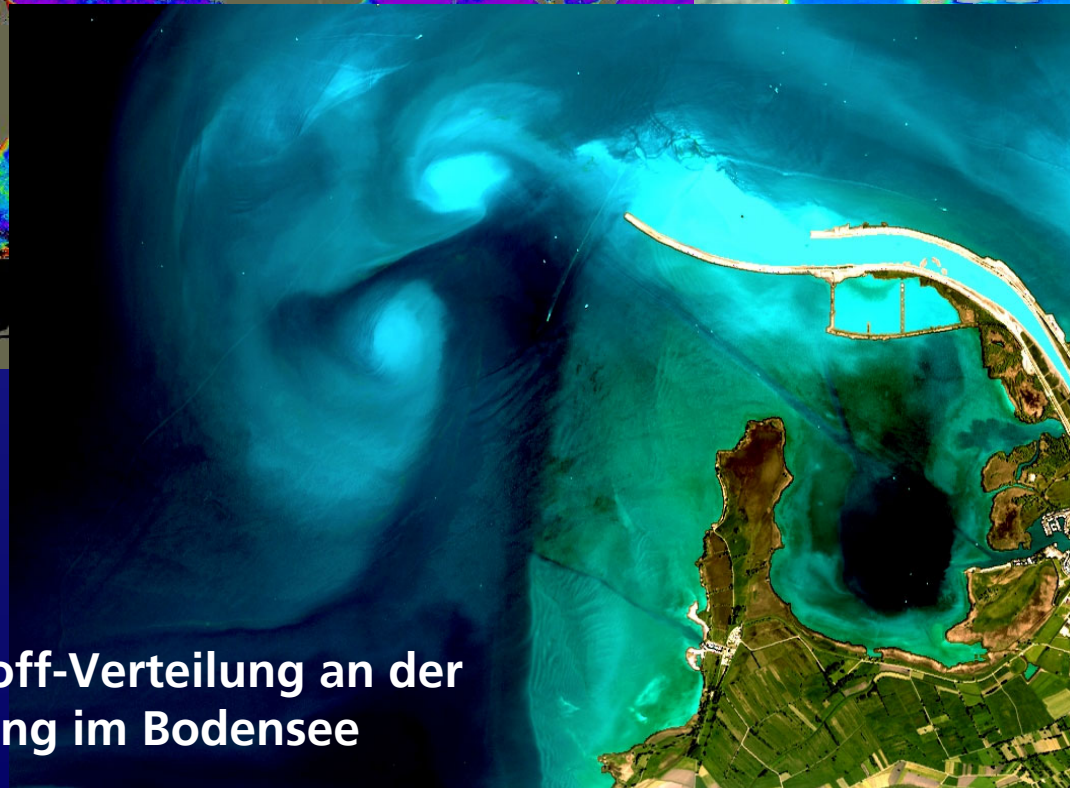
Beispiele

Beispiele - verschiedene Beobachtungsskalen

Globale Primärproduktion

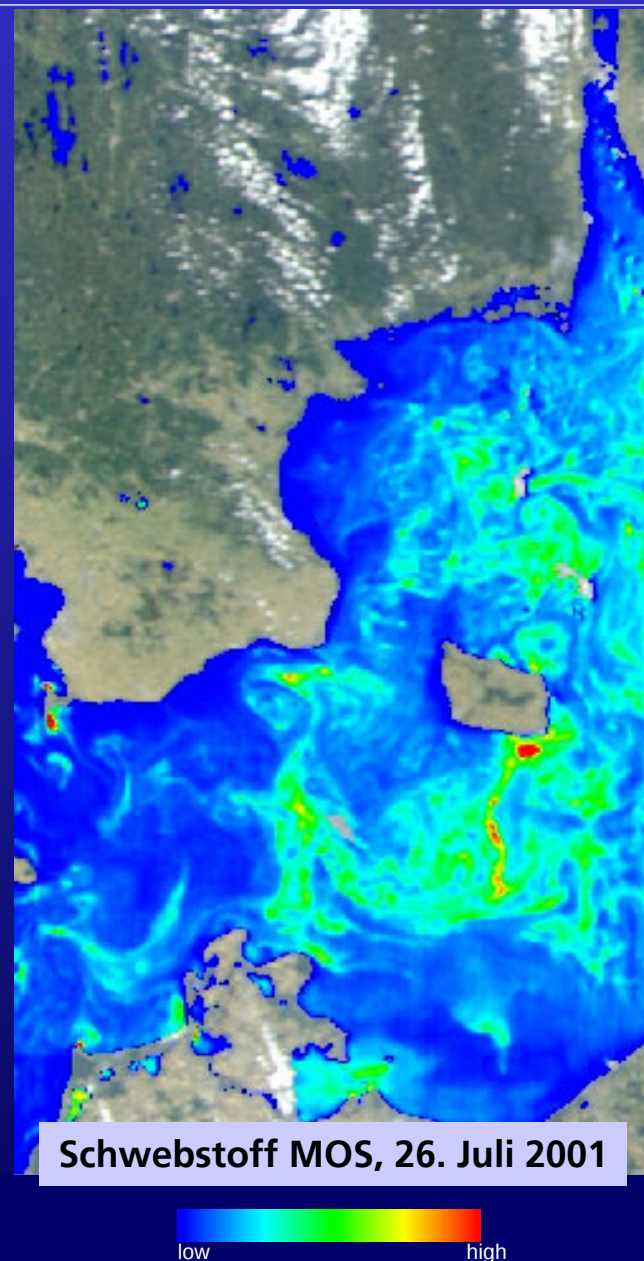


Lokale Schwebstoff-Verteilung an der Rheinmündung im Bodensee

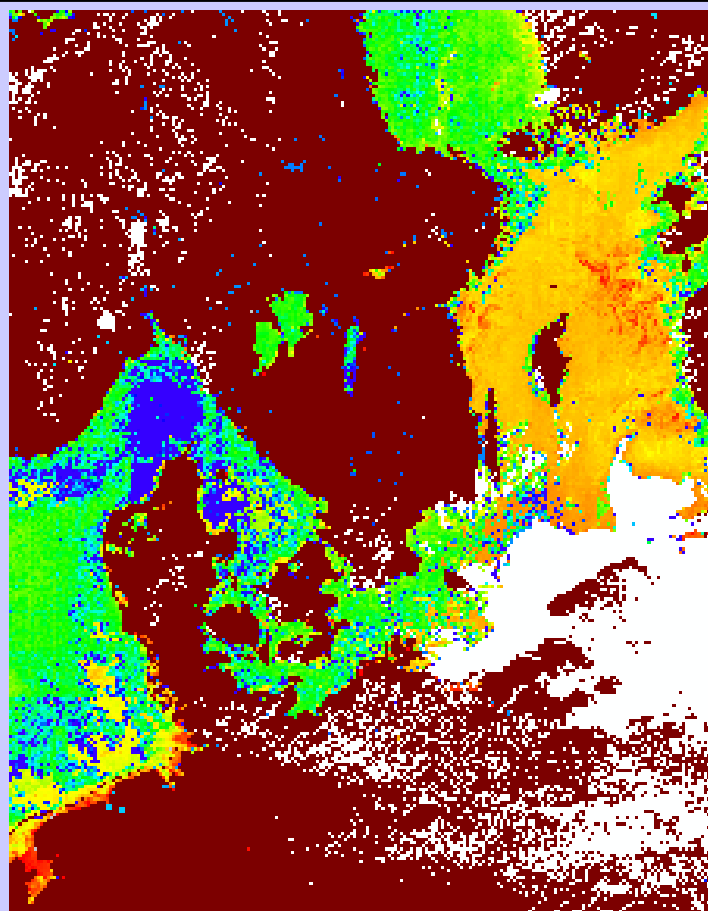


Algenblüte
Bodensee

Blualgenblüte in der Ostsee



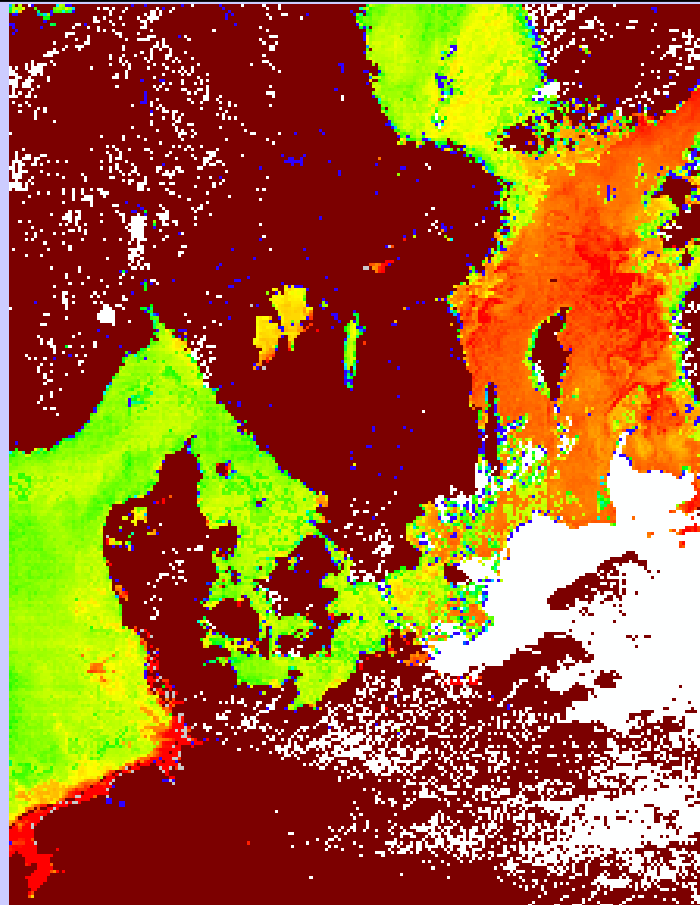
Blualgenblüte in der Ostsee



Pigment

0 1 100

[$\mu\text{g/l}$]



Schwebstoff

0 0.5 30

[1/m]

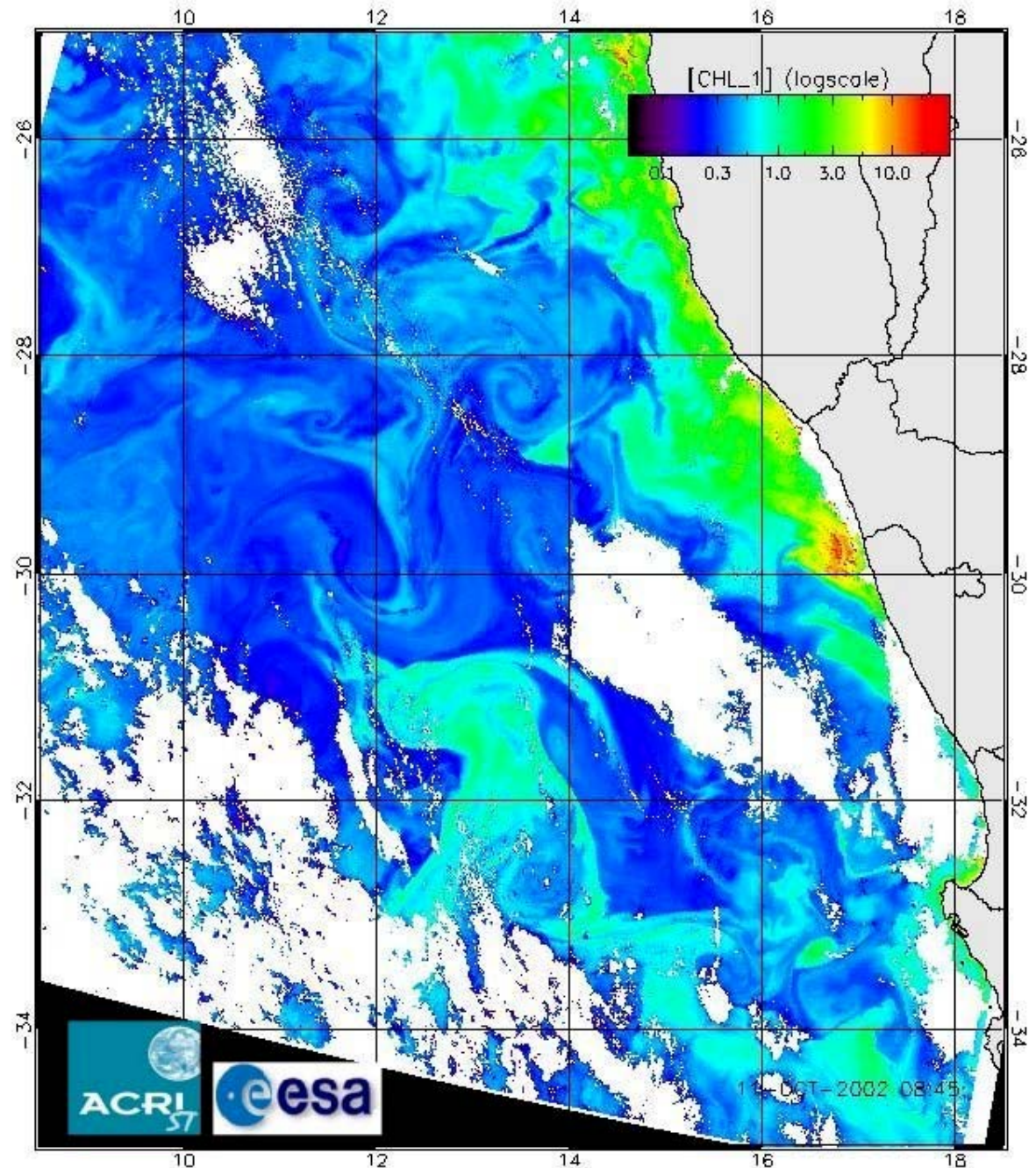


Juli 2003

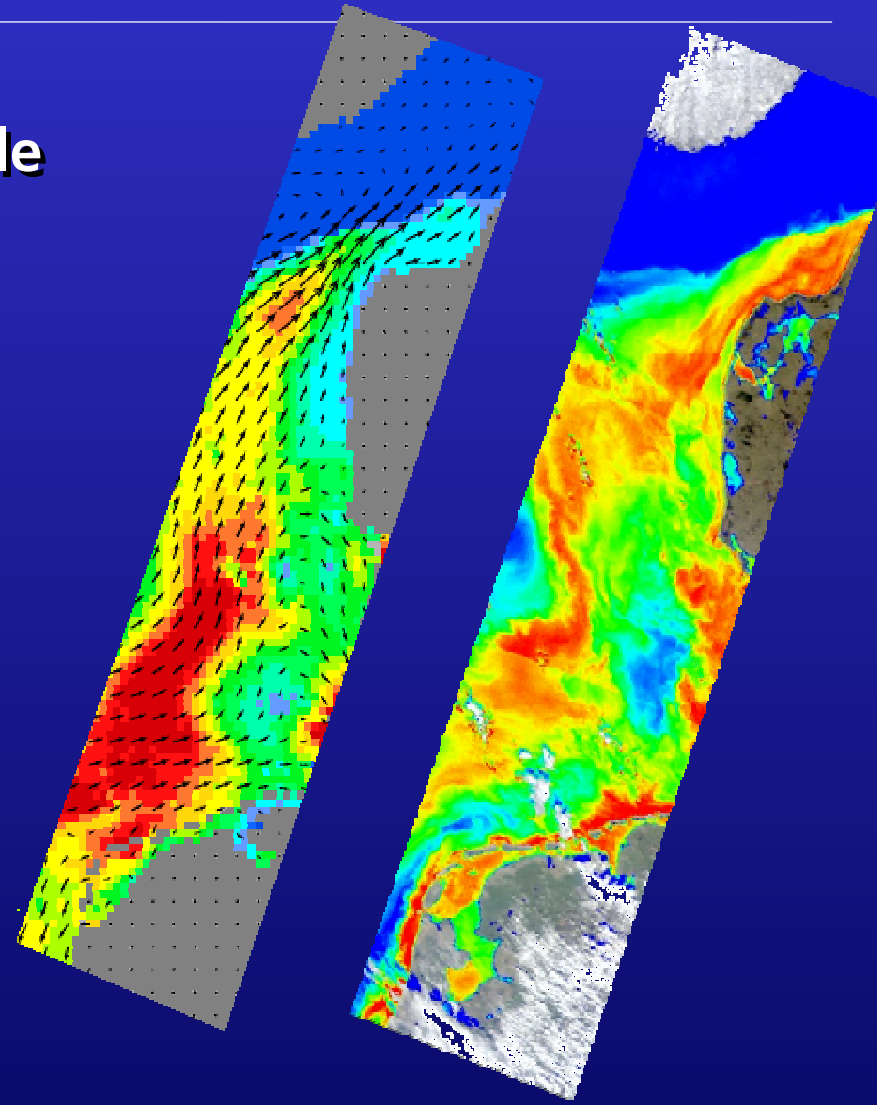
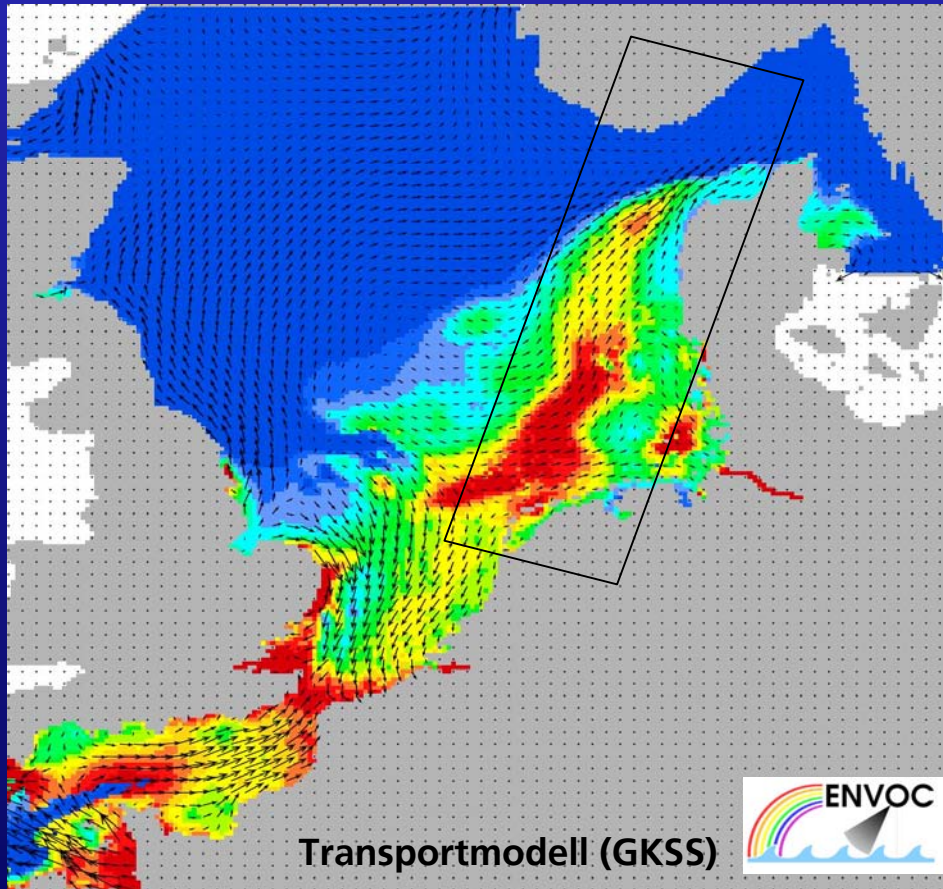


Oktober 2002

Benguela-Strom

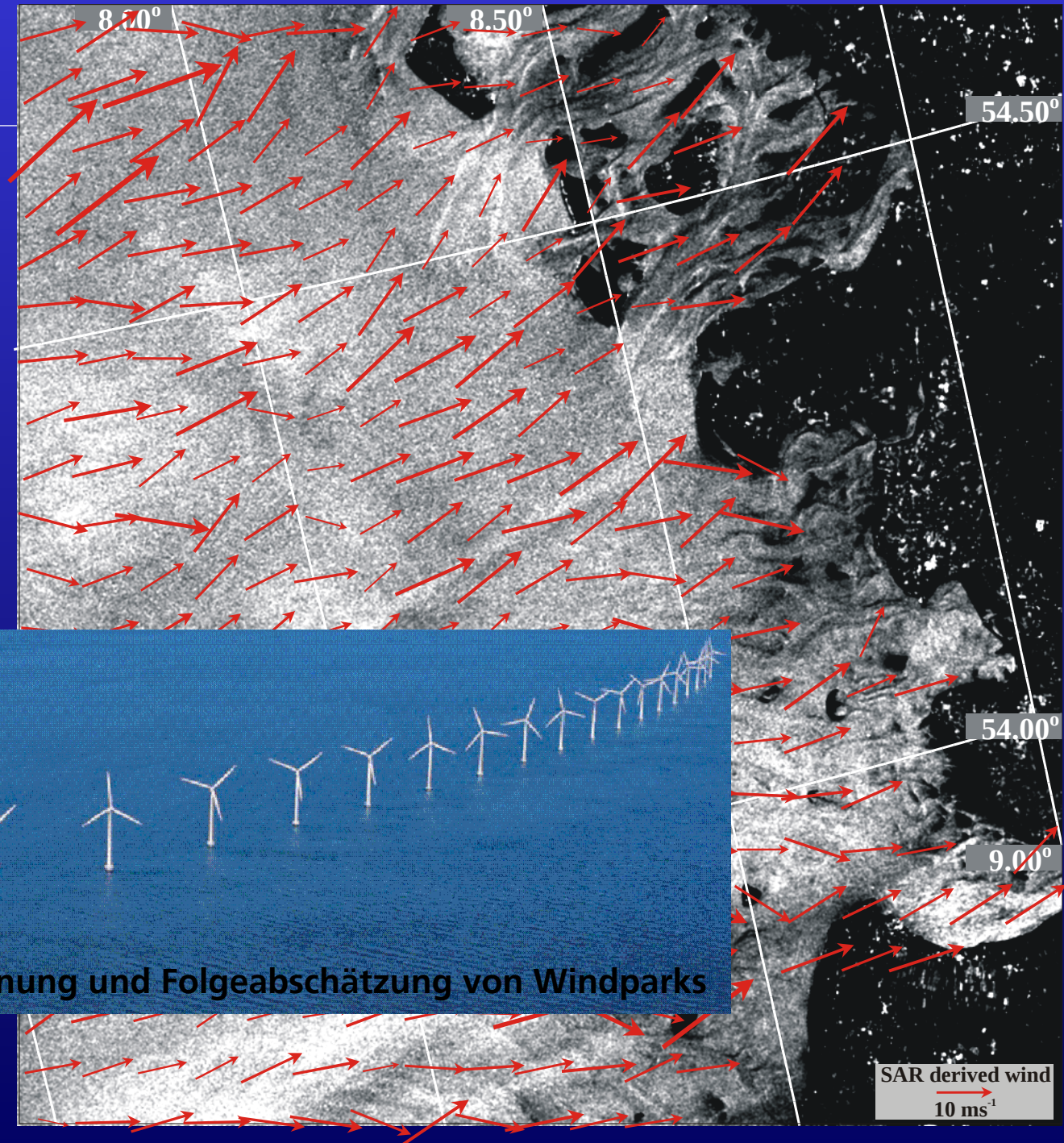


Schwebstoff-Transportmodelle



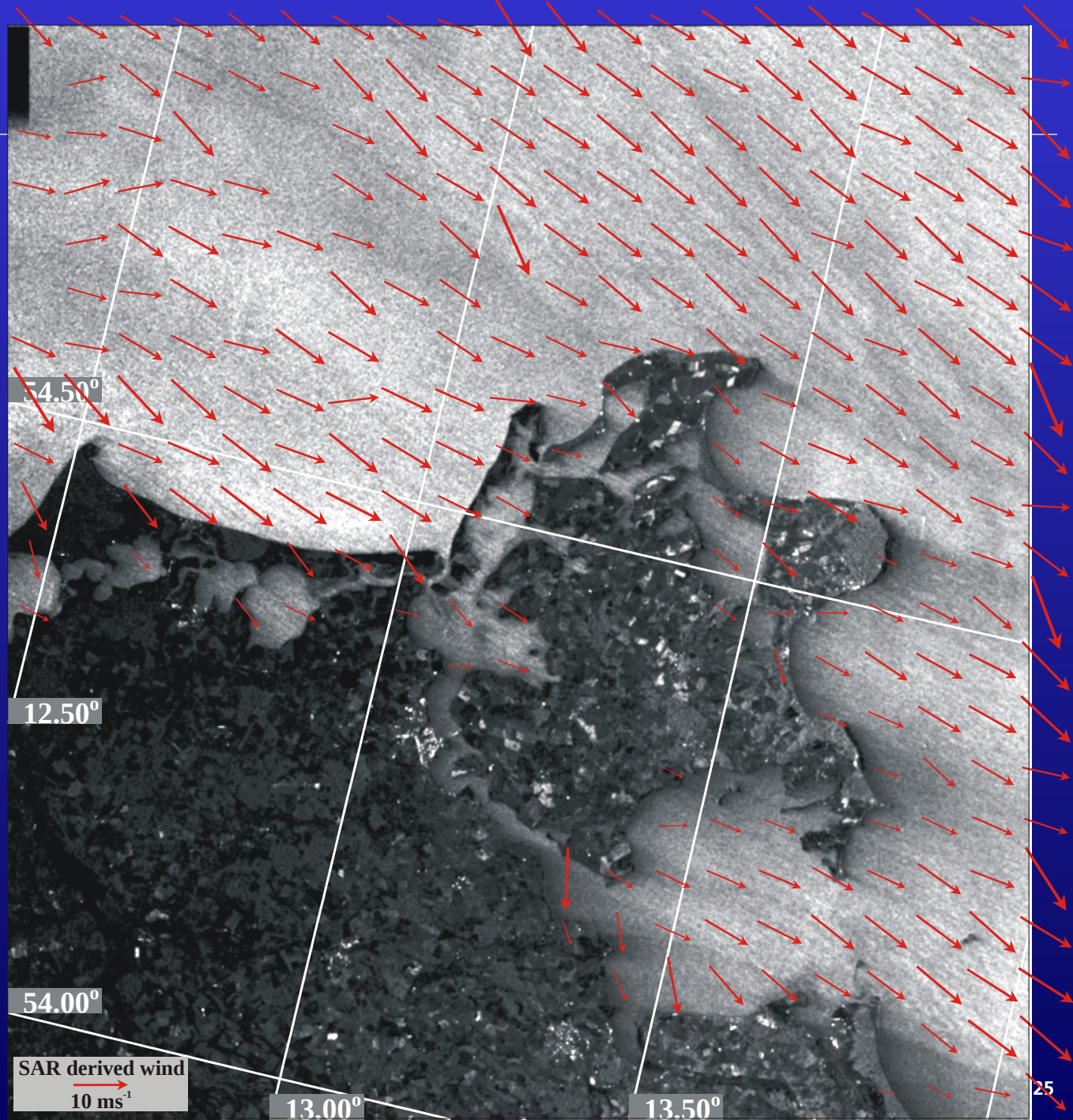
Vergleich des Modells mit
Schwebstoff abgeleitet aus MOS₃

Windfelder



Planung und Folgeabschätzung von Windparks

Windfelder



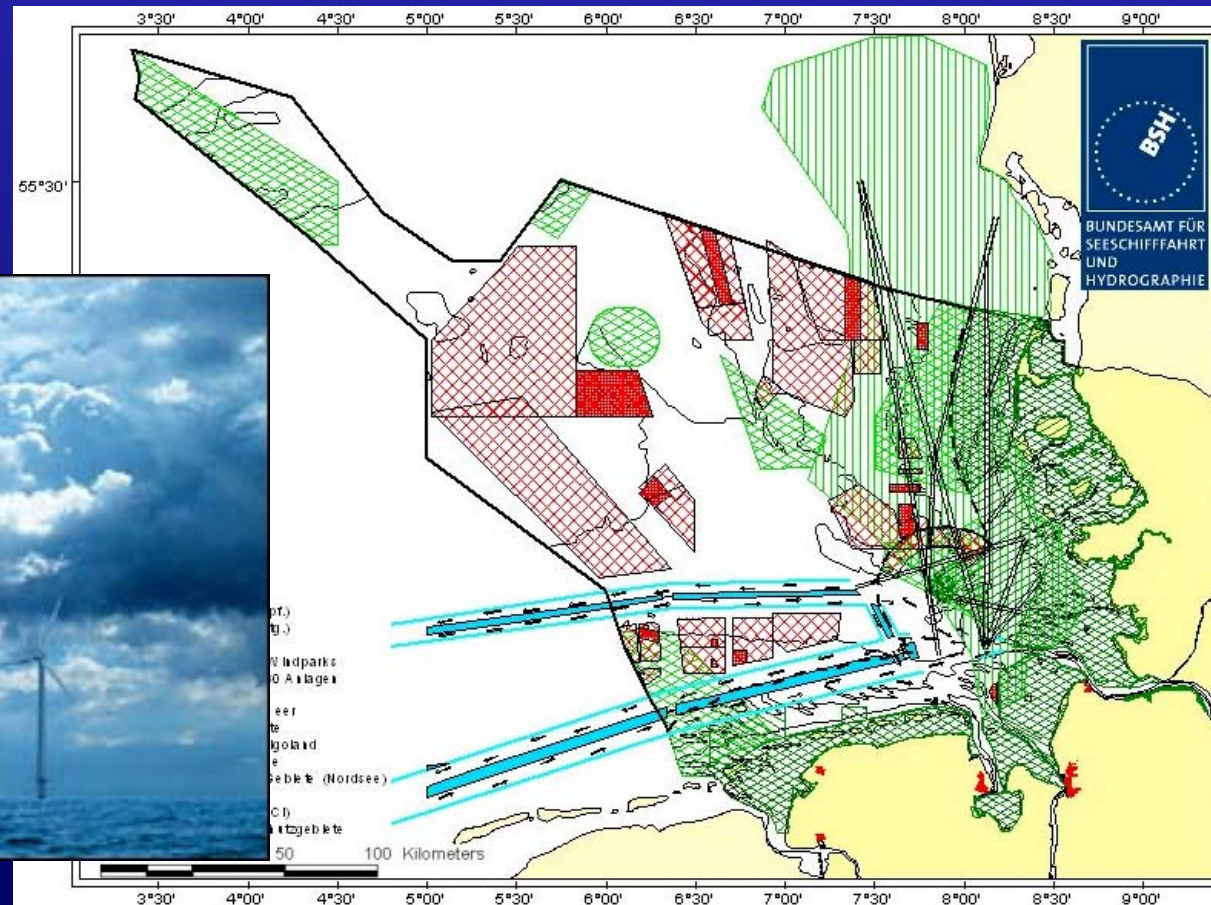
Ostseeküste/
Rügen
ERS-1 SAR

Fernerkundung für Windkraftanlagen

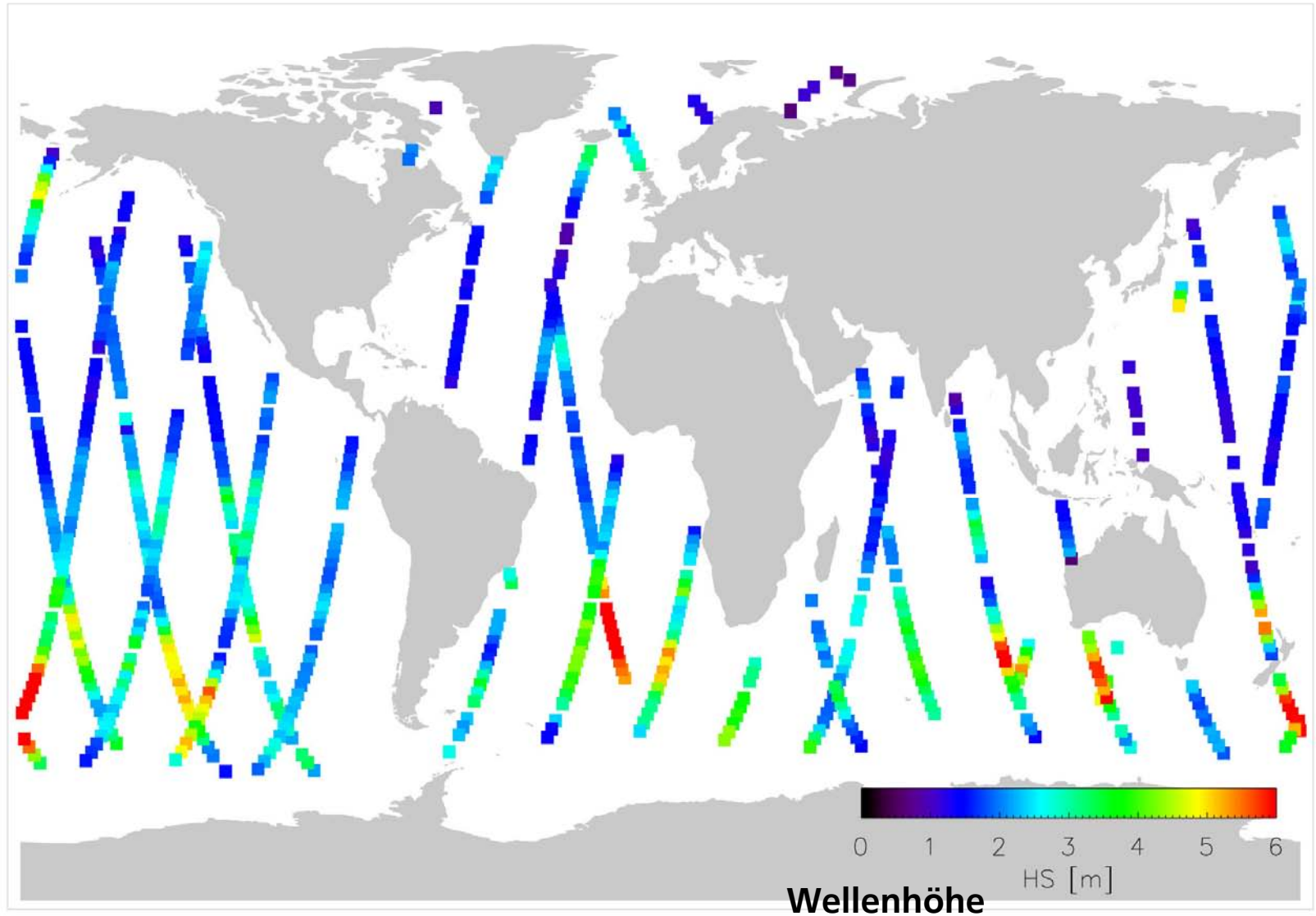
Windklimatologie

Seegangsprognose

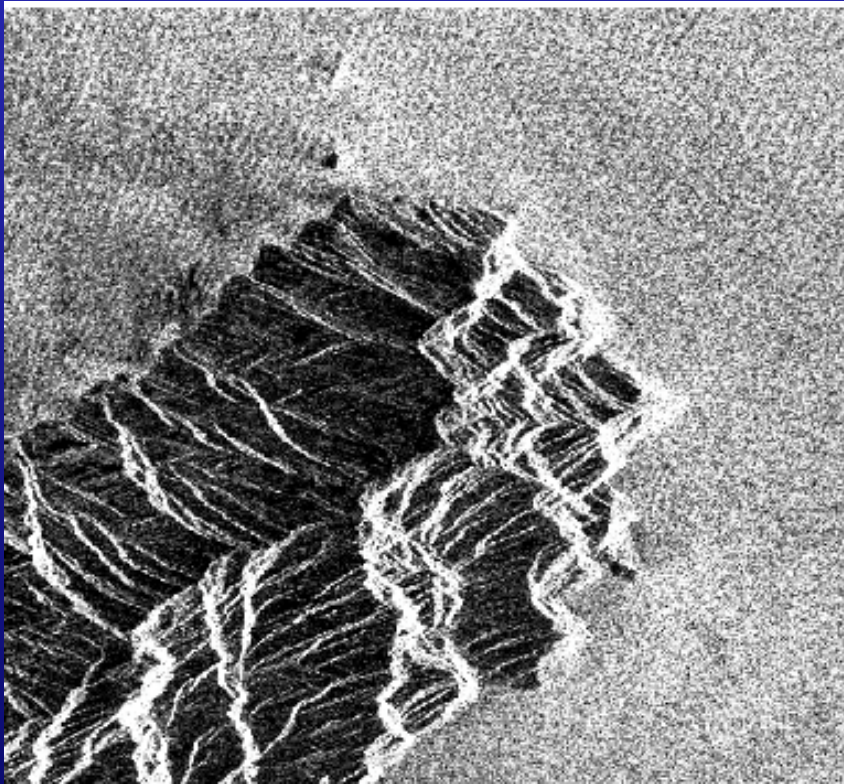
Auswirkungen auf Sedimenttransport und Lichtklima



1 Tag globaler Seegang aus ERS-2 SAR-Daten

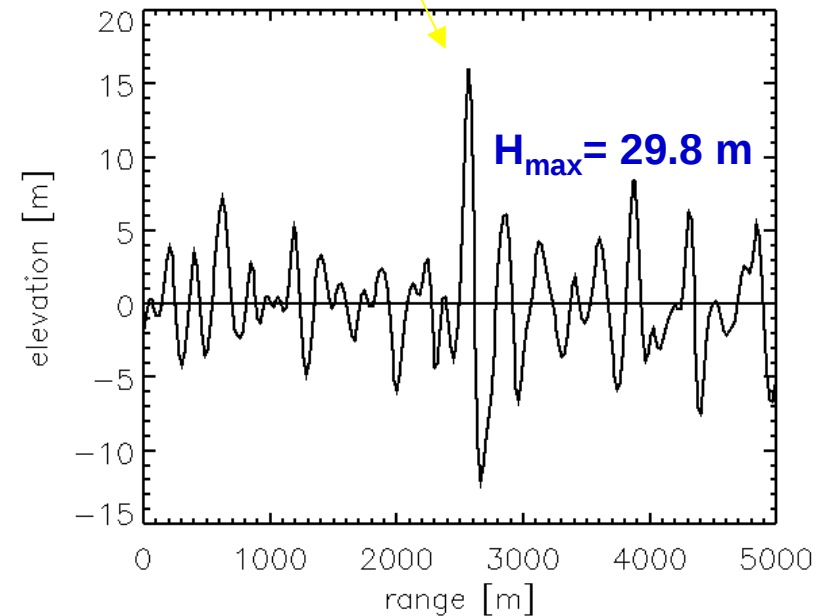
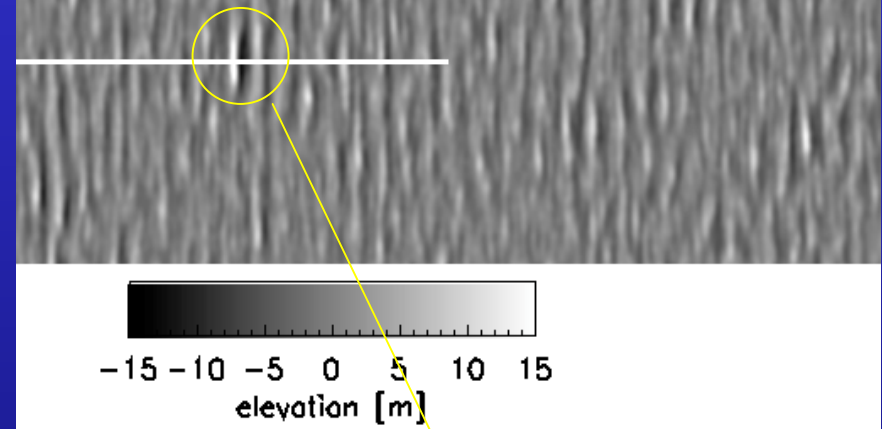


Seegang/Extremwellen

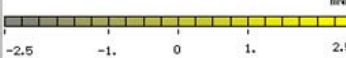


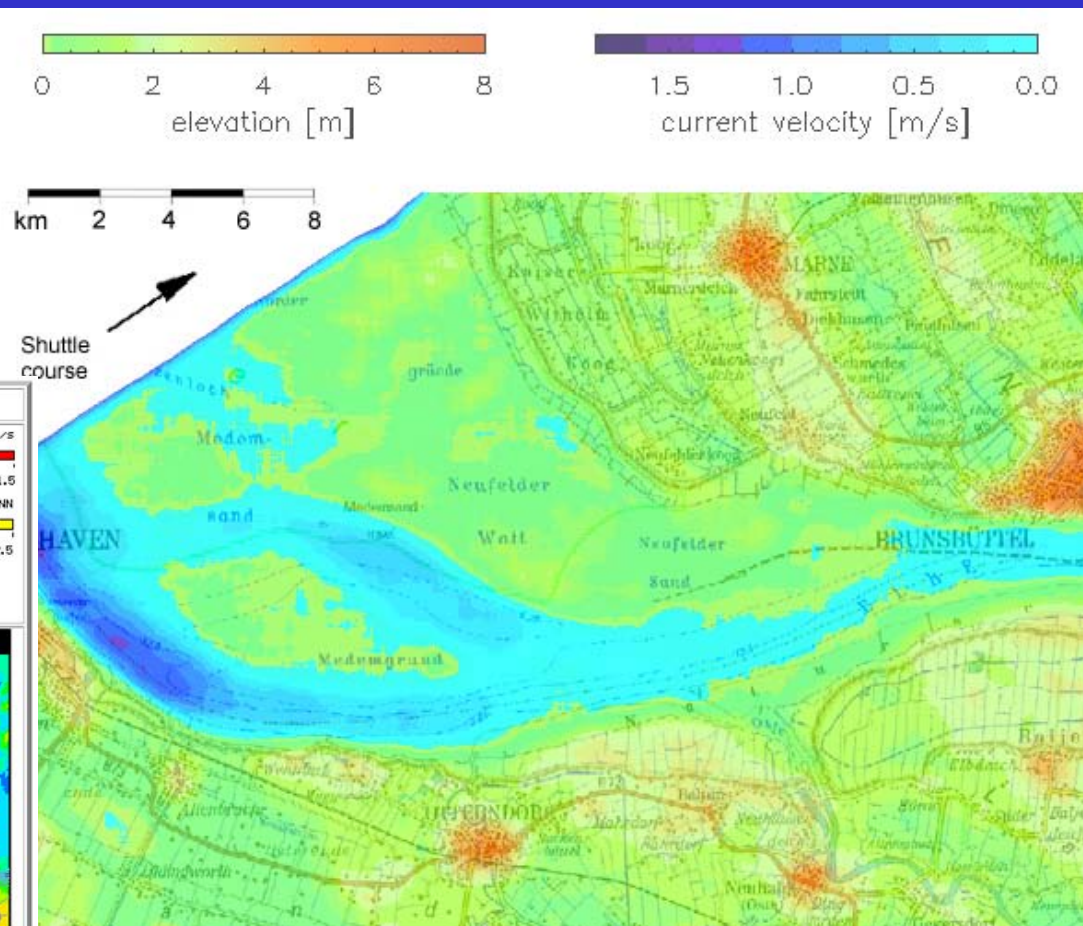
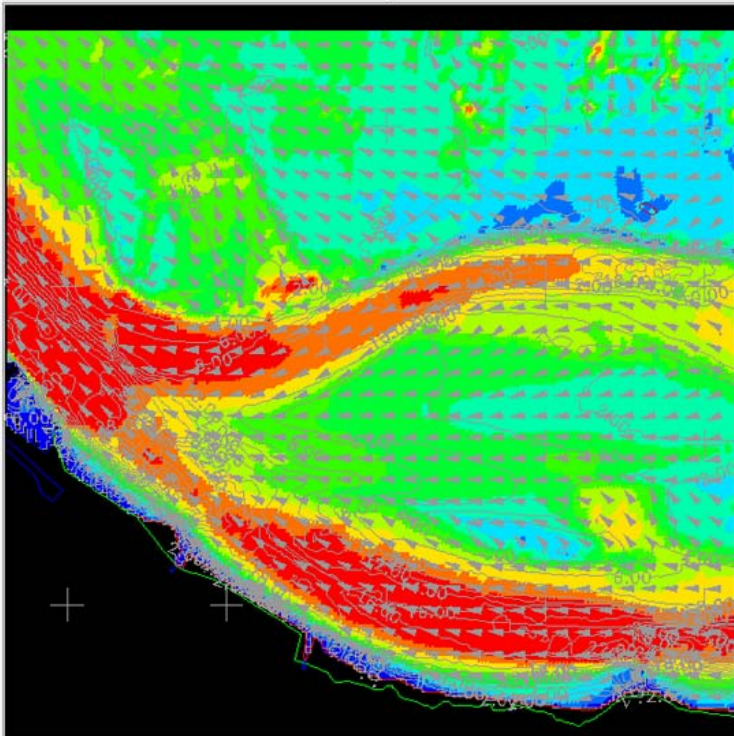
Seegang im SAR-Bild (Teneriffa)

Identifikation einer Extremwelle



Strömungsgeschwindigkeit

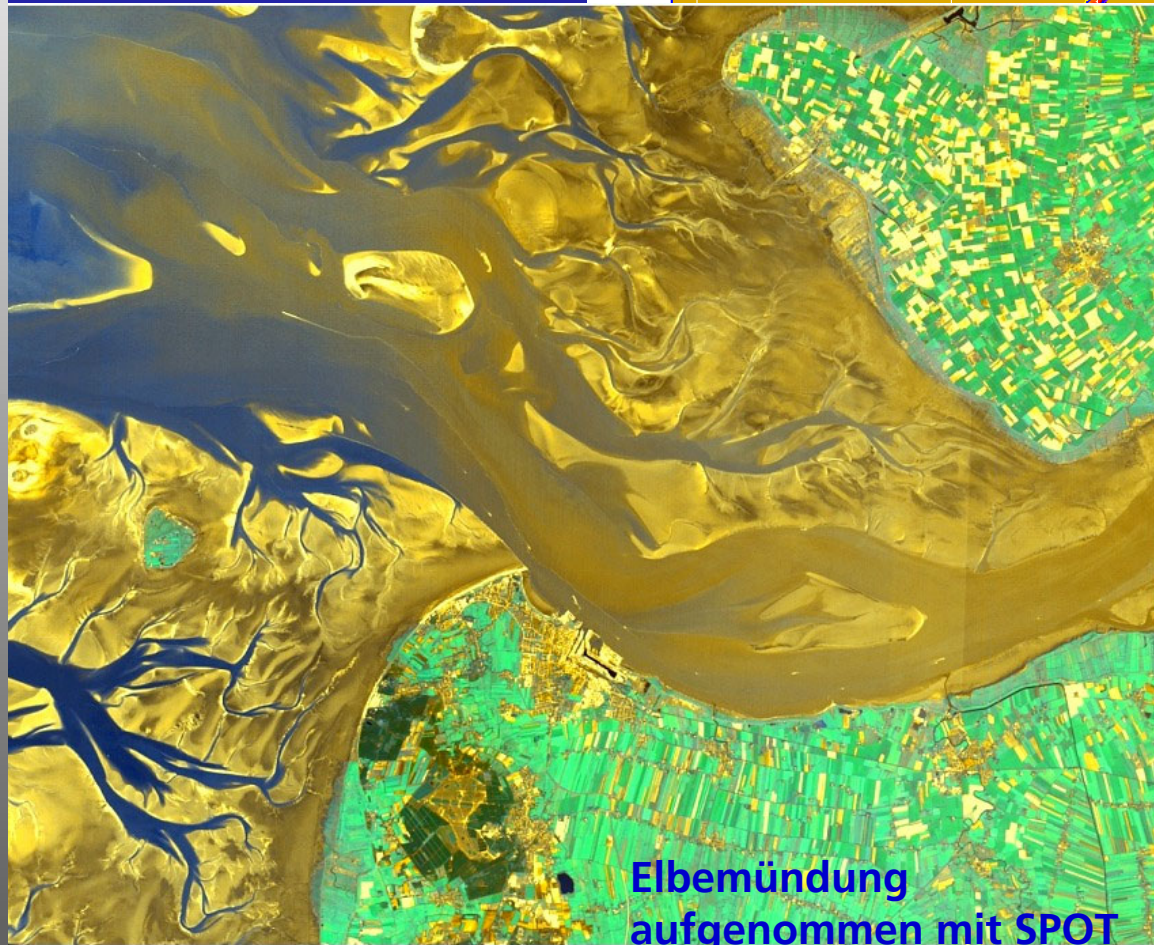
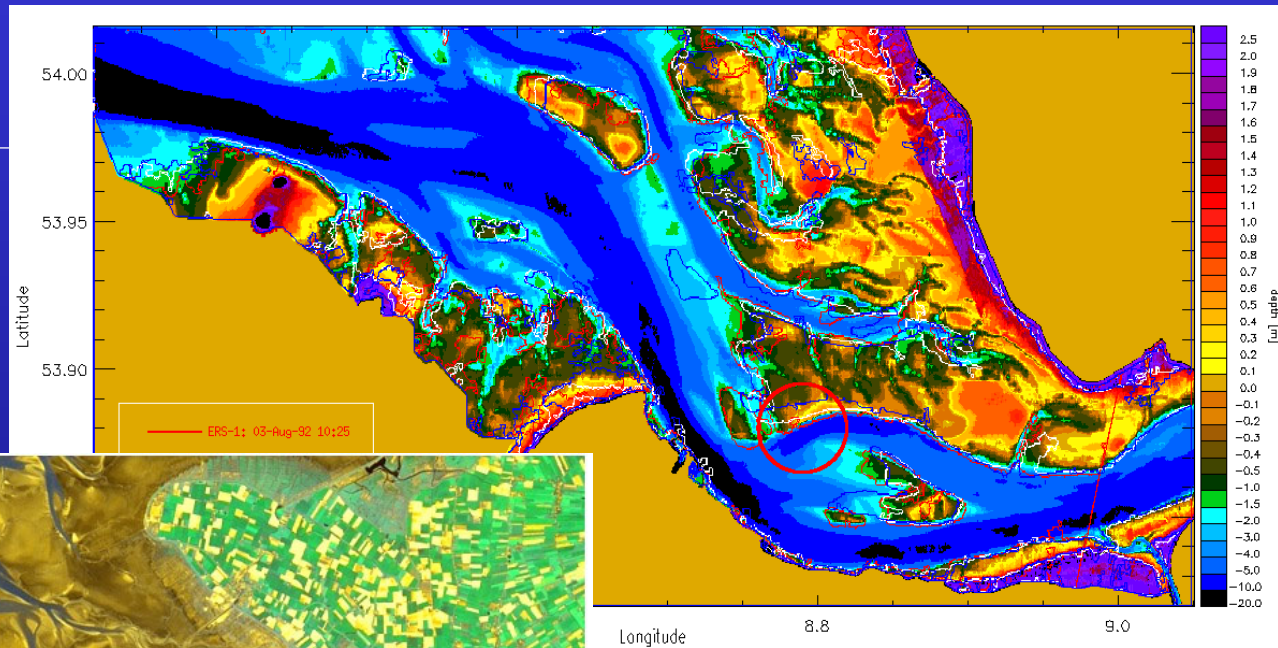
Parameter	Legende
maximale Ebbestromgeschwindigkeit (Mittelwert des Analysezeitraumes) Anlage: I.1.1.4.G1	 0 0.3 0.6 0.9 1.2 1.5 m/s
Bereich	 -2.5 -1. 0 1. 2.5 mNN
Steubenhöft Süd Bereich: 4	 0 1. 2. km



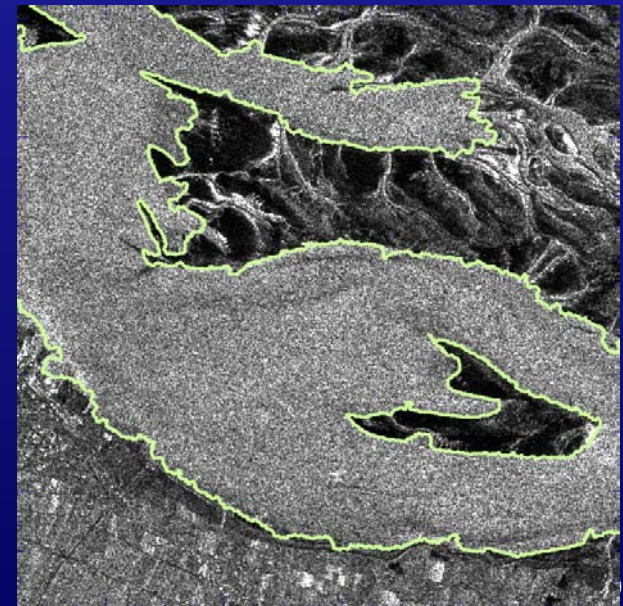
SAR-Interferometrie
(SRTM)

Modell
(BAW)

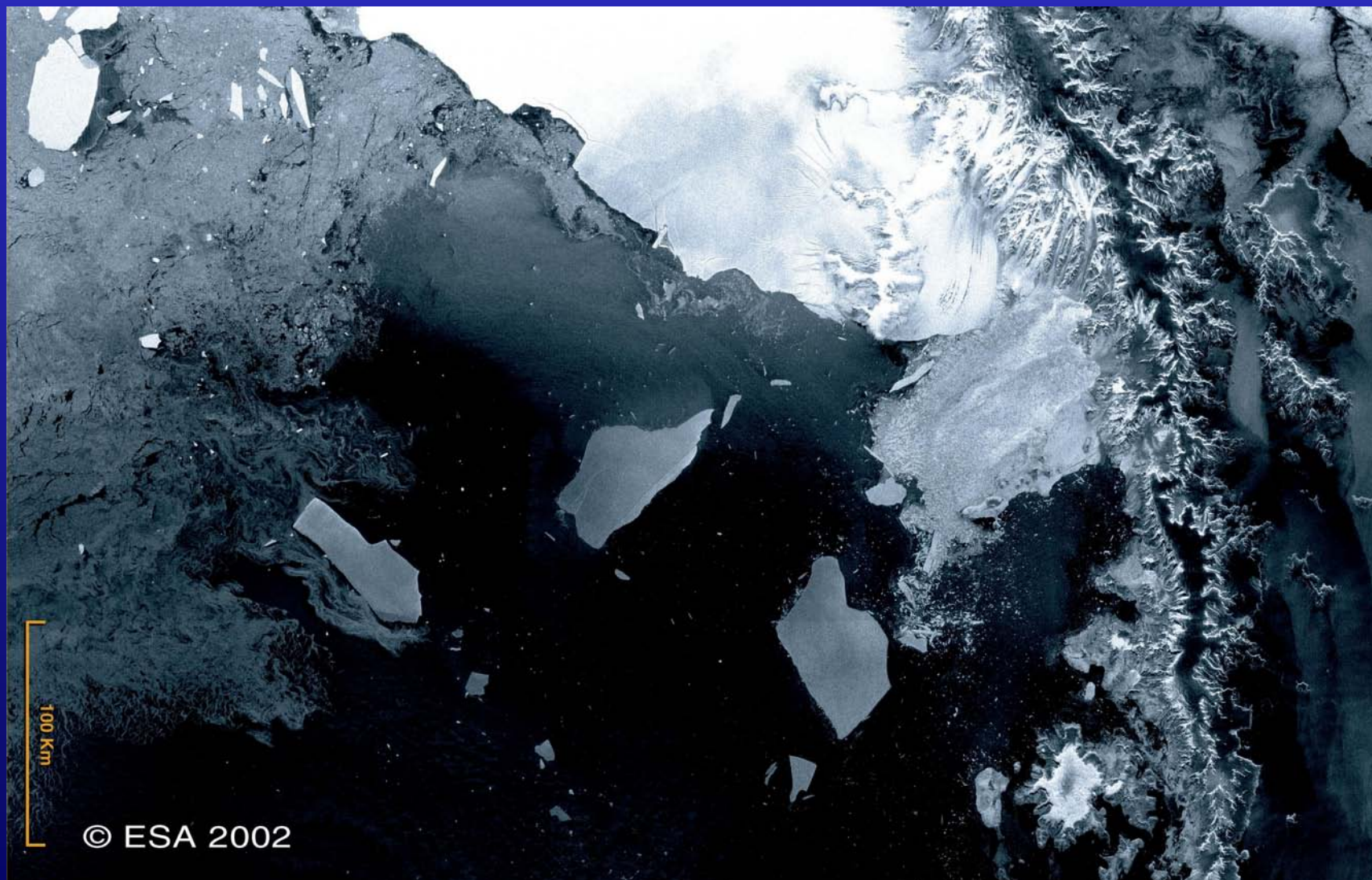
Küstenlinien und Morphologie



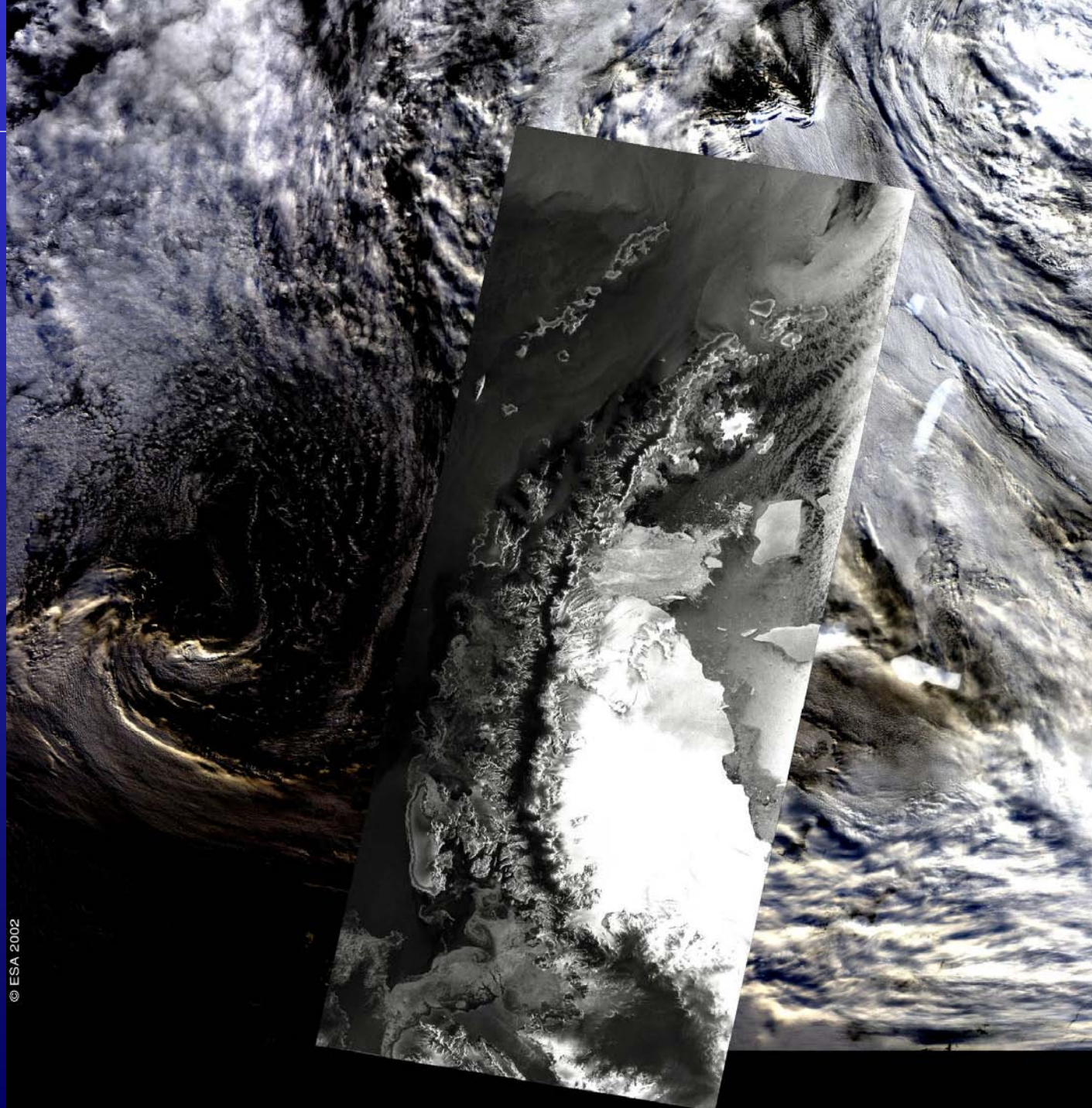
Küstenlinien/Wasserstand aus ERS-SAR



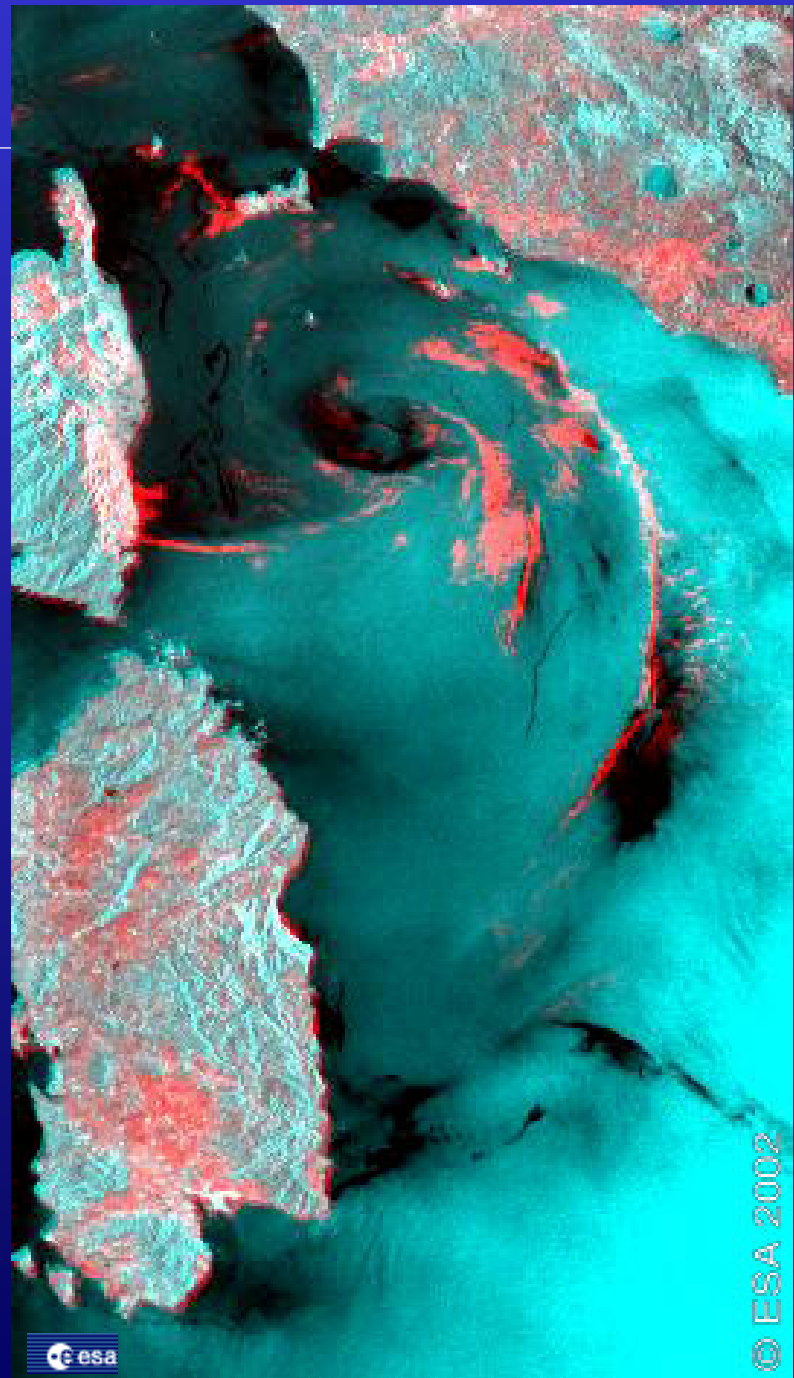
ASAR: Eisbedeckung in der Antarktis



**Zeitgleiche
Messungen mit
Radar und
optischen
Sensoren:
ASAR + MERIS**

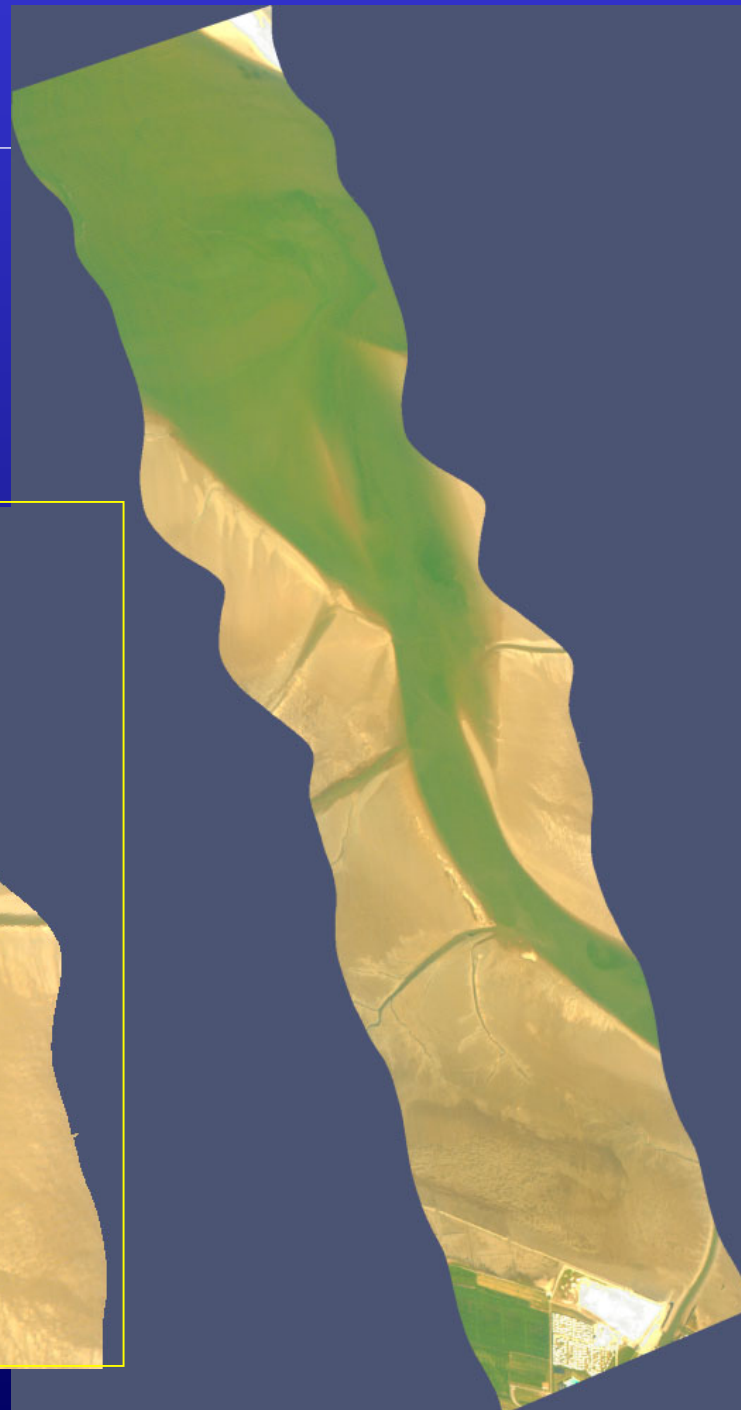
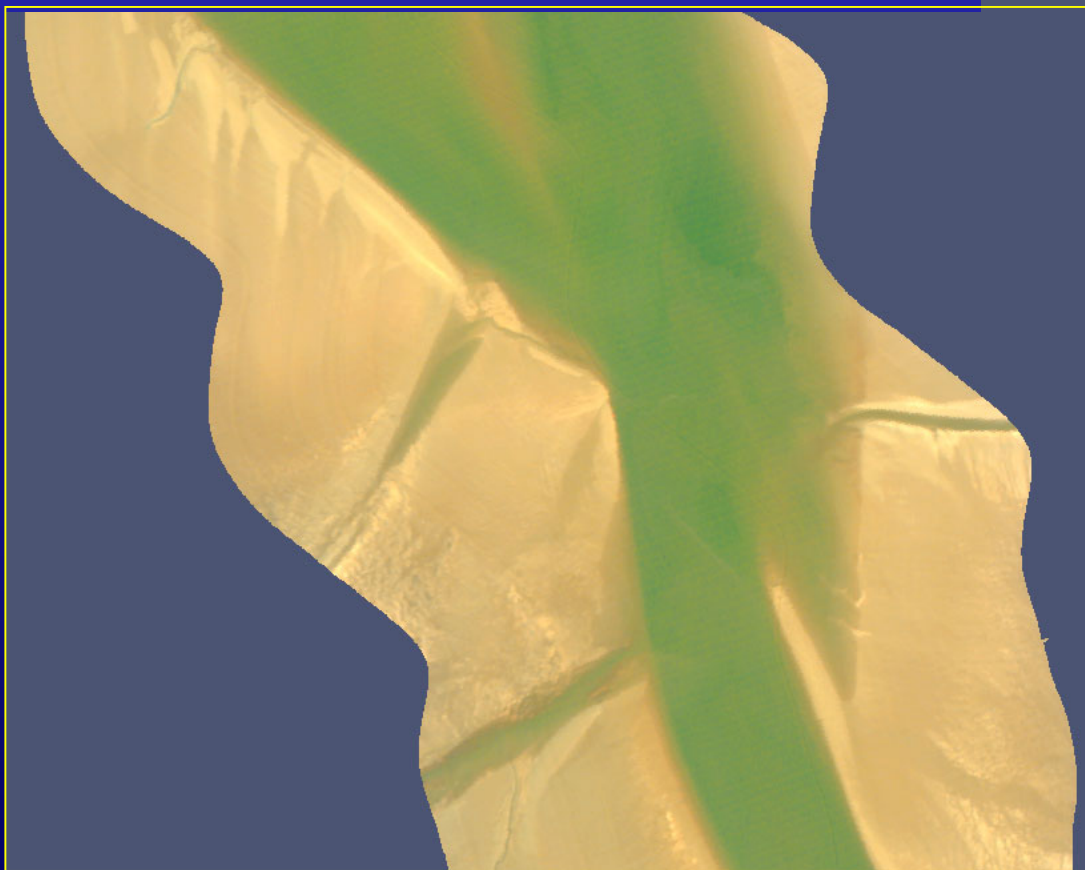


Zeitgleiche Messungen mit Radar
und optischen Sensoren:
ASAR + MERIS

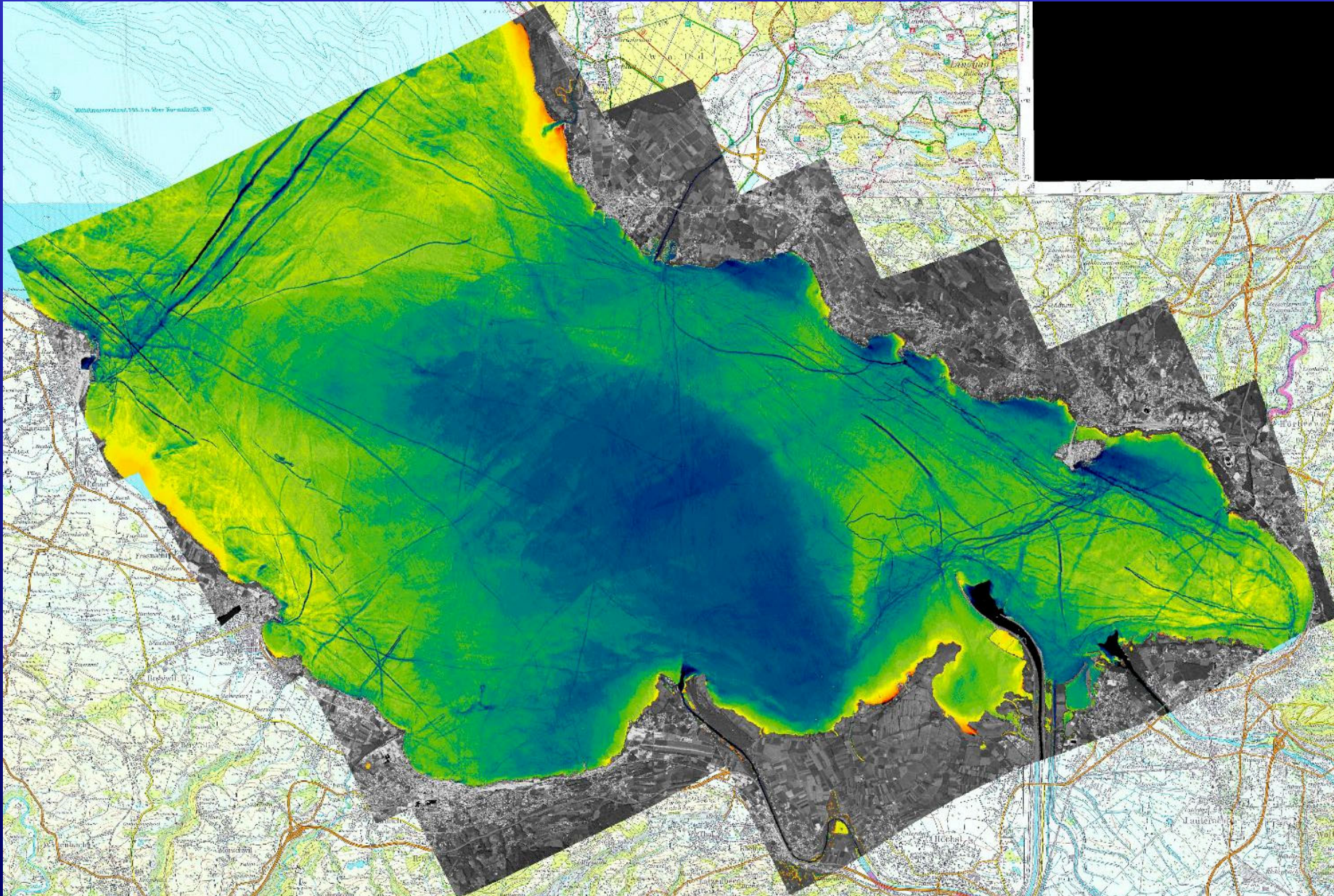


Kartierung Wattenmeer

Flugzeugsensor ROSIS
Farbkomposit



Oberflächentemperatur des Bodensees



Neue, spektral und räumlich höher auflösende Sensoren

Aufnahme des
Bodensees von
CHRIS/PROBA

