

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Den Dingen auf den Grund gehen - Kombination von Fernerkundungsdaten und numerischen (Ökosystem)Modellen

Ina Lorkowski, Svetlana Losa, Carole Lebreton, Frank Janssen, Lars Nerger, Carsten Brockmann

Nationales Forum für Fernerkundung und Copernicus, Berlin, 09.04.2014



Landesbetrieb für  
Küstenschutz, National-  
park und Meeresschutz  
Schleswig-Holstein



AWI   
Alfred-Wegener-Institut  
für Polar- und Meeresforschung  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

 **BROCKMANN  
CONSULT**

 **ASTRIUM**  
AN EADS COMPANY



Landesamt für  
Landwirtschaft, Umwelt  
und ländliche Räume  
Schleswig-Holstein



Nationalpark  
Wattenmeer  
SCHLESWIG-HOLSTEIN



**Helmholtz-Zentrum  
Geesthacht**  
Zentrum für Material- und Küstenforschung

Nationalpark  
Wattenmeer  
NATOPARKE.NL



- marine Managementpläne (MSRL, BSAP) benötigen physikalische, biologische und chemische Zustandsgrößen des Meeres
  - zur Beschreibung des aktuellen Zustands
  - zum Testen und Bewerten von möglichen Maßnahmen
  - zur Bereitstellung aggregierter Informationen über Meeres(sub)regionen
  - zum Vergleich der Auswirkungen verschiedener Ansätze
  - mit angemessener Abdeckung
- erfordert vollständige Datensätze, die alle 3 Raumkoordinaten und die Zeit als vierte Dimension abdecken

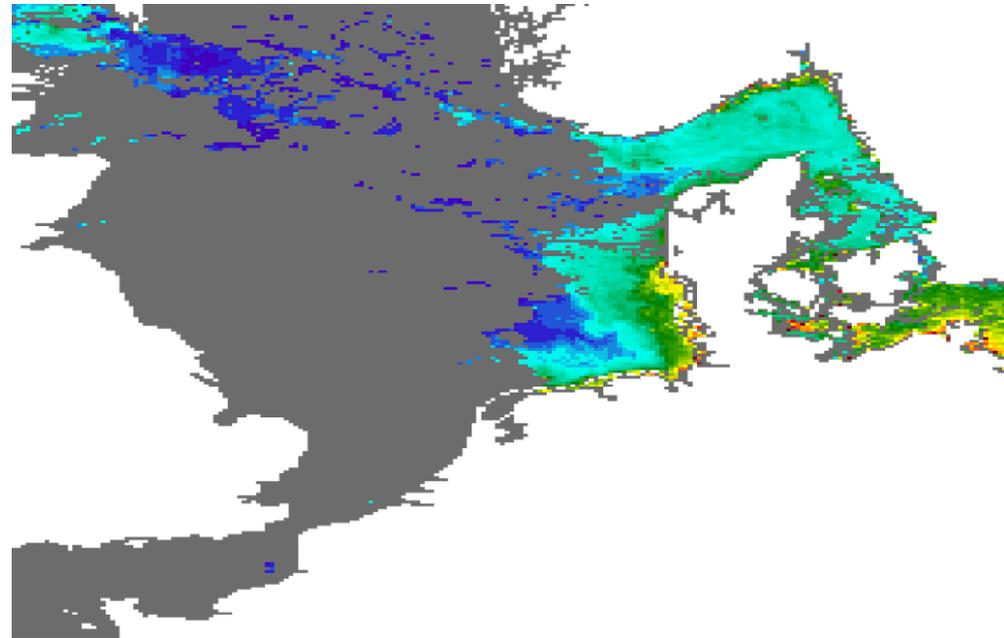
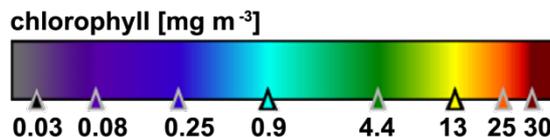
## In-situ Daten

- Beschreibung des aktuellen Zustands
- geringe Abdeckung
- räumliche und zeitliche Variabilität nicht gut wiedergegeben
- Verfügbarkeit

## In-situ Daten

## Fernerkundungsdaten

- Aussage über aktuellen Zustand
- räumliche und zeitliche Variabilität darstellbar
- Datenlücken
- Auflösung in der Tiefe
- Verfügbarkeit
- Fehler/Unsicherheiten

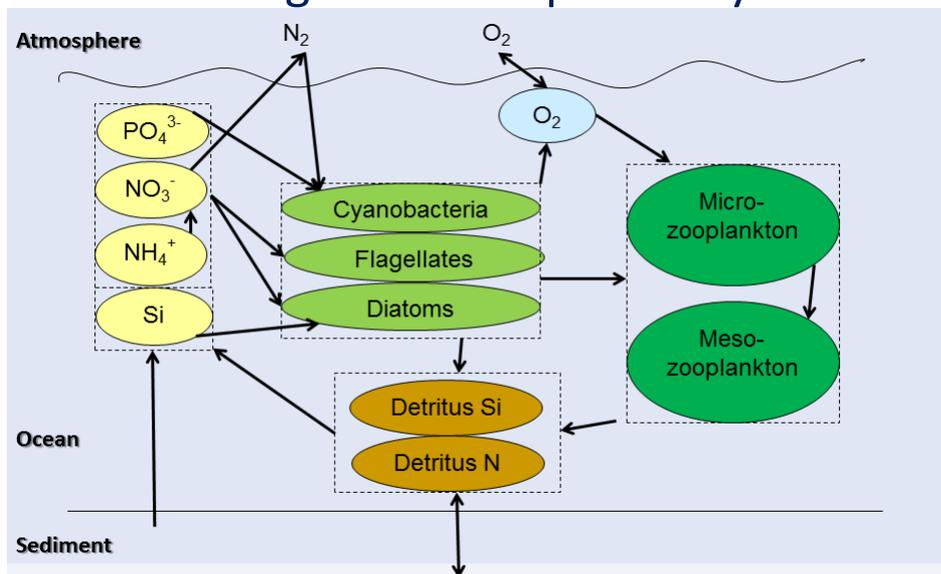


## In-situ Daten

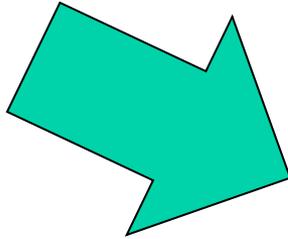
## Fernerkundungsdaten

## numerische Modelle

- Aussage über aktuellen Zustand + Vorhersage + Szenarien
- räumliche und zeitliche Variabilität darstellbar
- viele Annahmen und viele Parameter
- Fehler/Unsicherheiten
- Vereinfachung eines komplexen Systems



**In-situ Daten**  
**Fernerkundungsdaten**  
**numerische Modelle**



**Kombination durch Datenassimilation soll  
Datenlücken füllen und Unsicherheiten  
reduzieren**

Entwicklung einer Methode zur Datenassimilation



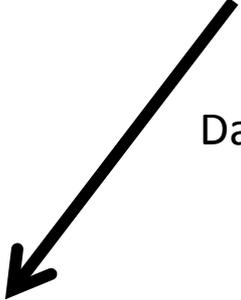
Daten



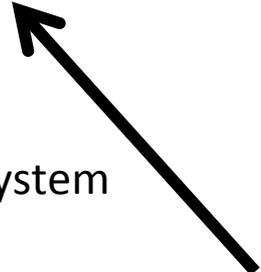
BROCKMANN CONSULT

Prozessierung von Erdbeobachtungsdaten

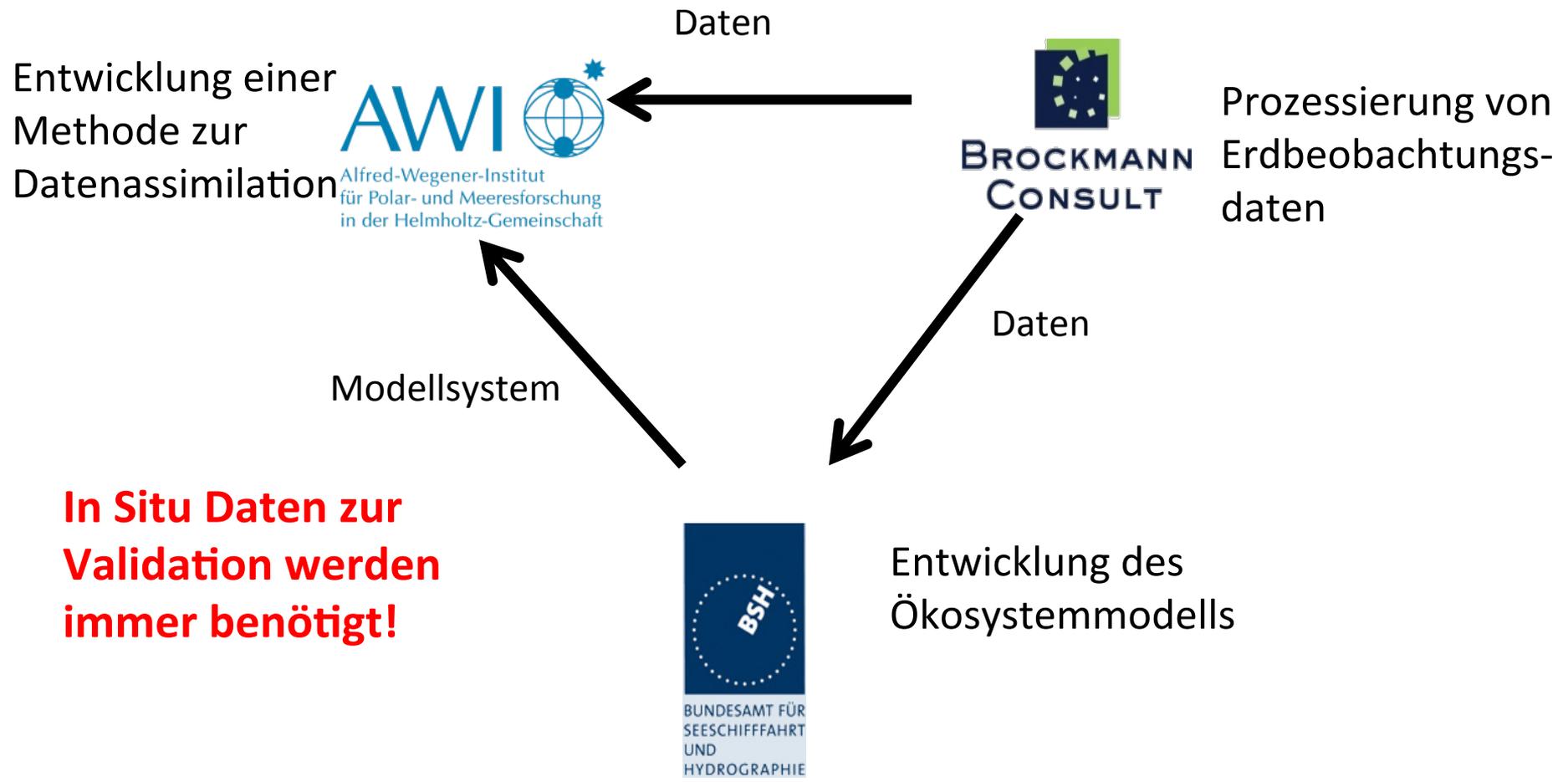
Daten

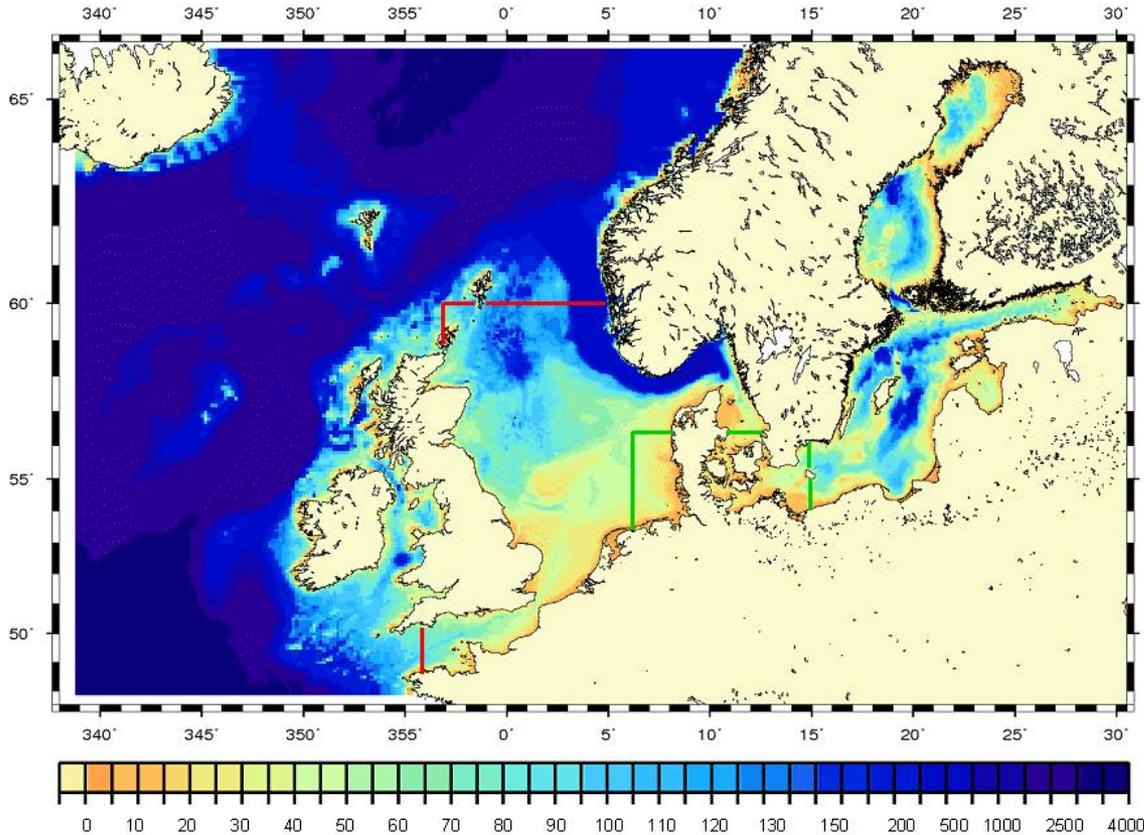


Modellsystem



Entwicklung des Ökosystemmodells

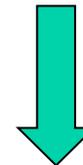




Meteorologie vom DWD  
Randwerte  
Flusseinträge



Zirkulationsmodell  
(HBM) gekoppelt  
mit  
Ökosystemmodell  
(ERGOM)



Vorhersage  
Szenarien/Hindcast

## **Tägliche Vorhersagen** Schwerpunkt auf Themen von öffentlichem Interesse

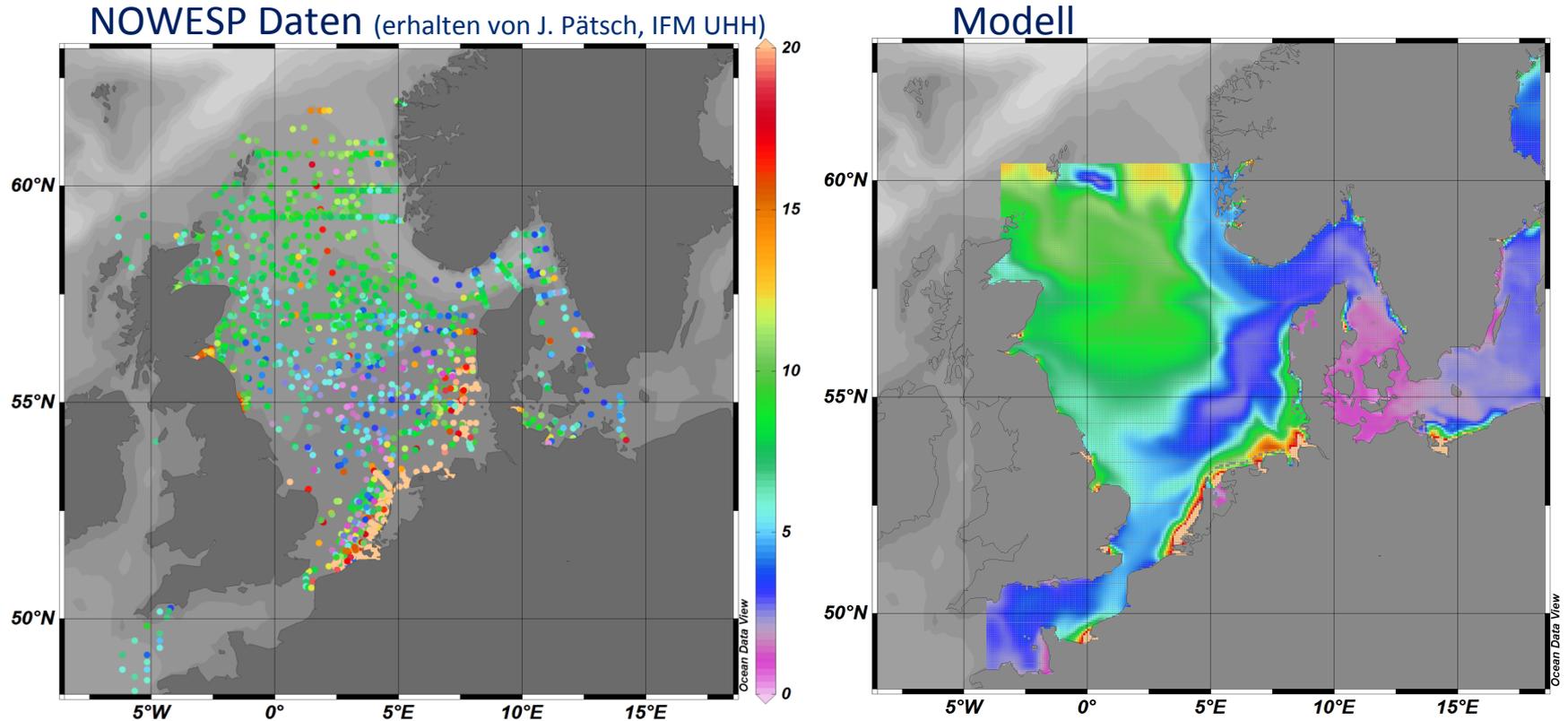
- Algenblüten, insbesondere HABs (Harmful Algae Blooms)
- Sauerstoffminimumzonen
- Einfluss von (Fluss-) Hochwassern
- ...

## **Hindcast/Szenarien Simulationen** liefern Informationen für

- MSRL
- Wasserrahmenrichtlinie
- Ostseeaktionsplan
- HELCOM
- OSPAR
- ...

# Wie gut ist das Modell?

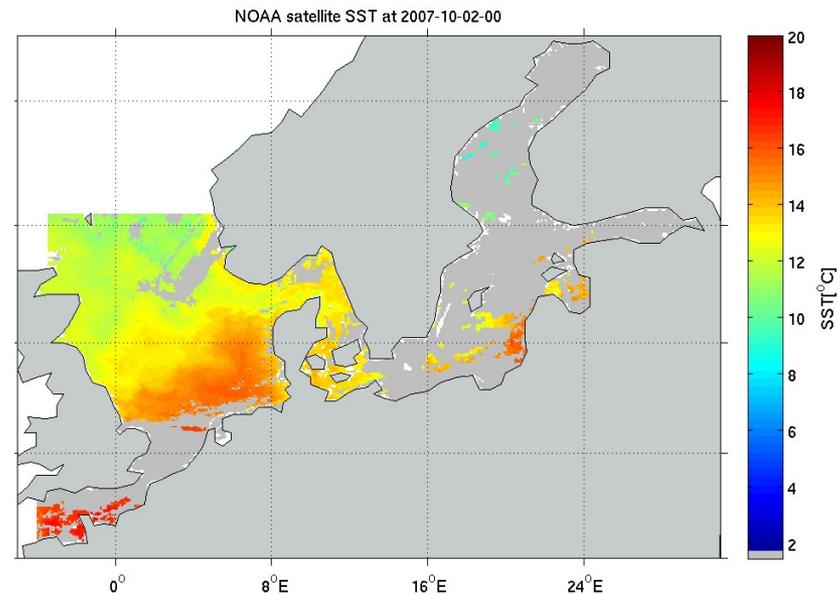
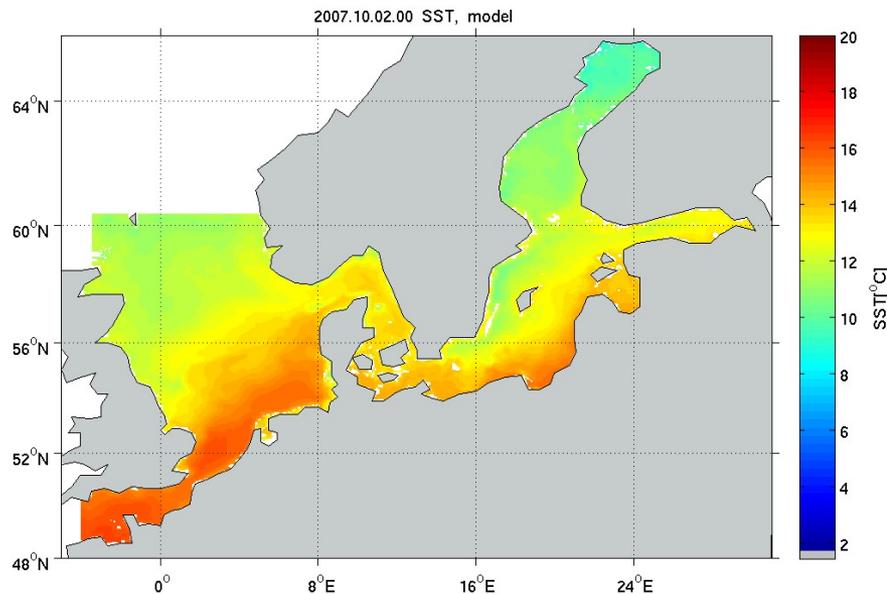
Nitratkonzentration  $\text{mmol N/m}^3$  Februar



Hohe Relevanz von in-situ Daten zur Validation!

HBM & ERGOM

Daten: SST + Chlorophyll

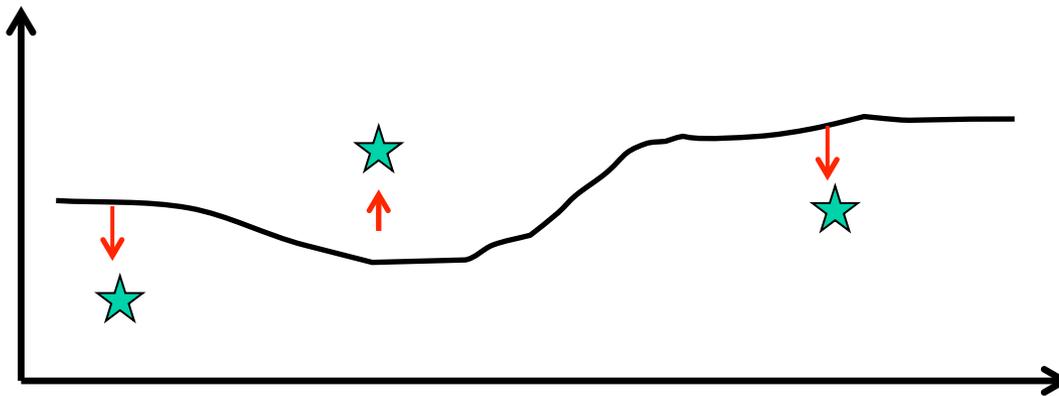


Datenassimilation:

Kombination beider Information zur verbesserten Schätzung von Zustand und Parametern im Modell

## Zustandsbestimmung:

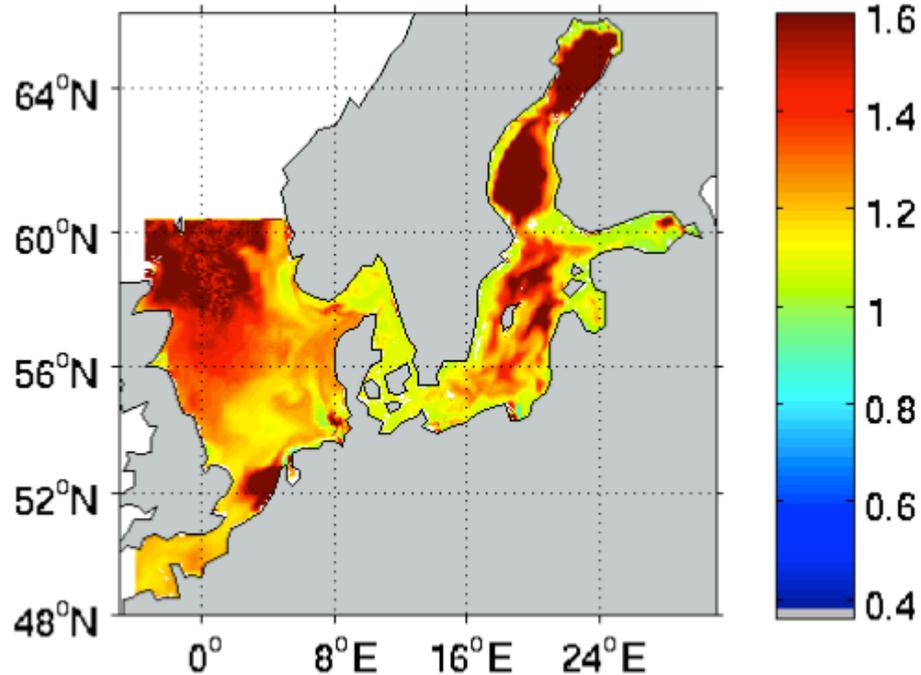
- assimiliert werden einzelne Beobachtungsgrößen (z.B. SST, Chlorophyll)
- benötigt werden Daten zur Beobachtungsgröße und deren Fehler
- nicht assimilierte Zustandsgrößen werden über die ermittelte Kovarianz verändert
- das Datenassimiliationsframework ist PDAF (Parallel Data Assimilation Framework, Nerger et al., 2005; Nerger and Hiller, 2013)



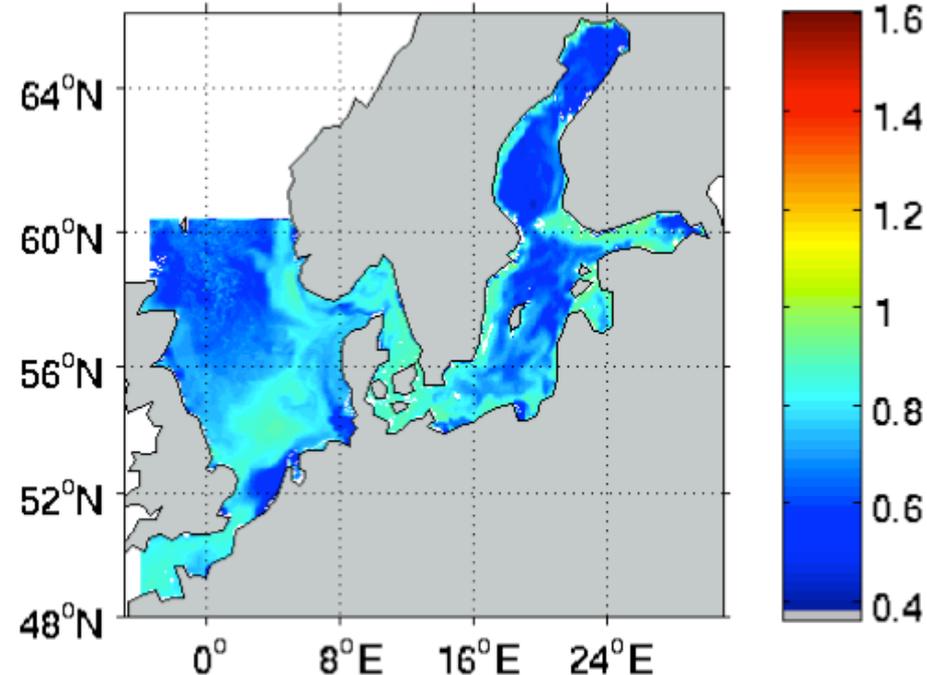
## Parameterbestimmung

- Parameterauswahl wird während der Assimilation angepasst
- Vorauswahl besonders sensibler Parameter
- benötigt werden Daten zur Beobachtungsgröße und deren Fehler

Changes in Diatoms with  $rp0*1.5$

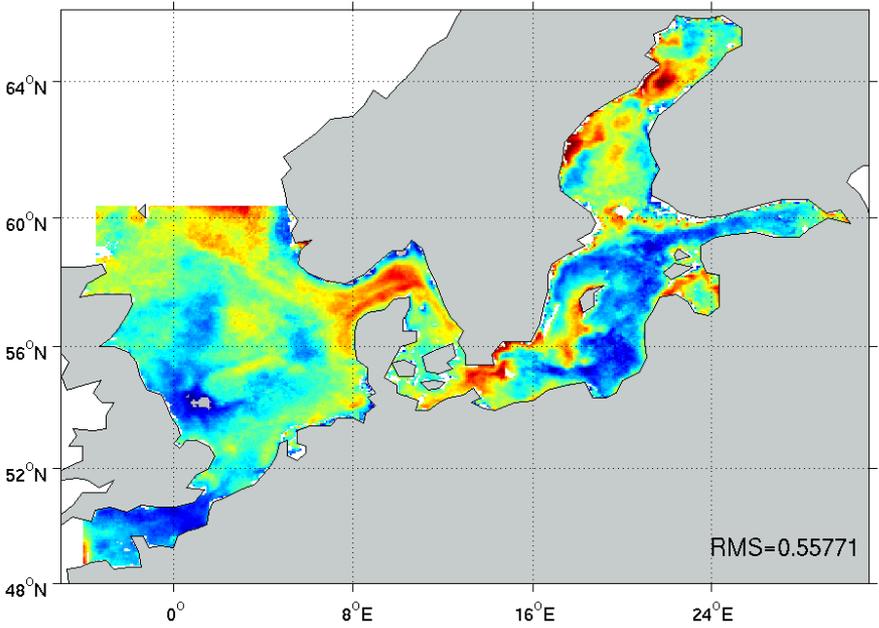


Changes in Diatoms with  $rp0*0.5$



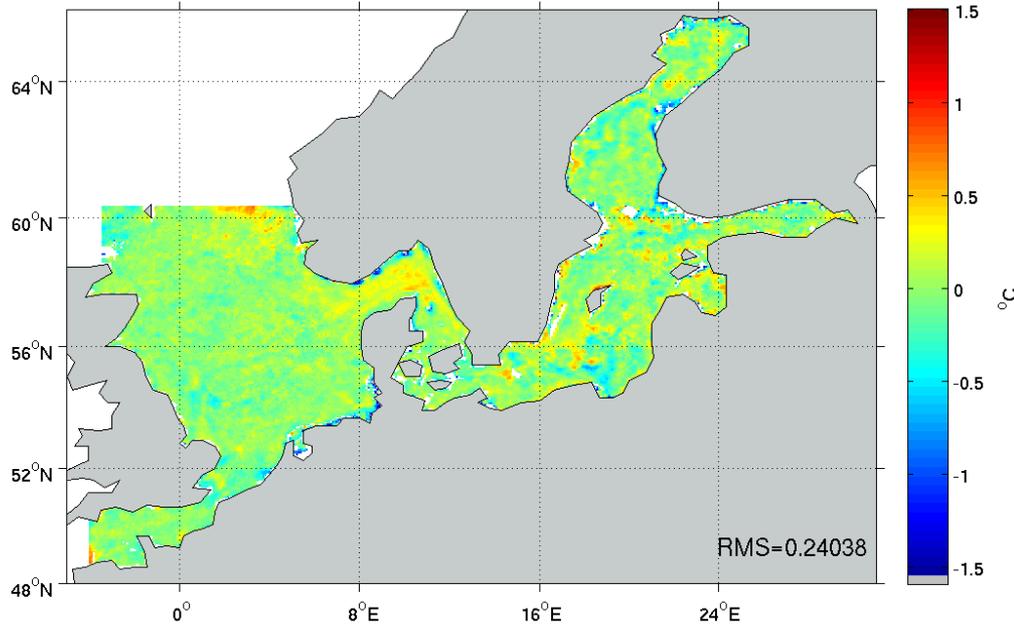
## Ohne Assimilation

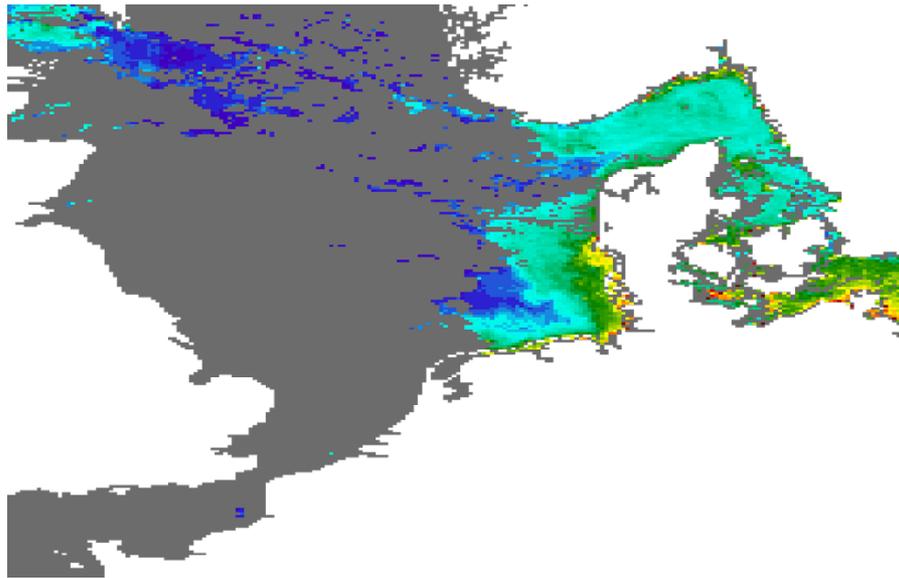
Bias estimates for SST forecast over 01 - 27.10.2007 (without data assimilation)



## Mit LSEIK Filter

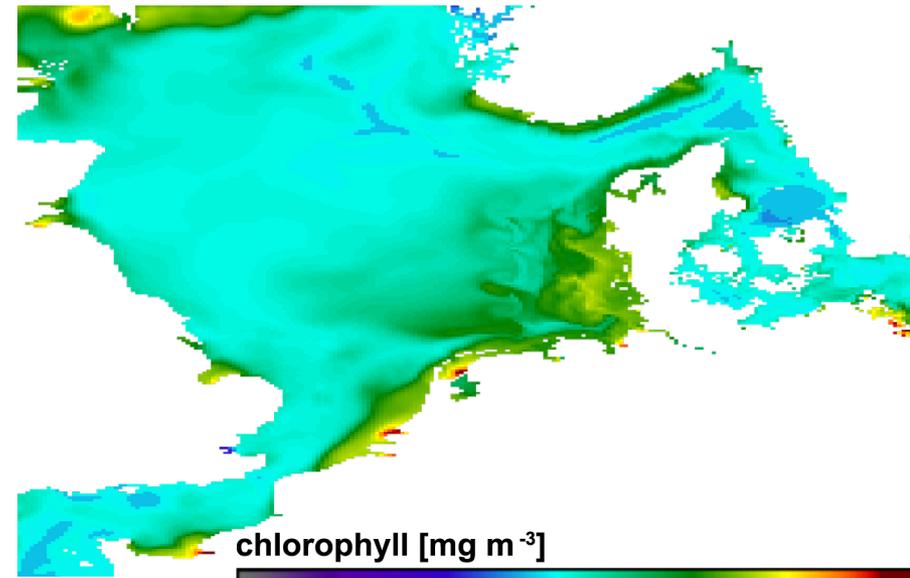
Bias estimates for SST ensemble forecast over 01 - 27.10.2007





MODIS

21.06.2008



ERGOM

chlorophyll [ $\text{mg m}^{-3}$ ]

0.03 0.08 0.25 0.9 4.4 13 25 30

- Kombination von Zustands- und Parameterbestimmung
  - Verbesserung der Chlorophyllkonzentration
  - Verbesserung der anderen Zustandsgrößen z.B. Nitrat über Kovarianz
  - Zuverlässigere Bewertungskriterien

- die MSRL aber auch andere Anwendungen und Managementpläne erfordern gute Datengrundlage
- Kombination von (Fernerkundungs)Daten und Modellen durch Datenassimilation
- Kombination von numerischen Modellen und Fernerkundungsdaten via Datenassimilation erfordert
  - Verlässliche Modelle
  - Verfügbare Fernerkundungsdaten mit Angaben zum Fehler
  - Unabhängige in-situ Daten zur Validation
- Datenassimilation beeinflusst Zustandsgrößen und/oder Parameter
- Assimilation von SST zeigt Verbesserung der Ergebnisse
- Chlorophyllkonzentration geeignet zur Assimilation