

# Wissenschaftliche Perspektiven “Zukunft Küste – Coastal Futures”



## Abschluss-symposium

Zum Umgang mit Veränderungen  
an der Küste und im Meer



© Vestas Central Europe



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# Auswirkungen von Windfeldänderungen durch Offshore-Windparks auf das marine Umfeld

Hermann Lenhart und Petra Nerge





Das Meer kommt  
unter die Räder

# Hamburger Abendblatt

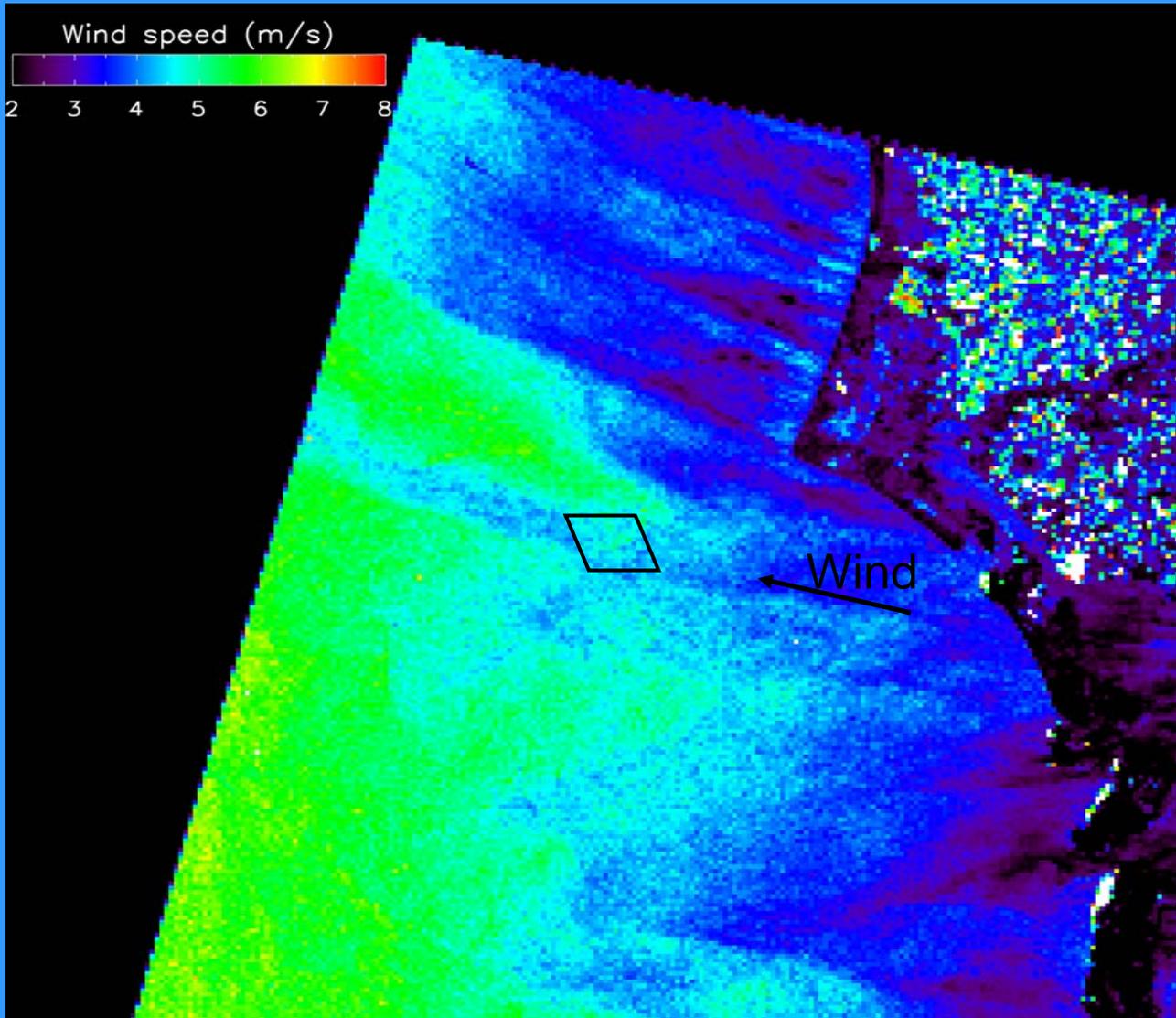
17.11.2009

# Horns Rev – Kondensations Effekt, Frühjahr 2008



Quelle: <http://ict-aeolus.eu/about.html>

# Windgeschwindigkeit aus ERS-2 Daten - Horns Rev



Quelle:  
Merete B. Christiansen



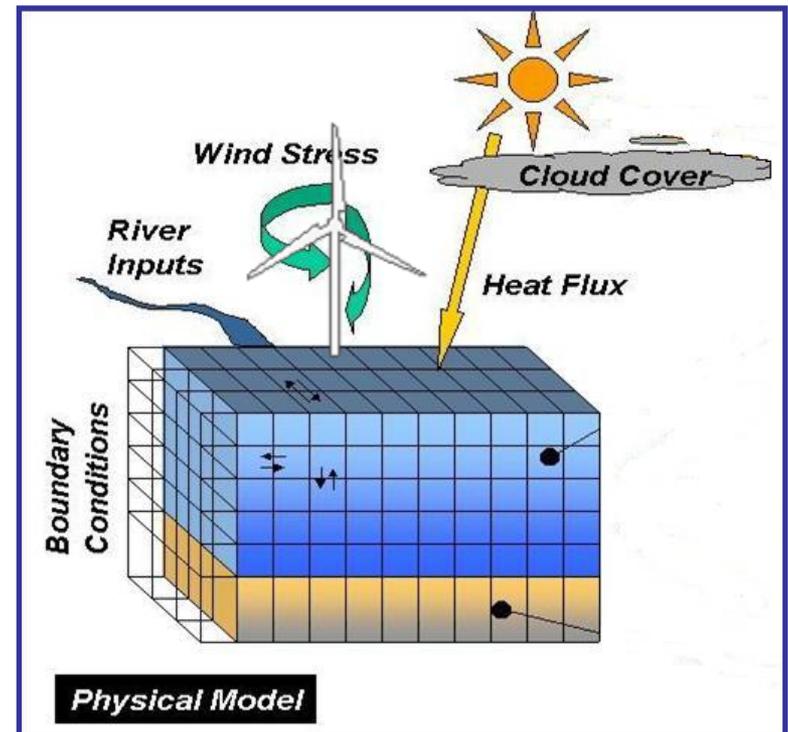
# Untersuchung zum Wake-Effekt

## Auswirkungen des Wake Effektes auf die Hydrodynamik z.B. das Schichtungsverhalten der Nordsee

Physikalisches Modell der Nordsee  
HAMSOM

Änderung des Windfeldes zur  
Abbildung des Wake Effektes

Auswertung der Veränderung  
zwischen  
Standard vs. WakeSimulation



# Zusammenarbeit am Wake Effekt

**Petra Nerge**

Institut für Meereskunde – ZMAW - Universität Hamburg

**Dr. Hermann Lenhart**

Institut für Wissenschaftliches Rechnen - Universität Hamburg

**Prof. Heinke Schlünzen**

Meteorologisches Institut - ZMAW - Universität Hamburg

**PD Dr. Thomas Pohlmann**

Institut für Meereskunde – ZMAW - Universität Hamburg

**Huadong Liu**

Institut für Meereskunde – ZMAW - Universität Hamburg

# Übersicht HAMSOM

**HAMSOM:**  
**Hamburg Shelf Ocean Modell**  
**in der Variante für die Nordsee**  
**(Backhaus 1985; Pohlmann 1996, 2006)**

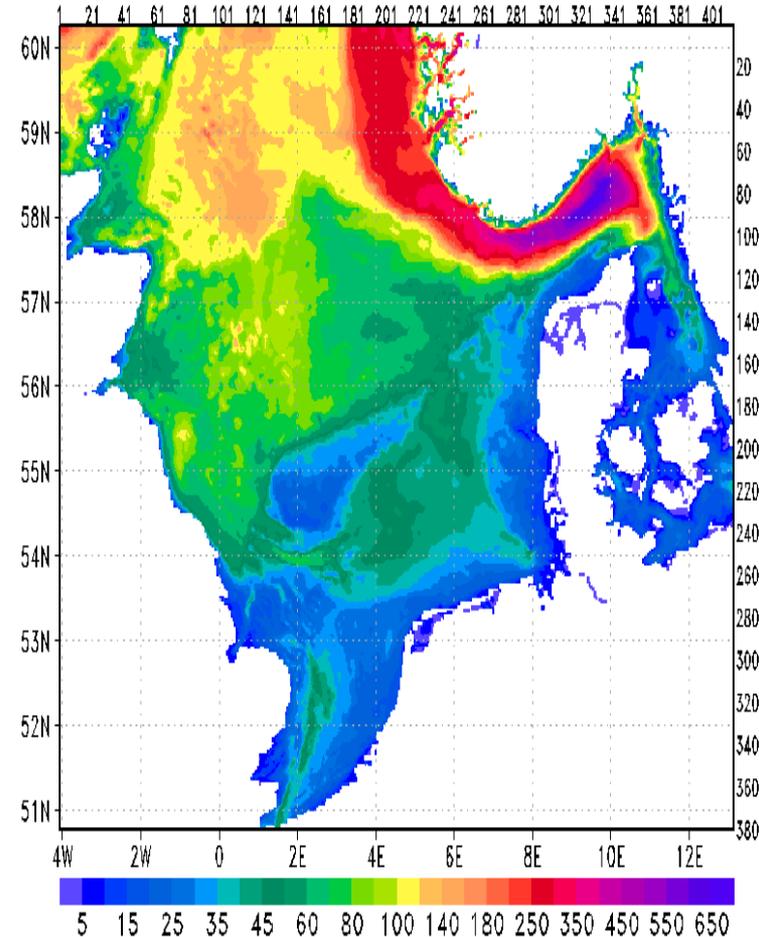
**Met-Forcing:** NCEP-Daten 6Std

**Auflösung horizontal:** 1.5' x 2.5' ca. 3 km

**Auflösung vertikal:** 30 Schichten,  
0-50 m => 5 m  
unter 50 m > 5 m

**Anzahl nasser Zellen:** 939379

**CPU Zeit für ein Jahr:** ca. 7 h \* 32  
DKRZ - HLRE II ,  
parallel auf 32 Prozessoren



# Ansatz Wake

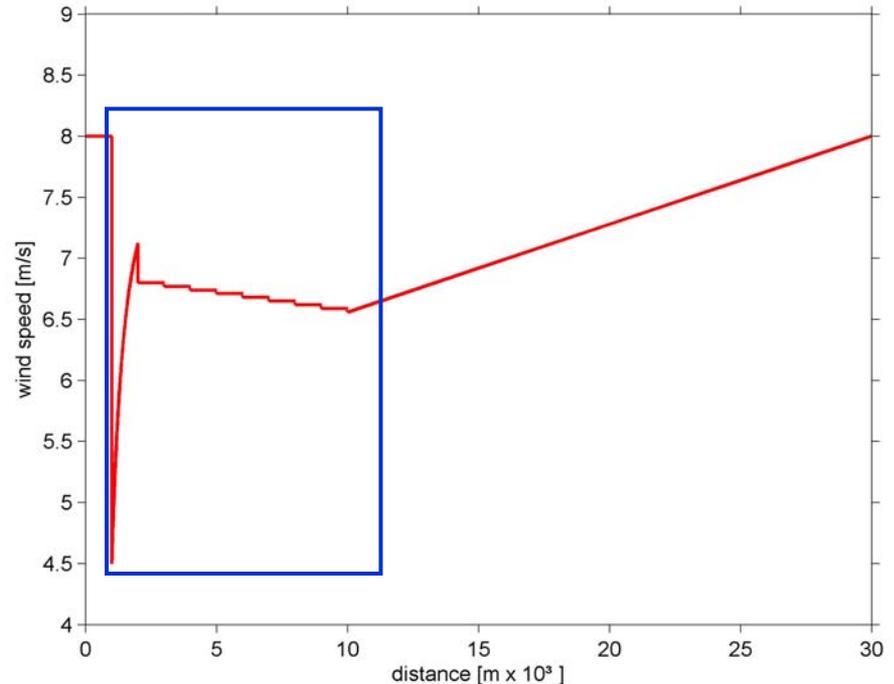
Es gab keine Möglichkeit auf eine meteorologische Modellierung des offshore Wake Effektes zurückzugreifen

Für unsere Arbeit erscheinen 2 Ansätze zur Beschreibung des Wake Effektes geeignet:

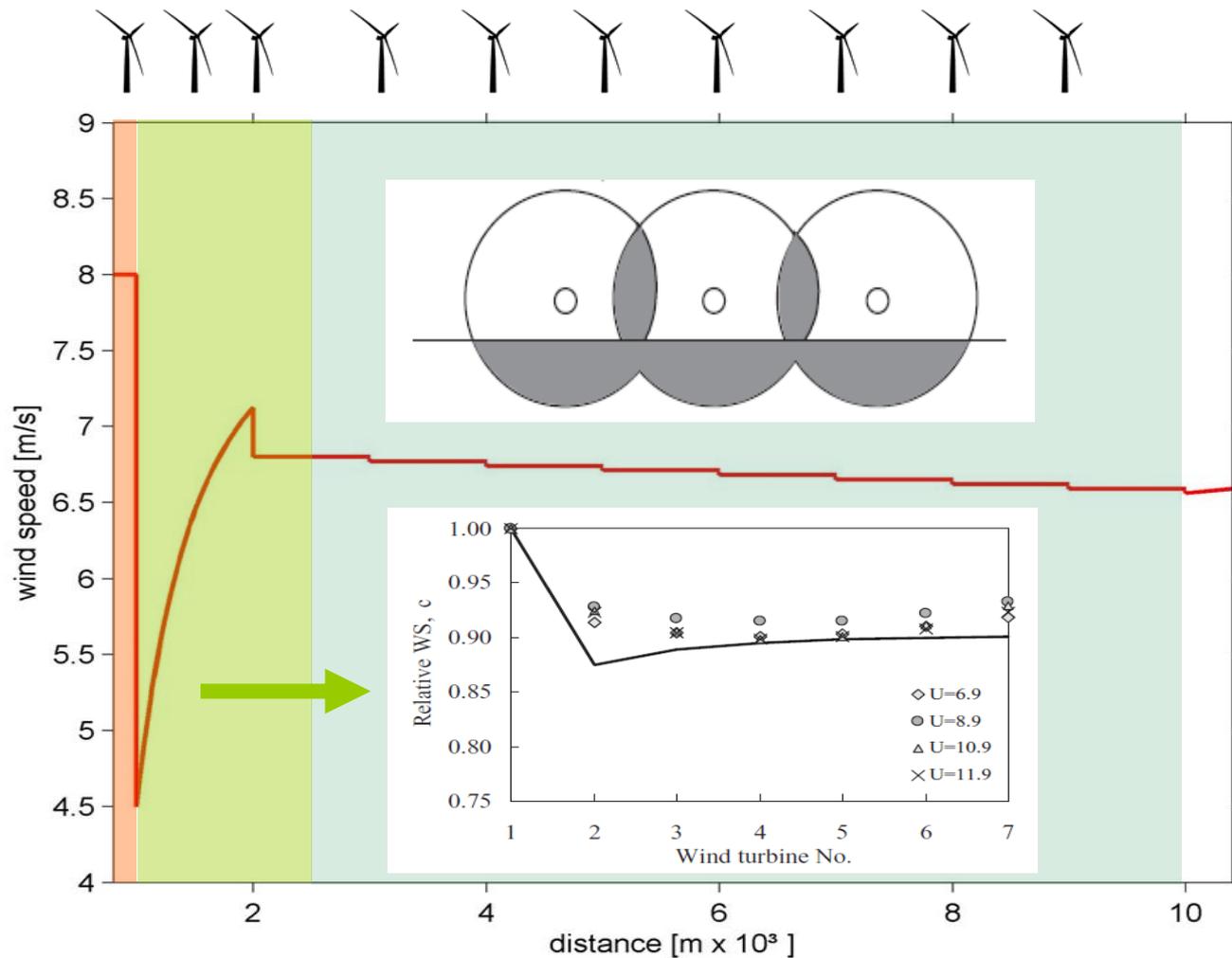
- A) Parametrisierter Ansatz nach Broström (2008)
- B) Analytischer Ansatz nach Frandsen et al. (2006, 2009)



Beispiel für  
3 Reihen x 10 Spalten an Piles



# Analytischer Ansatz nach Frandsen et al. (2006, 2009)



# Parametrisierter Ansatz nach Broström (2008)

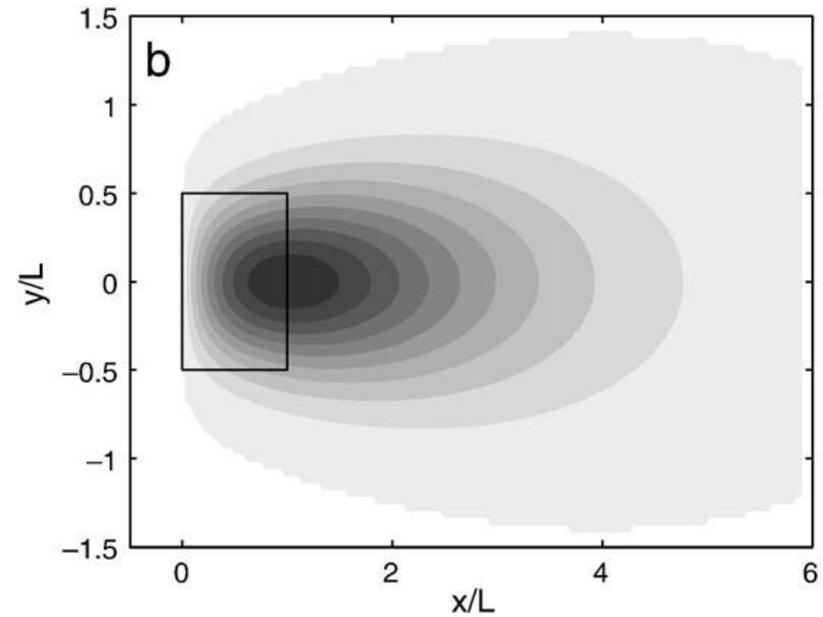
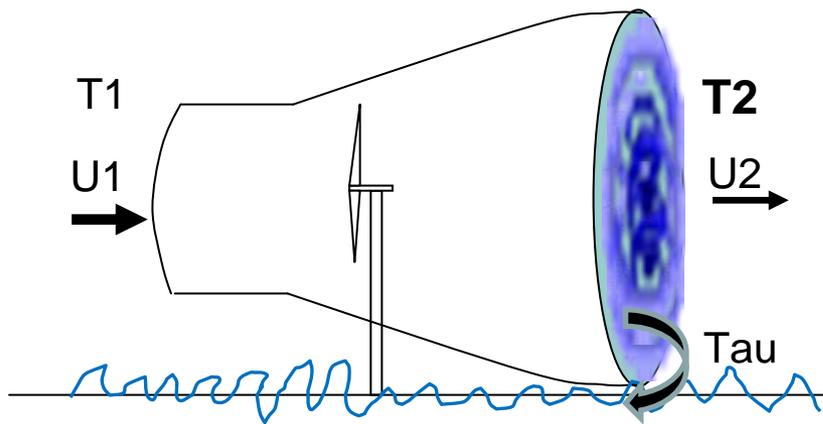
## Einfacher Ansatz von Broström betrachtet Auswirkungen auf das Meer:

„Die Anwesenheit von großen Wind Farmen, die den Windstress an der Meeresoberfläche ändern, beeinträchtigen die Reaktion der oberen Meeresschichten.“

„Einfache Rechnungen mit einer Windgeschwindigkeit von 5 -10 m/s ergeben einen resultierenden Auftrieb (Upwelling) von ca.1 m/day“

„ ....es erscheint wahrscheinlich das Auftrieb (Upwelling), als Folge von eingebrachten Wind Farmen, einen Anstieg der Primärproduktion mit sich bringt was Auswirkungen auf das lokale Ökosystem haben kann.“

# Parametrisierter Ansatz nach Broström im Detail



Ansatz:

Kein Defizit im Windstress vor dem Windpark

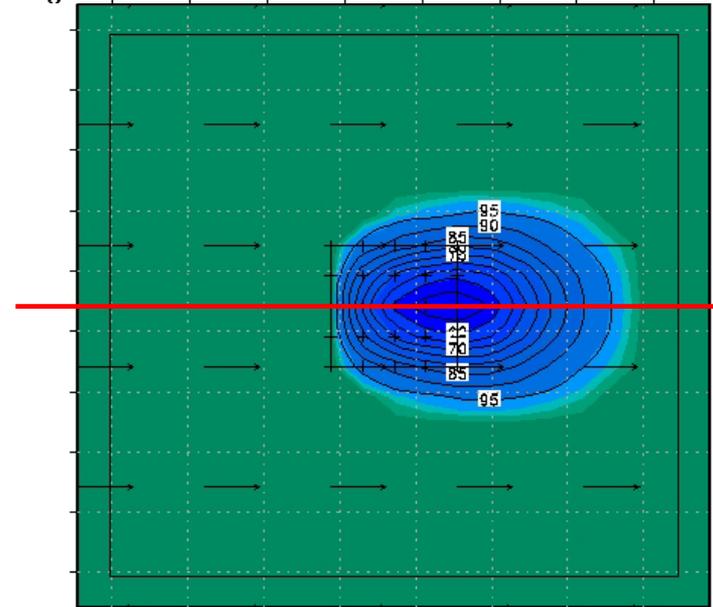
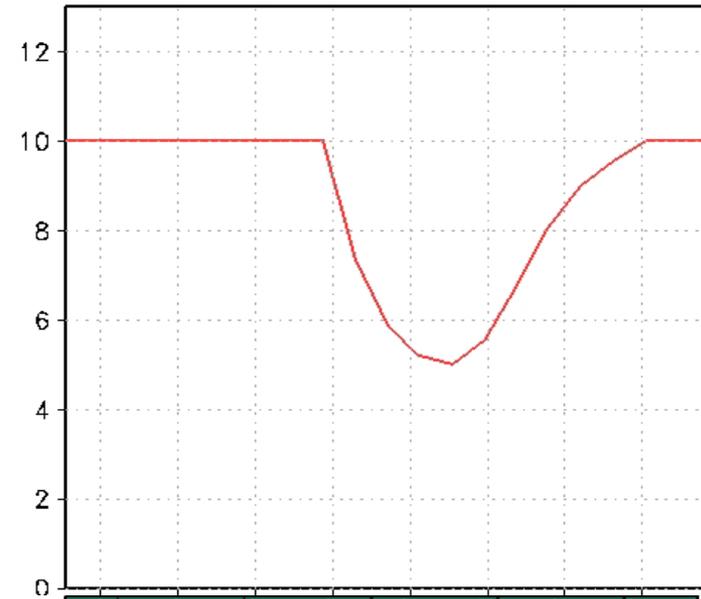
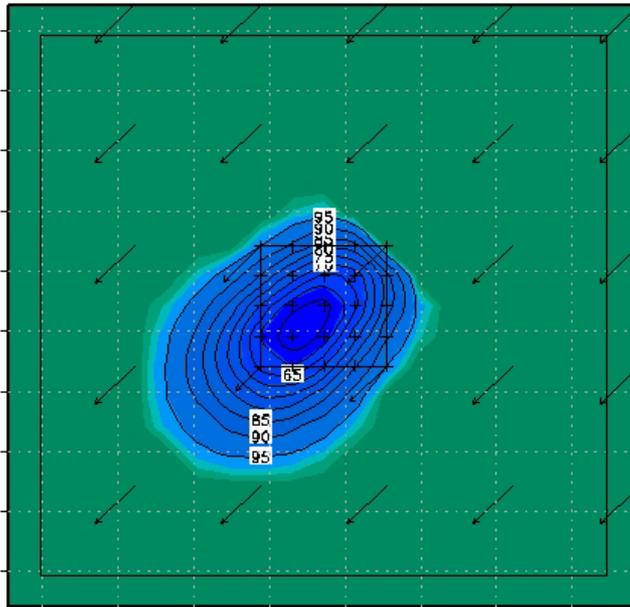
Maximale Änderung (Defizit) im Windstress am Ende des Windparks

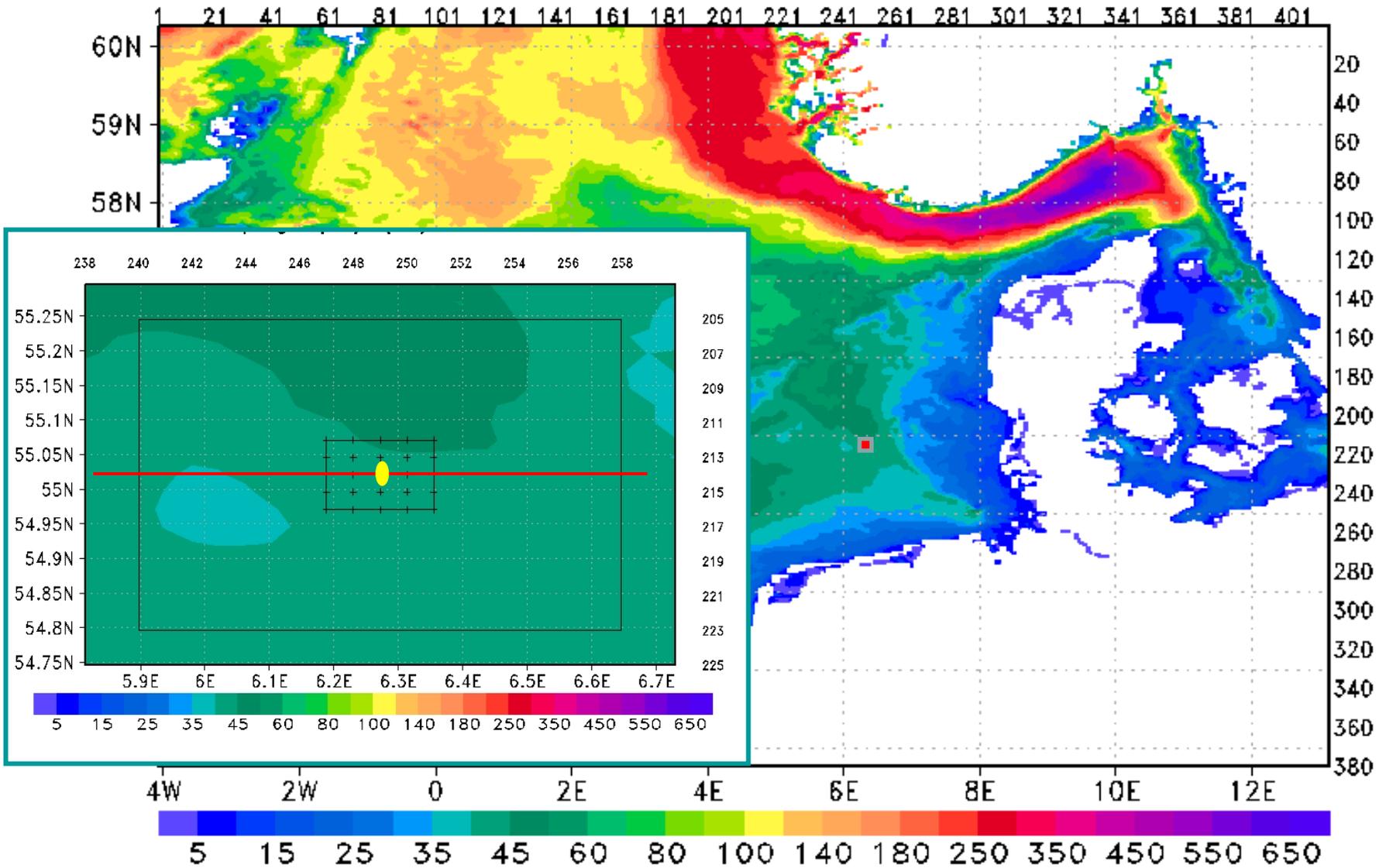
Das Defizit verringert sich „downwind“ hinter der Windfarm mit einer charakteristischen Längenskale  $L$  ( mit  $L$  ca. 20 km)

## Größe des Windparks:

100 m Höhe der Piles  
100 m Rotordurchmesser  
bei Gitterzelle a 3 X 3 km  
=> 9 Piles pro Gitterzelle

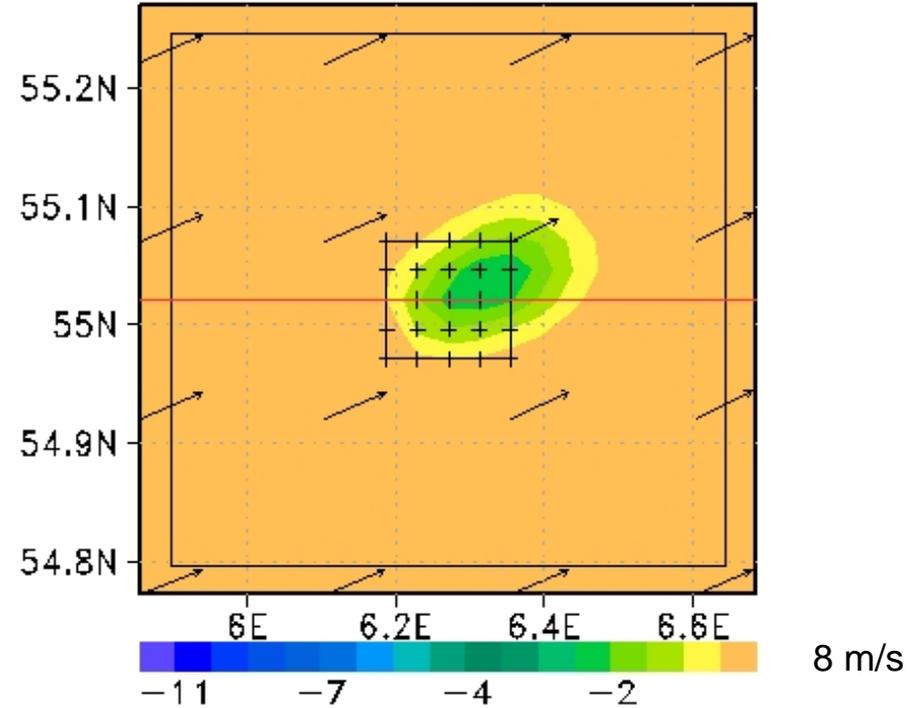
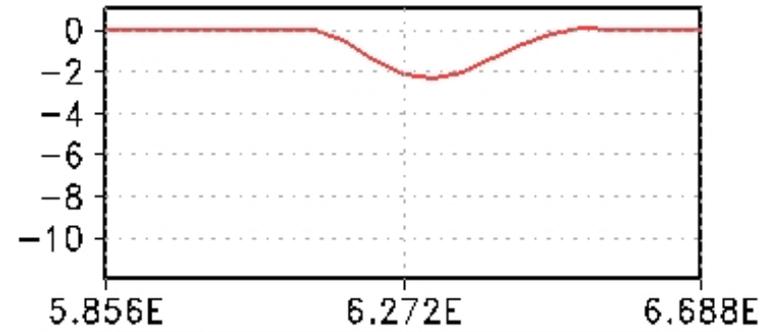
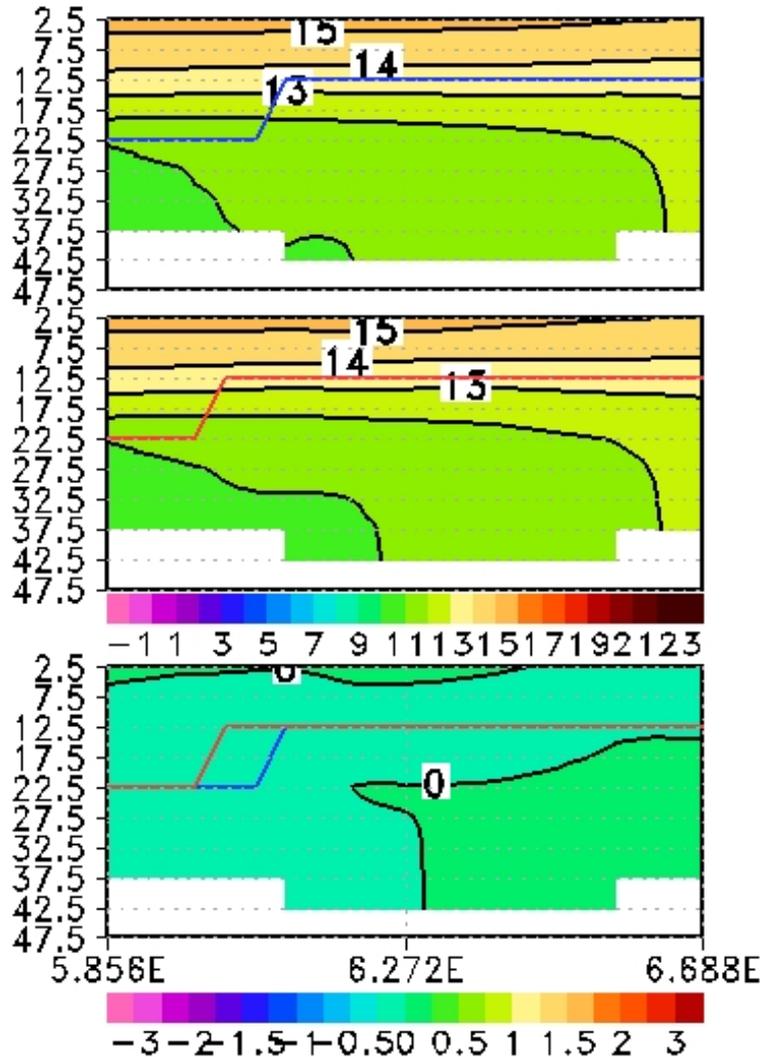
Gesamter Windpark  
hat 4 x 4 Gitterzellen  
=> ca. 150 Piles





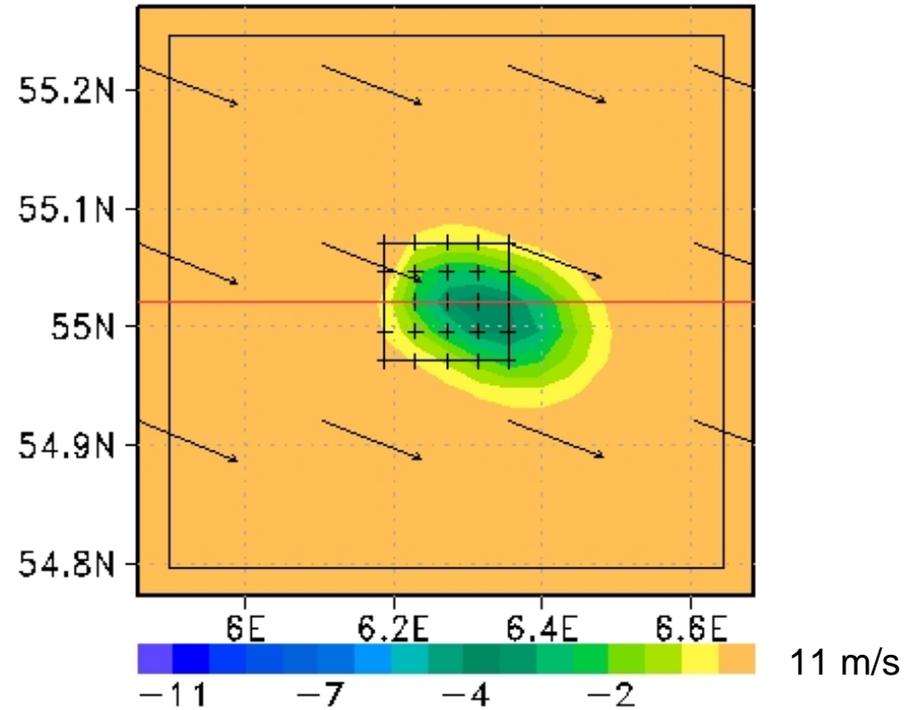
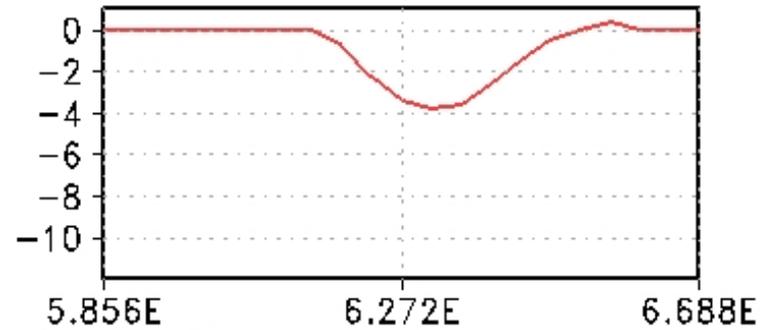
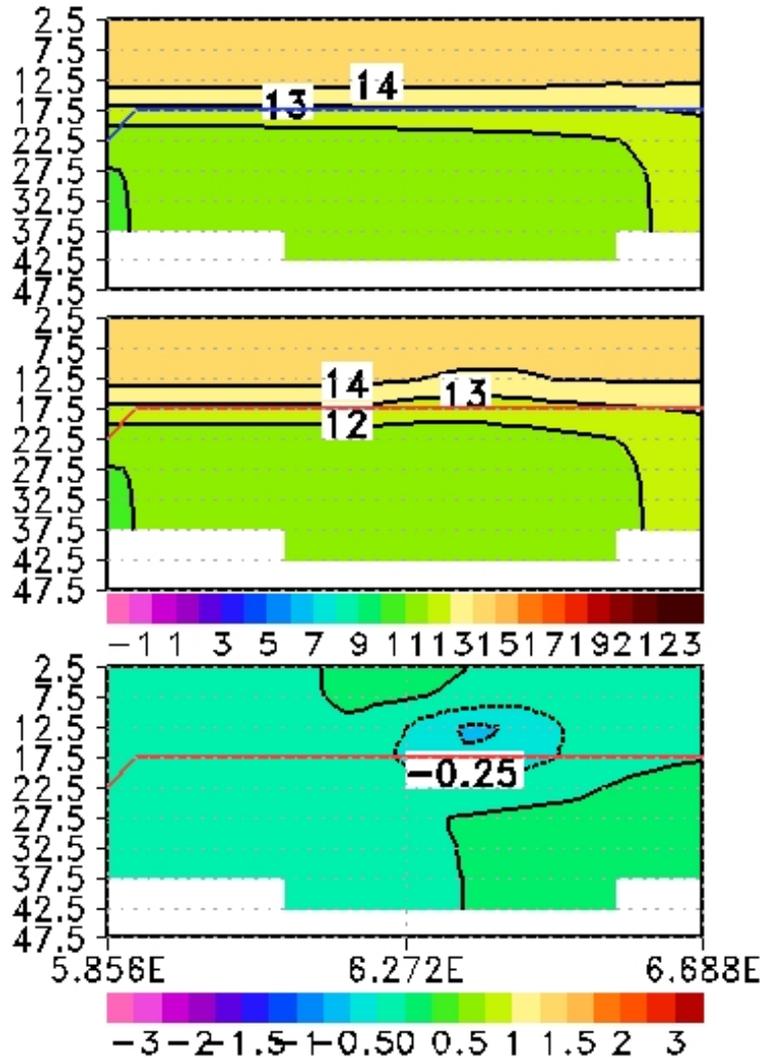
# Temperature (°C) – Test

003-107 00Z18JUN2003 to 00Z18JUN2003 55.0208N



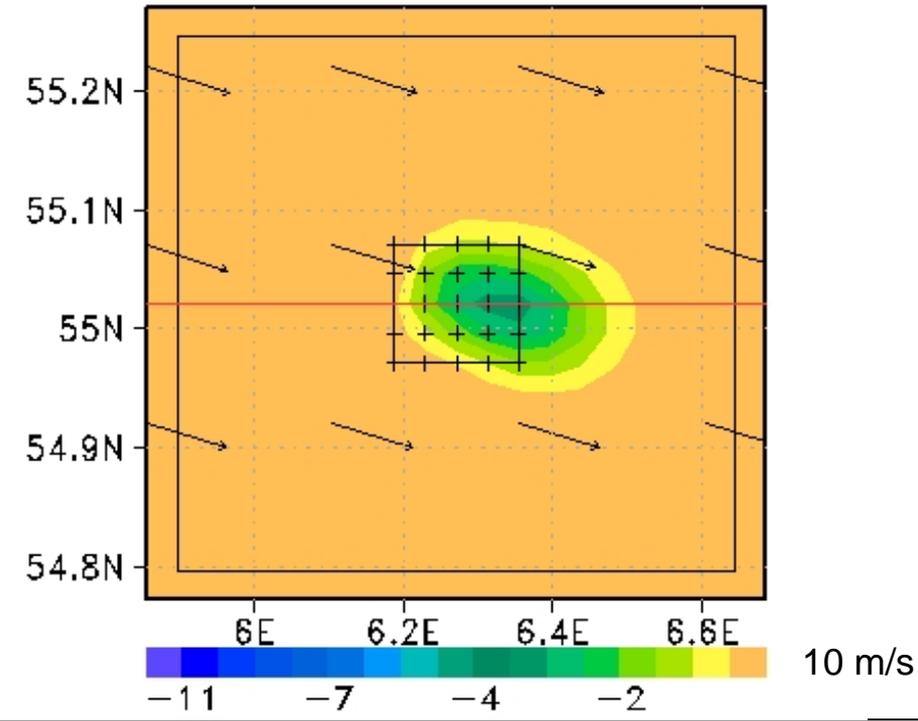
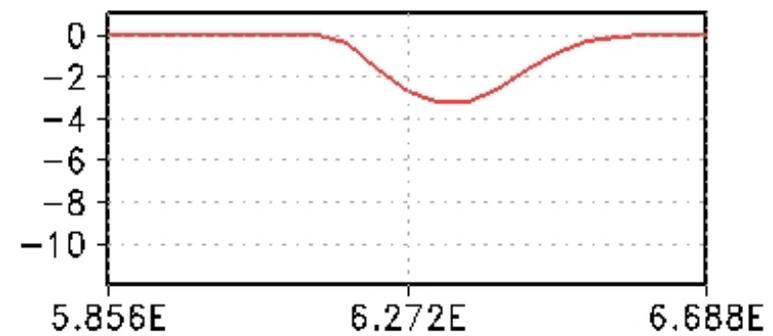
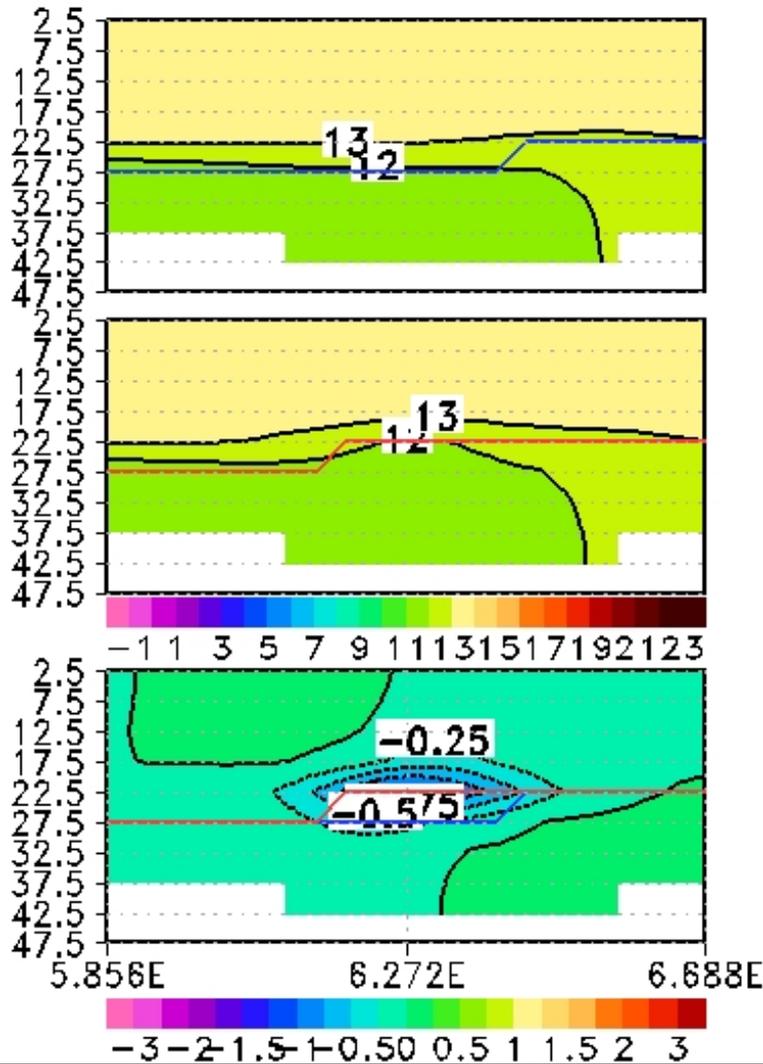
# Temperature (°C) – Test

003-107 00Z19JUN2003 to 00Z19JUN2003 55.0208N



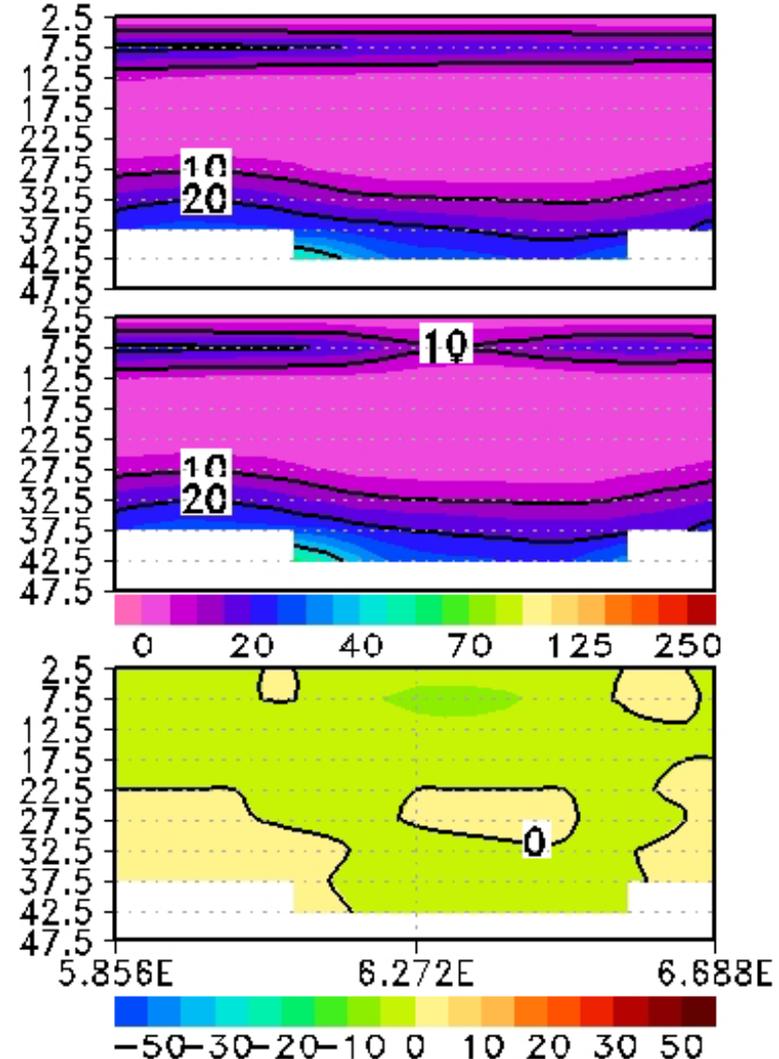
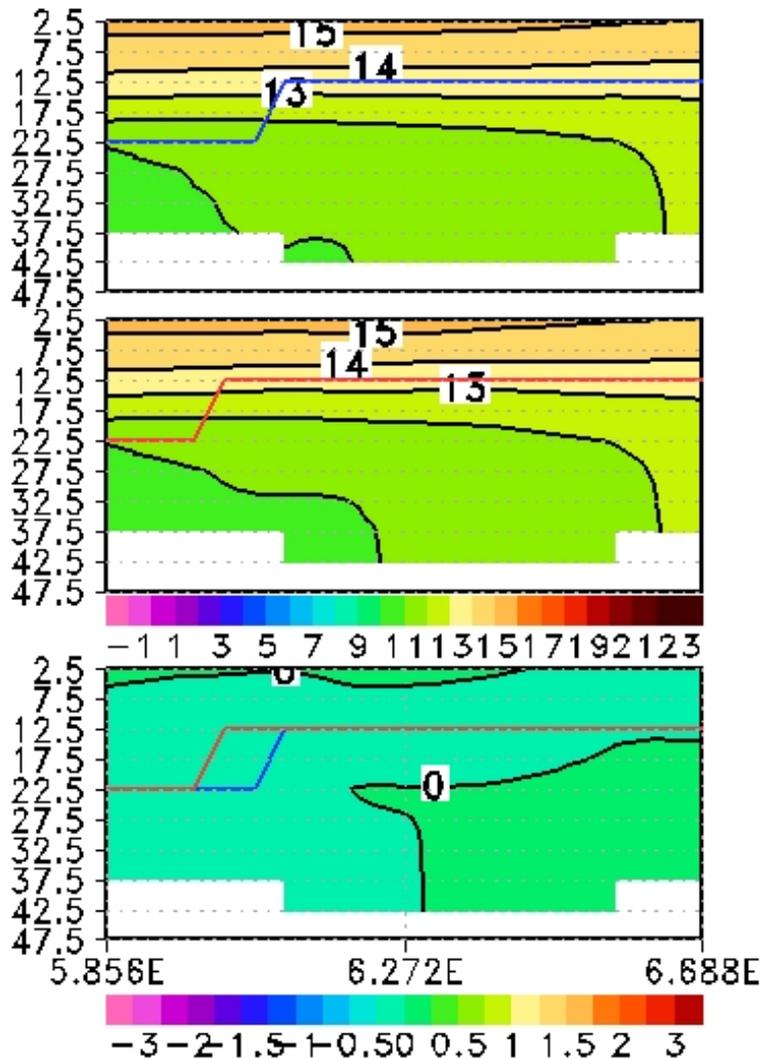
# Temperature (°C) – Test

003-107 00Z20JUN2003 to 00Z20JUN2003 55.0208N



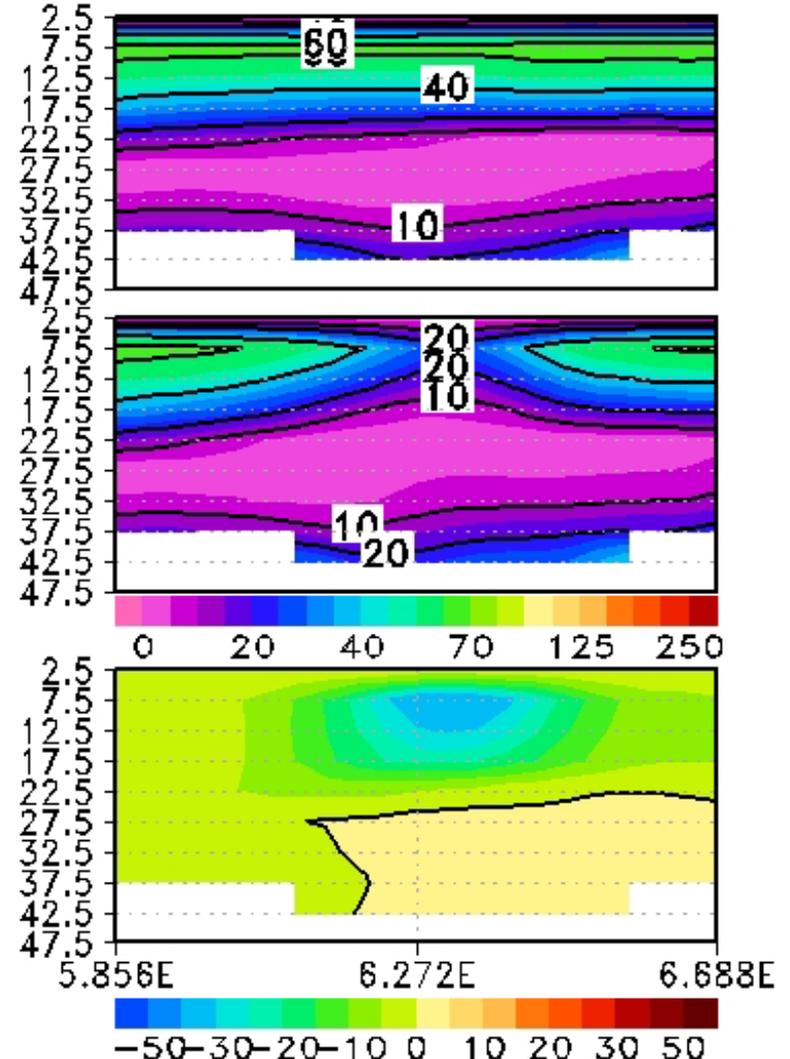
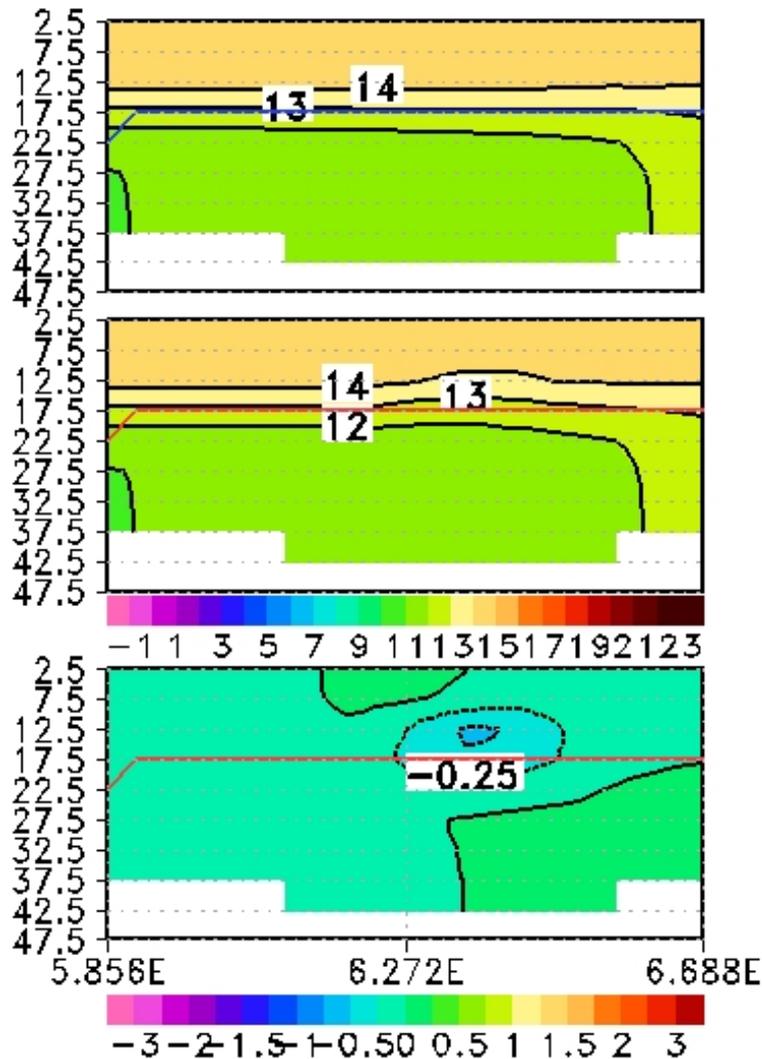
# Temperature (°C) – ver. Austausch (cm<sup>2</sup>/s)

003-107 00Z18JUN2003 to 00Z18JUN2003 55.0208N



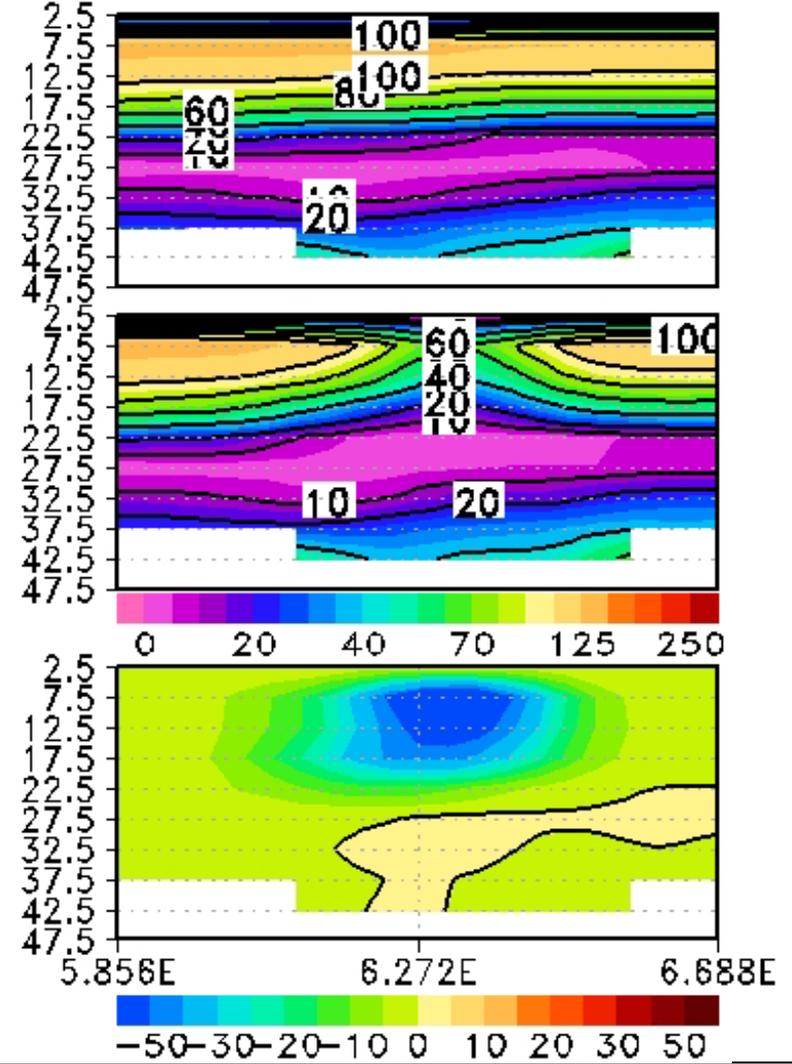
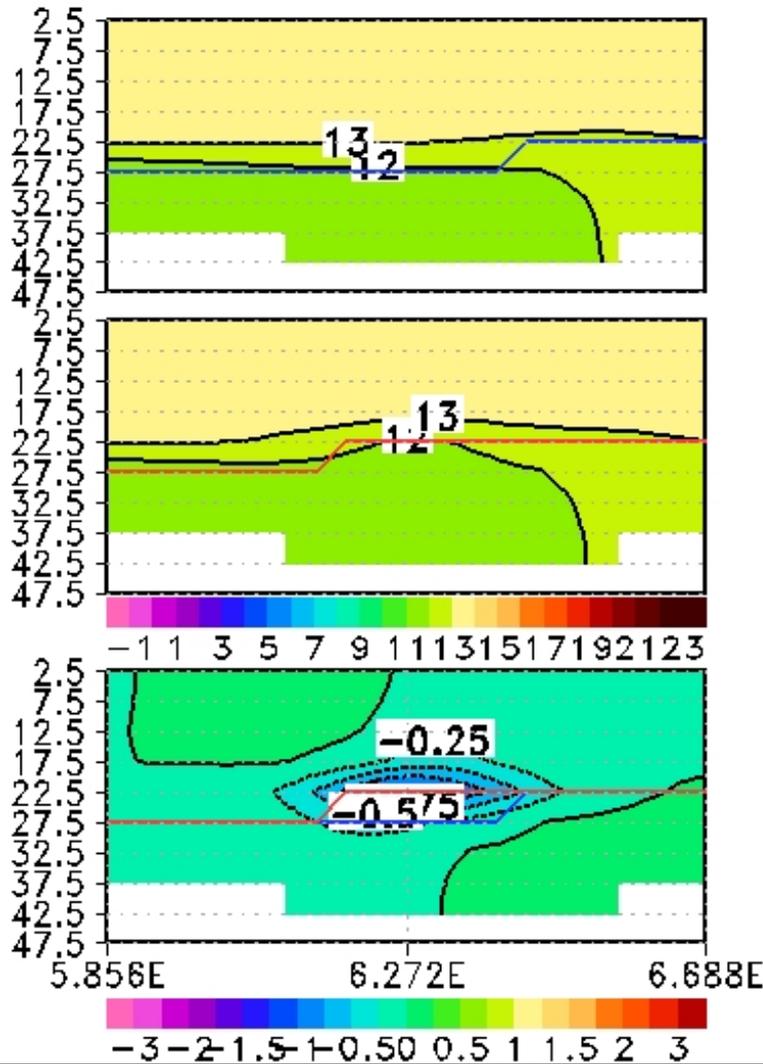
# Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) – ver. Austausch ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )

003-107 00Z19JUN2003 to 00Z19JUN2003 55.0208N



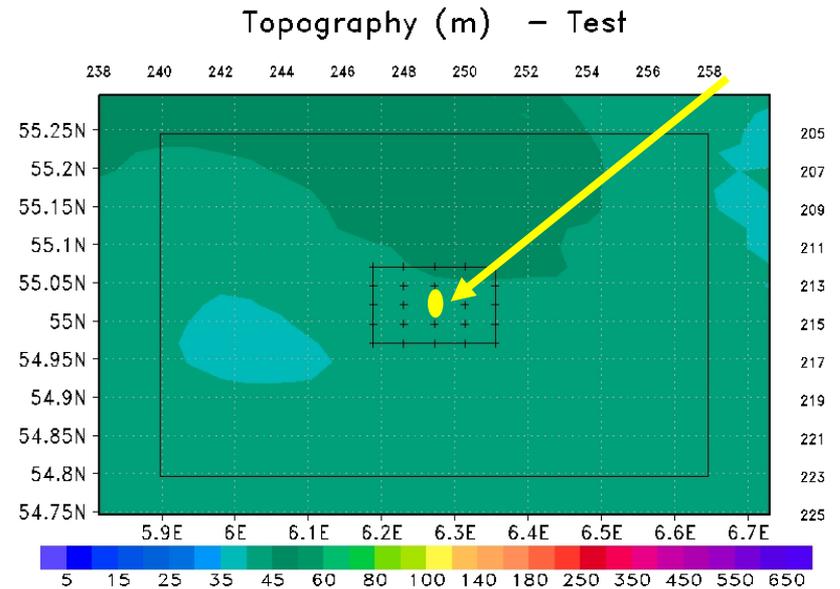
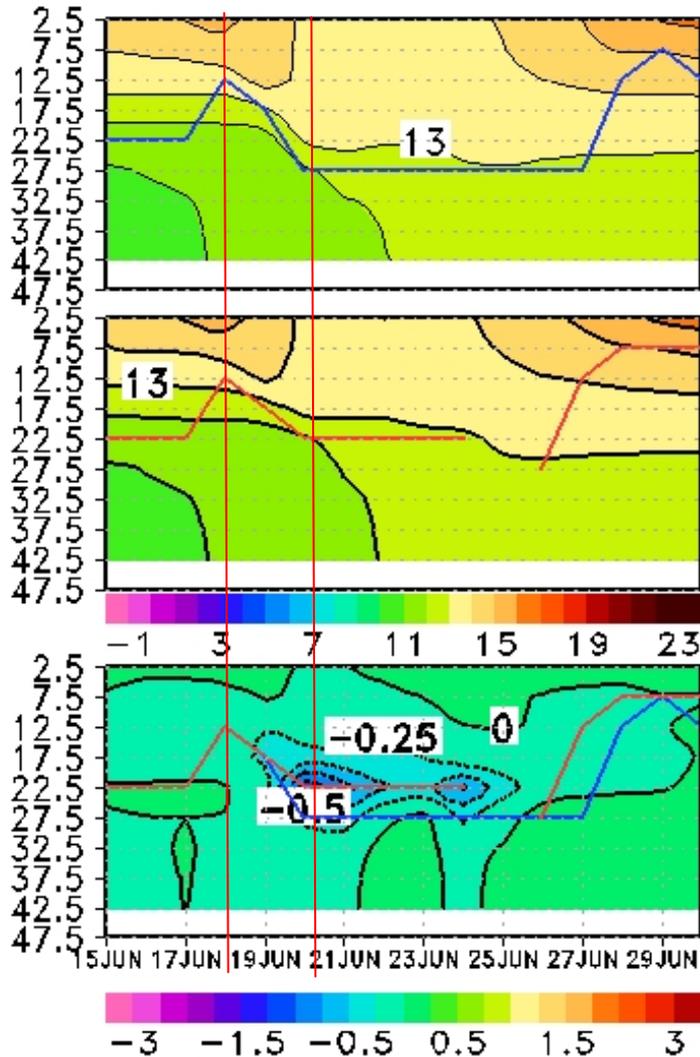
# Temperature (°C) – ver. Austausch (cm<sup>2</sup>/s)

003-107 00Z20JUN2003 to 00Z20JUN2003 55.0208N



# Temperature (°C) – Test

003-107 00Z15JUN2003 to 00Z30JUN2003 6.27163E 55.0208N

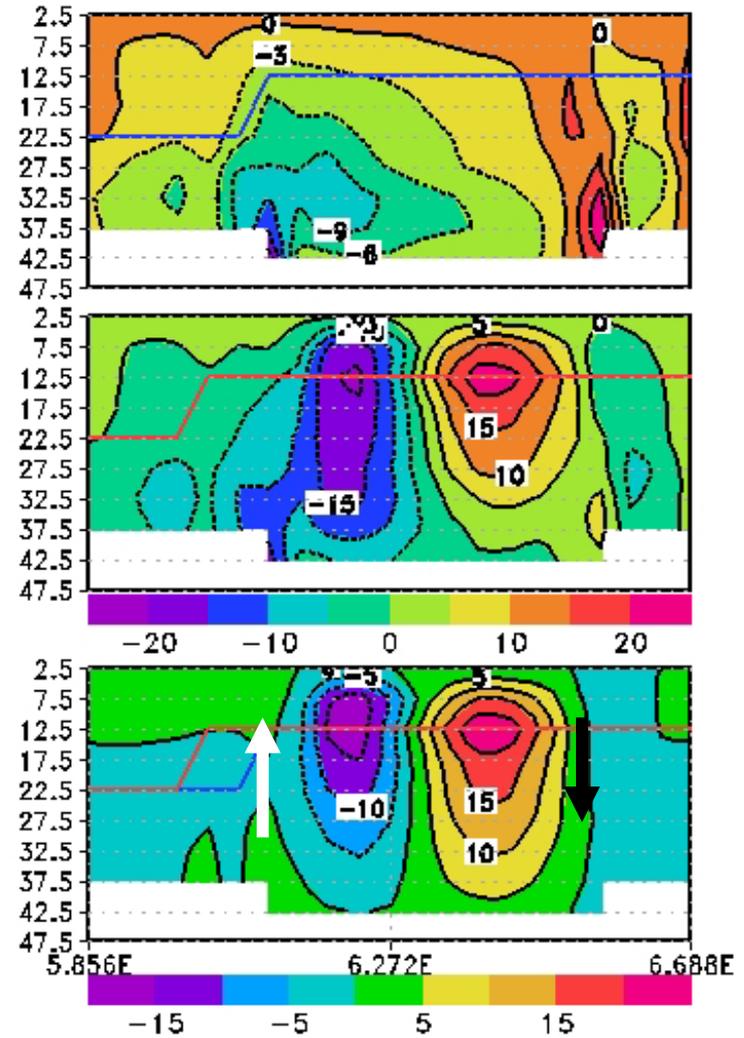
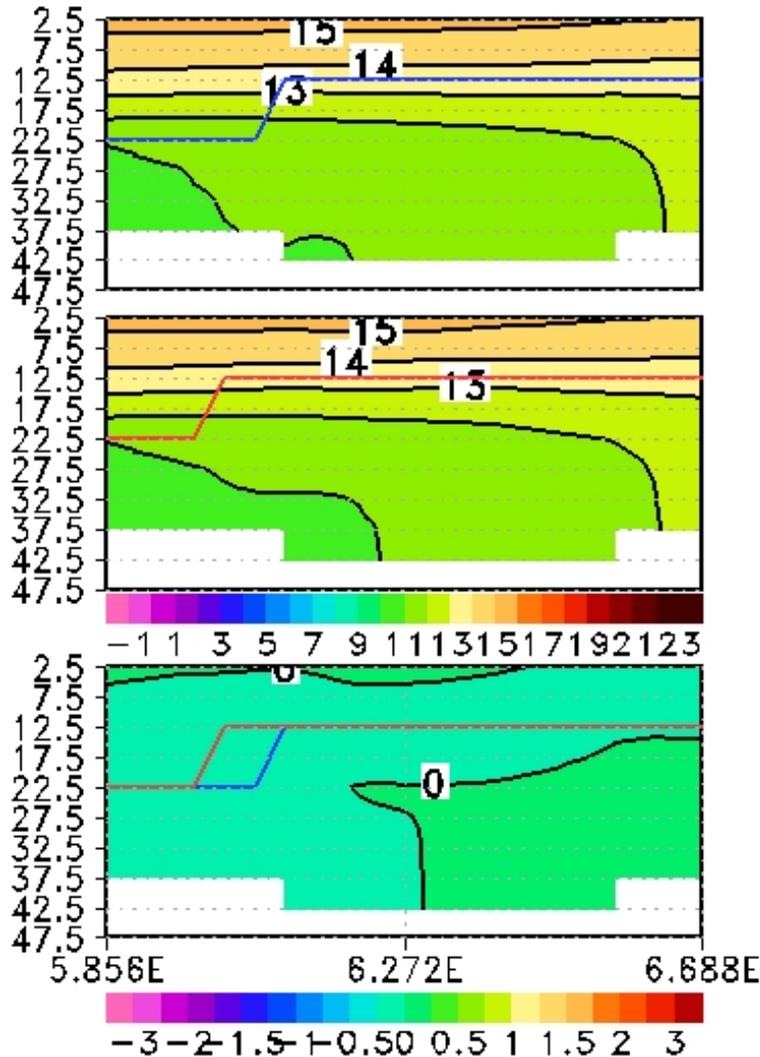


## Temperatur-Zeitreihe 15. – 30 Juni 2003



# Temperature (°C) – ver. Geschwindigkeit (mm/s)

003-107 00Z18JUN2003 to 00Z18JUN2003 55.0208N



# Zusammenfassung

## Die Auswirkung des Wake Effektes auf die marine Umwelt zeigen sich in:

Maximale Temperaturdifferenz von 0.75 – 1 Grad C nahe Sprungschicht

Lokal **verringerte** vertikale Diffusion

- > verminderter Wärmetransport in die Tiefe
- > geringere Tiefe der Temperatursprungschicht  
bzw. Aufbrechen der Sprungschicht

Differenz der vertikale Geschwindigkeit zeigt

Absinken (Downwelling) hinter dem Wake **und**  
Auftrieb (Upwelling) vor dem Wake

Abschätzung von Brostöm bzgl. Auftrieb (Upwelling) von ca.1 m/day“  
**konnten bestätigt werden!**

# Ausblick für weitere Arbeiten

**Ausgangsbasis:** Die Aufprägung des Wake-Effektes zeigt eine stimmige Ursachen-Wirkungs Abfolge

Trotzdem müssen grundsätzliche Fragen der Wake Anwendung weiter untersucht werden

Eine erhöhte Komplexität im hydrodynamischen Umfeld von OWPs

Wake Anwendung auf weitere geplante OWP Gebiete erweitern, einschließlich kumulativer Effekte

Anwendung mit meso-skaligem meteorologischen Antriebsdaten in denen der Wake Effekt explizit abgebildet ist.

Die Änderung des physikalischen Umfeldes kann sich auf das Ökosystem auswirken. (These Broström, 2008)

Kopplung HAMSOM mit ECOHAM > Biologische Konsequenzen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



© REpower Systems AG

[www.coastal-futures.de](http://www.coastal-futures.de)

Wir danken Christian Lindemann für seine technische Unterstützung.



**Wissenschaftliche Perspektiven "Zukunft Küste – Coastal Futures" 4. März 2010**

# Jeweilige Überschrift der Seite (in schwarz 24)

Hier könnt ihr Formulierungen oder Grafiken einfügen (in schwarz)

- Oder Stichpunkte aufzählen
- ...
- ...

- Und eine Folie für Hermanns Abbildungen...