



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

Entwicklung eines operationellen Unterelbmodells auf der Basis des hydrodynamisch-numerischen Modellverfahrens *BSHcmod* für die Nord- und Ostsee (OPTTEL-A)

Dr. Sylvin H. Müller-Navarra, Ingrid Bork
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Teil 1

Projekt OPTEL

Unterelbe, zu simulierende Besonderheiten

Teil 2

Zum Modell

Ergebnisse aus dem Vorhersagebetrieb

Sturmflut-/Hochwasserszenario

Teil 3

Punktvorhersagen, Beispiel Wasserstand



Struktur des Verbundprojektes OPTEL



Teilprojekte 2008 bis 2011

OPTEL-A

BMBF-Förderkennzeichen F03KIS069, Projekt- und Verbundleiter: Dr. Sylvin Müller-Navarra

Entwicklung eines operationellen Tide-Elbmodells auf der Basis des hydrodynamisch-numerischen Modellverfahrens *BSHcmod* für die Nord- und Ostsee

01.04.2008 – 31.03.2011, Ingrid Bork

OPTEL-B

BMBF-Förderkennzeichen F03KIS070, Projektleiterin: Dipl.-Met. Gudrun Rosenhagen

Downscaling von Windfeldern aus Lokalmodellen auf die Tide-Elbe

01.04.2008 – 31.06.2009 (verlängert bis 31.10.09), Dr. Anette Ganske

OPTEL-C

BMBF-Förderkennzeichen F03KIS071, Projektleiter: Dr.-Ing. Harro Heyer, Dr. Elisabeth Rudolph

Entwicklung eines operationellen Tidemodells der Elbe sowie einer Modellkopplung mit dem BSH-Vorhersagemodell der Nordsee

01.04.2008 – 31.03.2011, Dr. Christine Kremp

OPTEL-D

BMBF-Förderkennzeichen F03KIS072, Projektleiter: Dipl.-Ing. Thomas Strotmann

Studien zur Stauentwicklung in der Tide-Elbe

01.04.2008 – 30.09.2010, Caroline Radegast, Ulrich Ferk

Unterelementmodell, wozu?



Schifffahrt

Wasserstandsvorhersage -> Gezeitenfenster, Kenterpunkte

Katastrophenschutz

Sturmfluten, Hochwasser -> Warnungen

Wasserwirtschaft

Entwässerung, Salzgehalt -> Bewässerung

Industrie, Kraftwerke

Wassertemperatur -> Kühlwasserentnahme, -einleitung

Umweltschutz

Schadstoffausbreitung -> Drift- und Ausbreitungsvorhersagen

Unterhaltungsbaggerung

Strömungen, Sedimenttransport

Containerverkehr



Shanghai

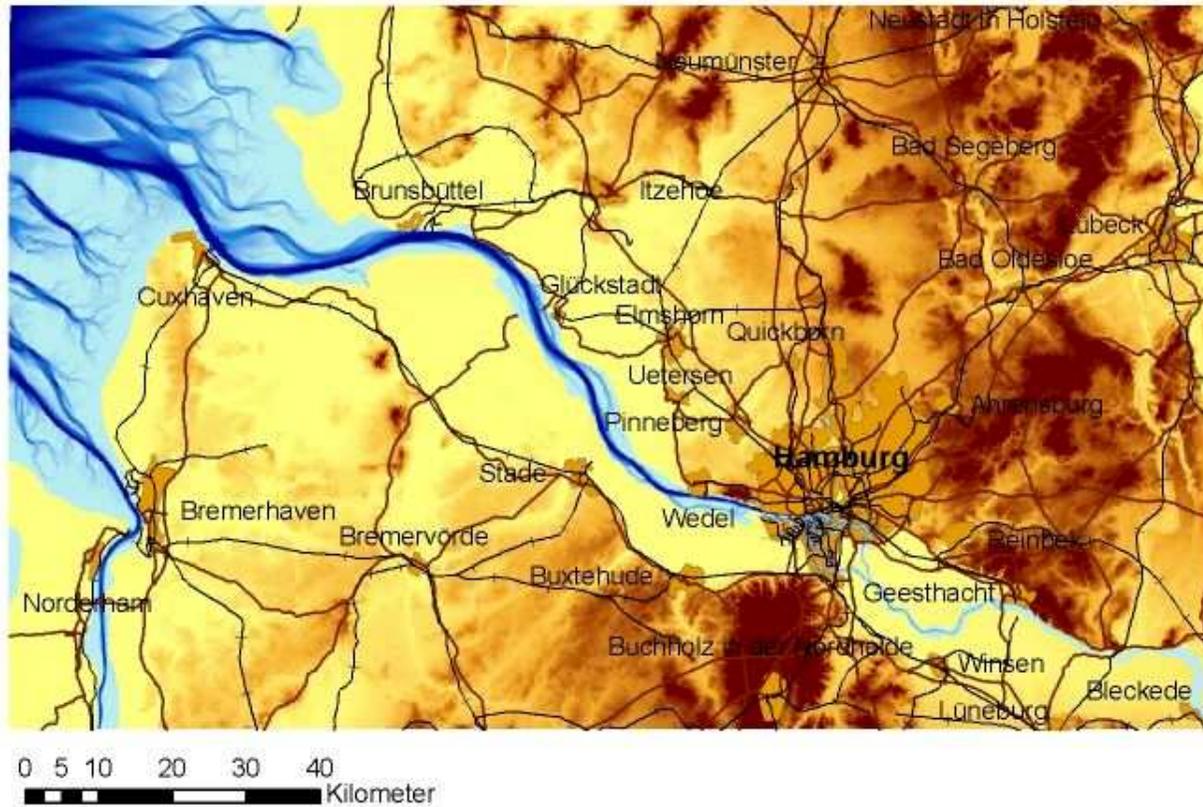
Hamburg

Quelle: HPA, 2010

* in Tausend 2009 2008 2007



Elbe – Einzugsgebiet



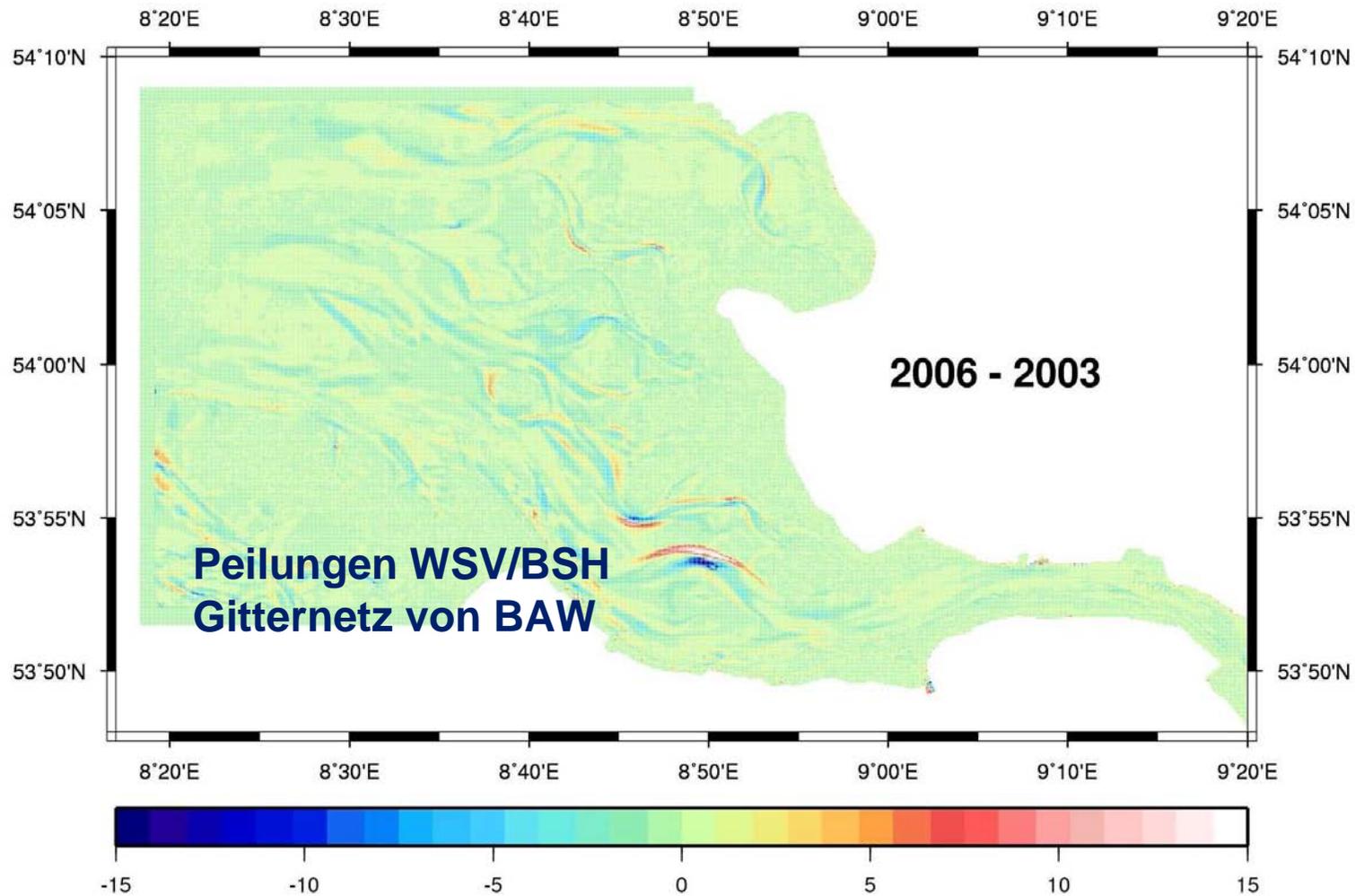
**Einzugsgebiet
148.000 km²**

Topographie-Änderungen 2003 bis 2006

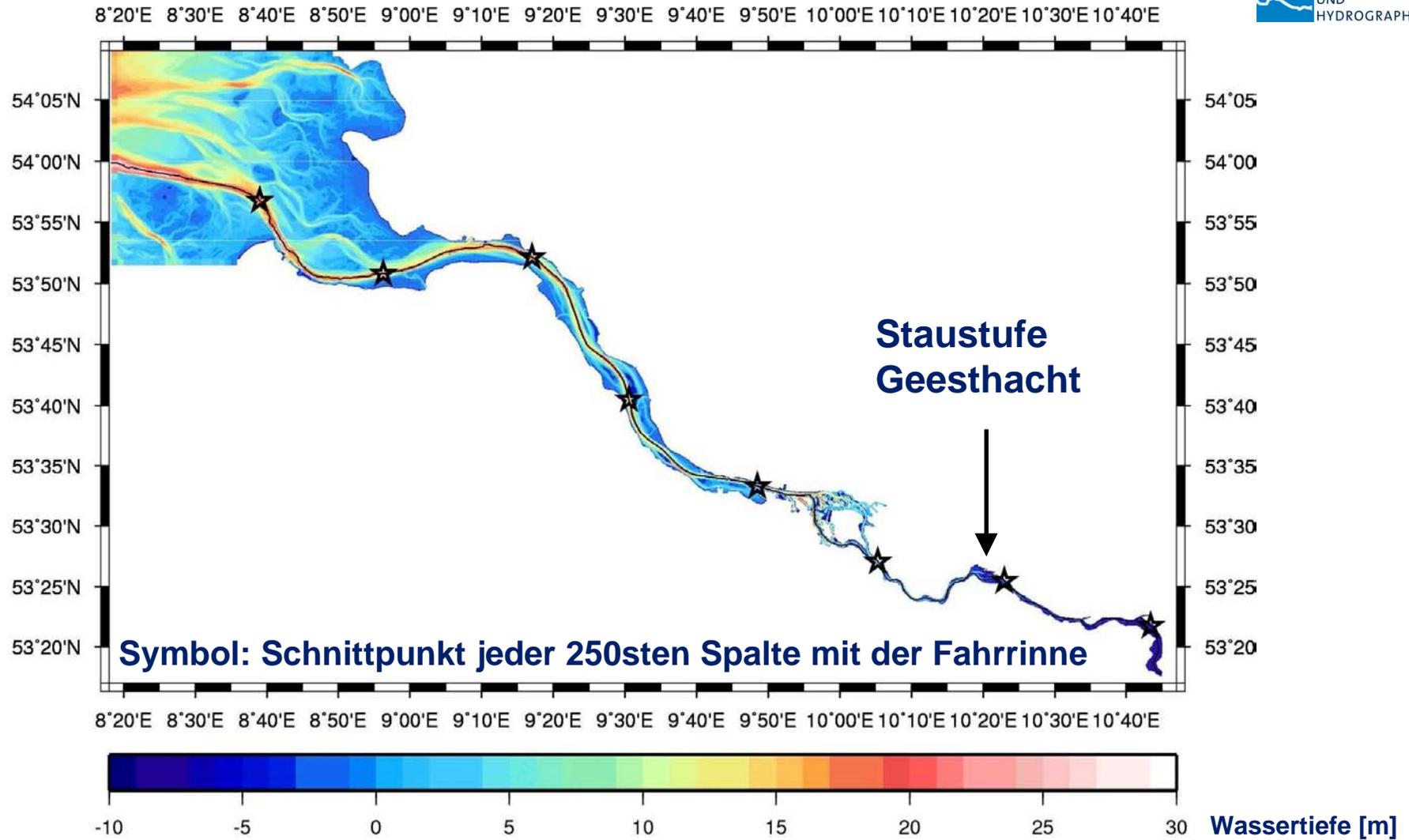
OPTEL



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE



Thalweg der Elbe



Staustufe Geesthacht (Stauziel: 4 m)



Quelle: U. Behnken

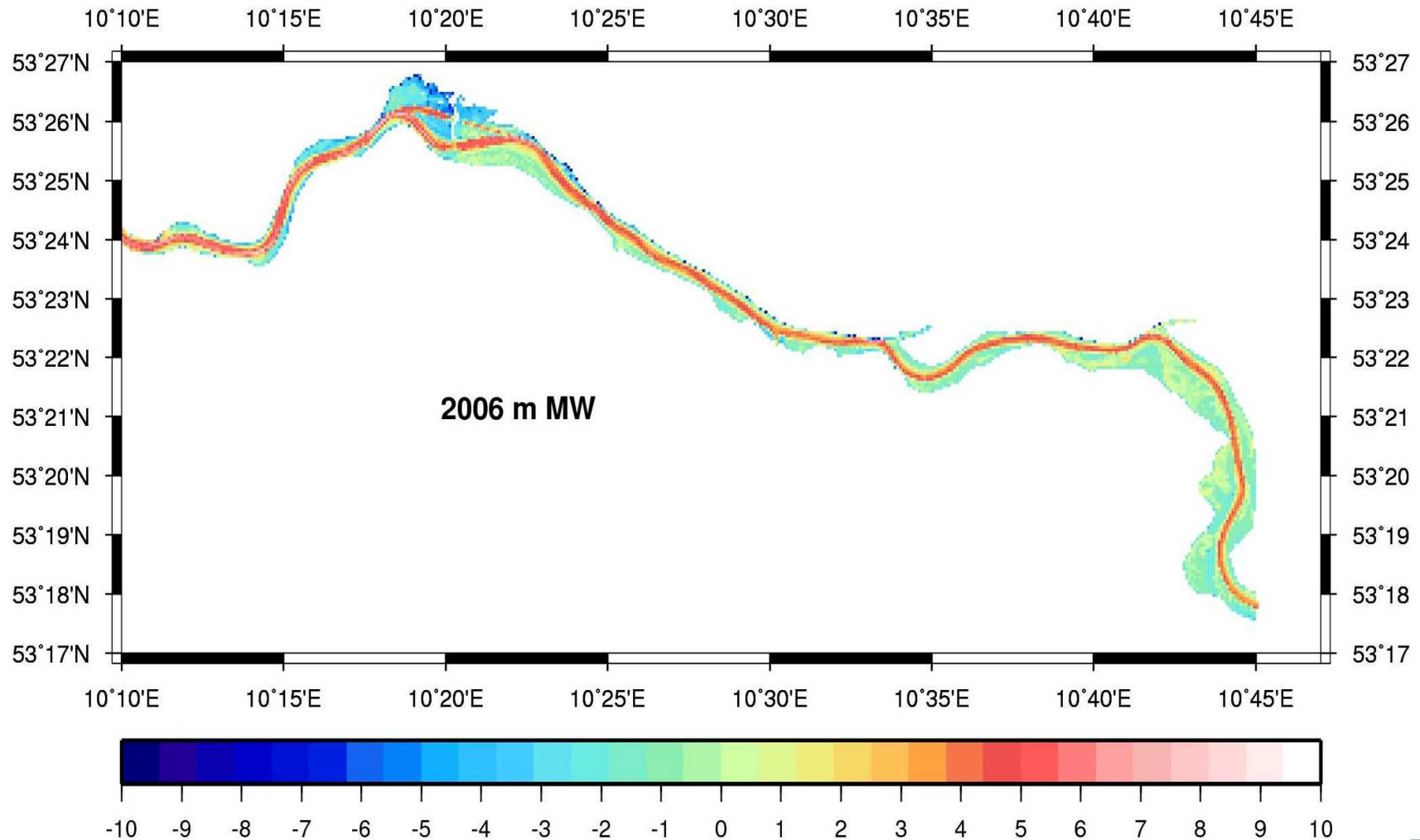
Elbe - oberes Modellgebiet

OPTEL



AMT FÜR
SCHIFFFAHRT

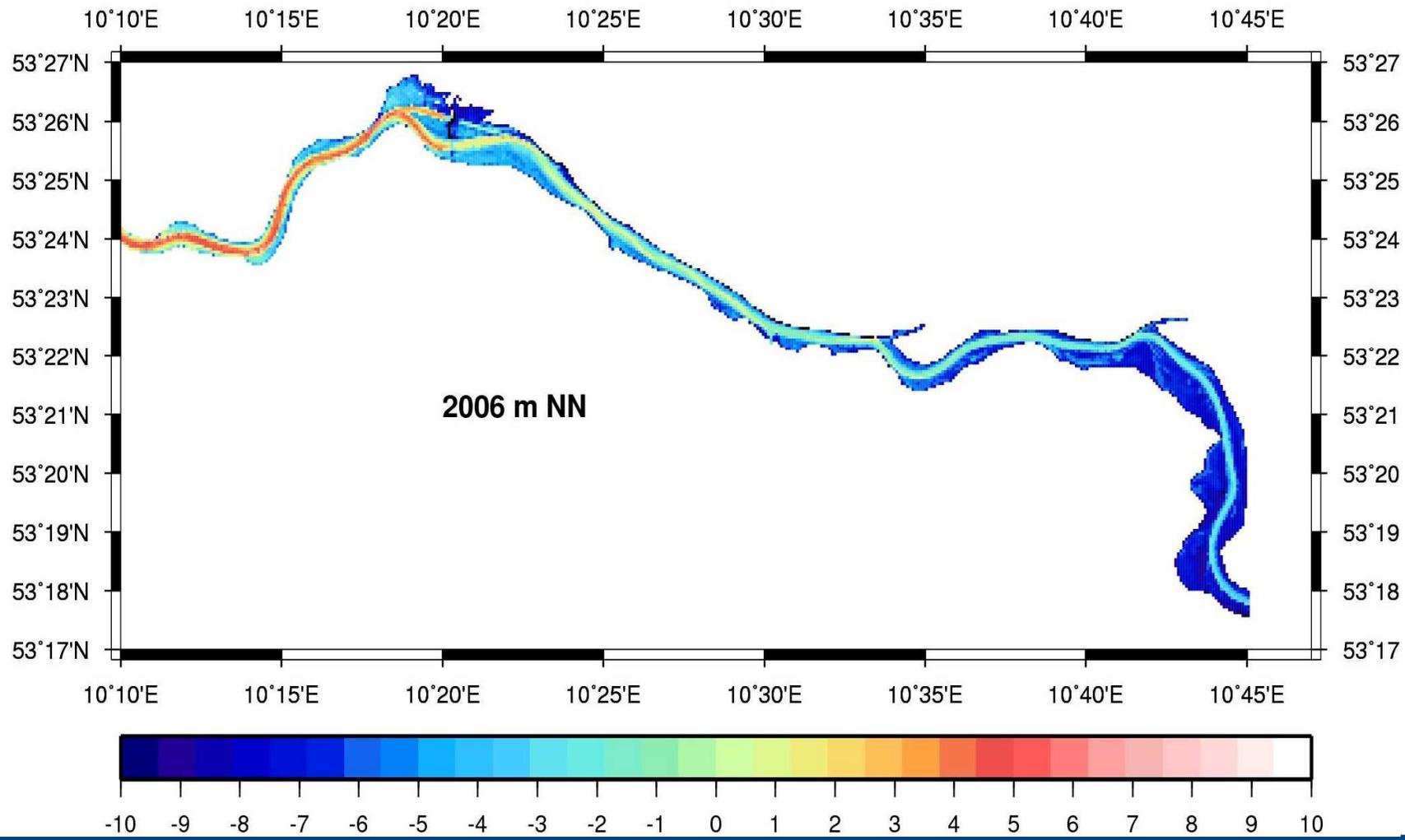
HYDROGRAPHIE



Elbe - oberes Modellgebiet



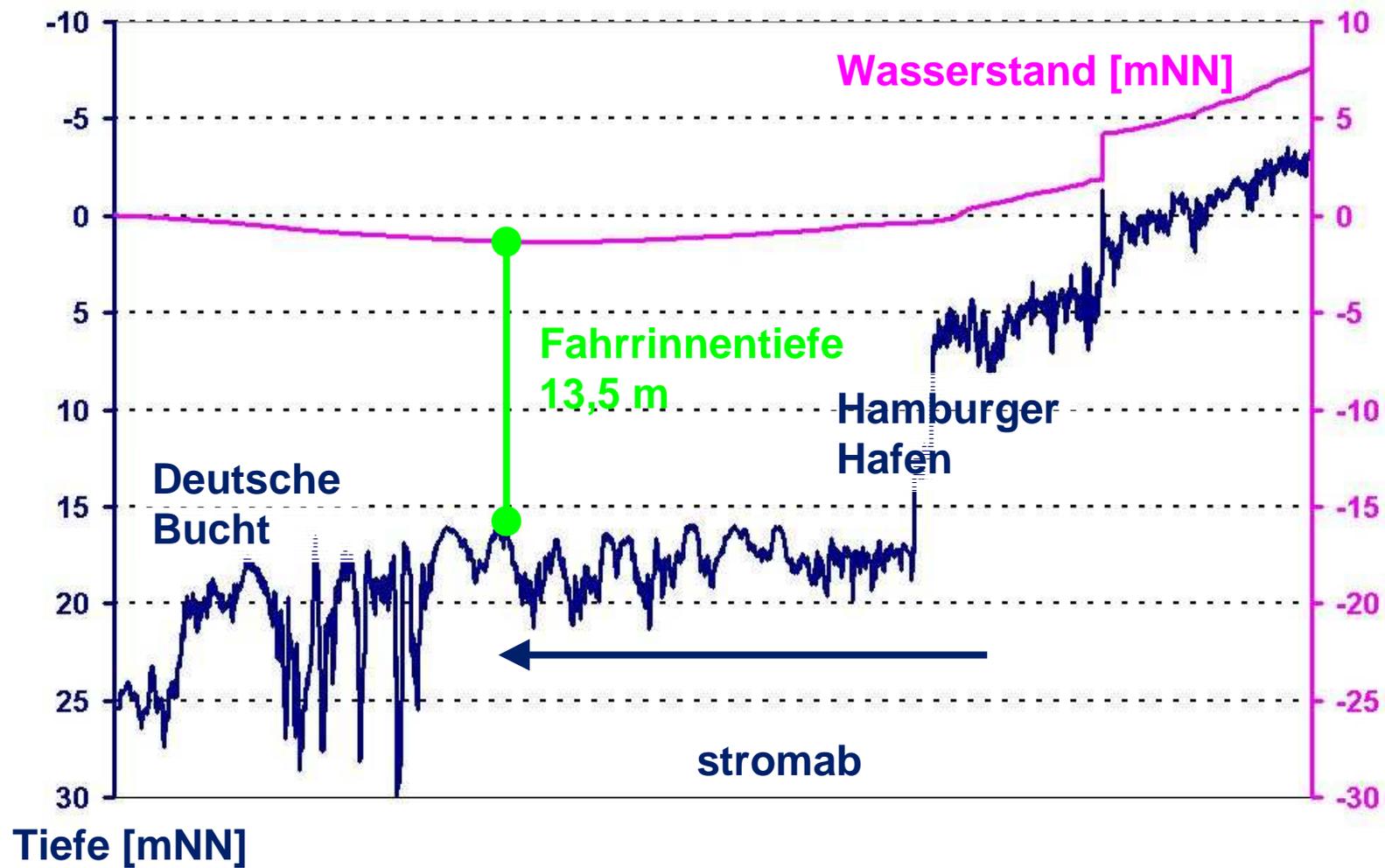
AMT FÜR
FFFAHRT
GRAPHIE



Tiefenprofil OPTEL Modell

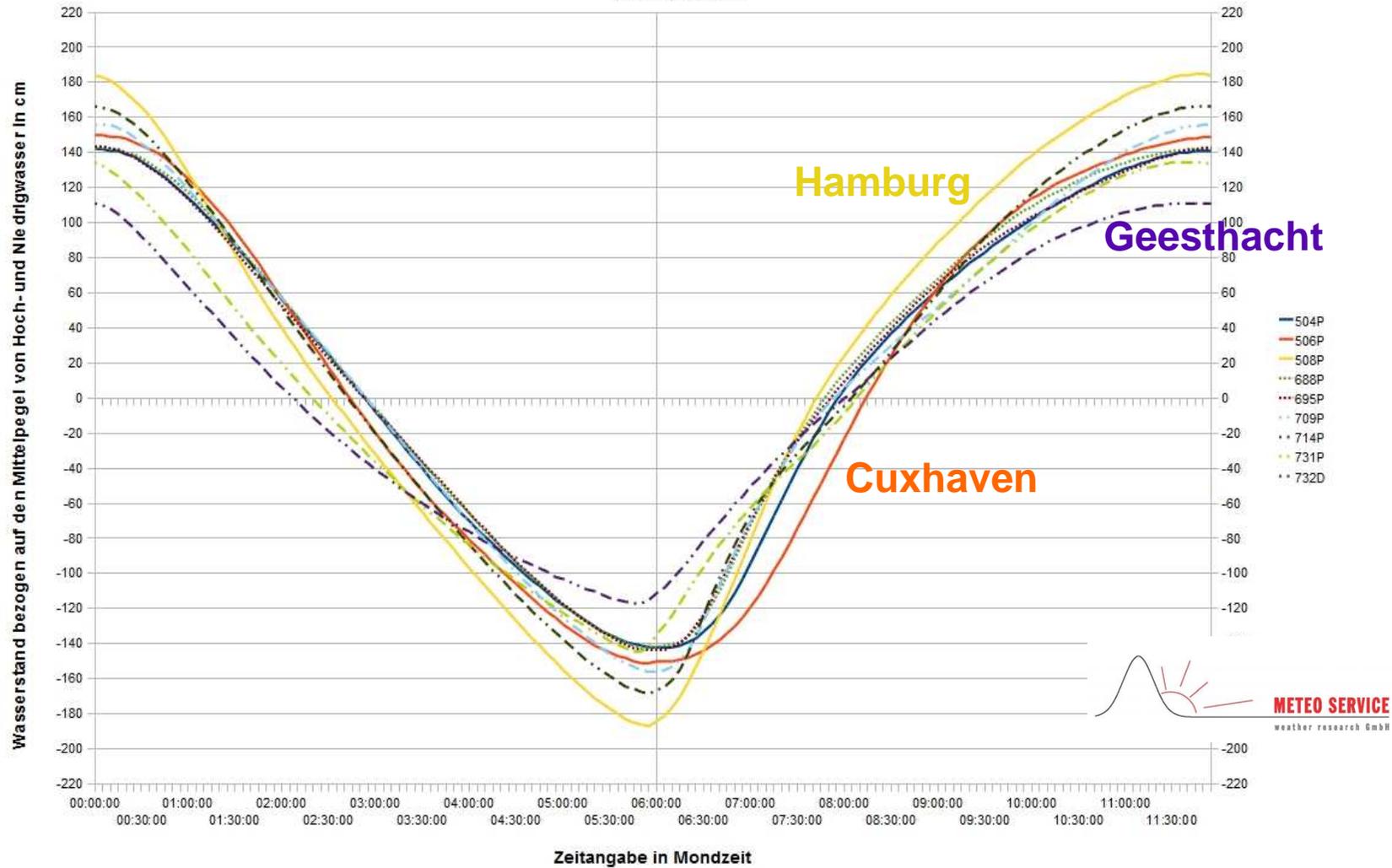


BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

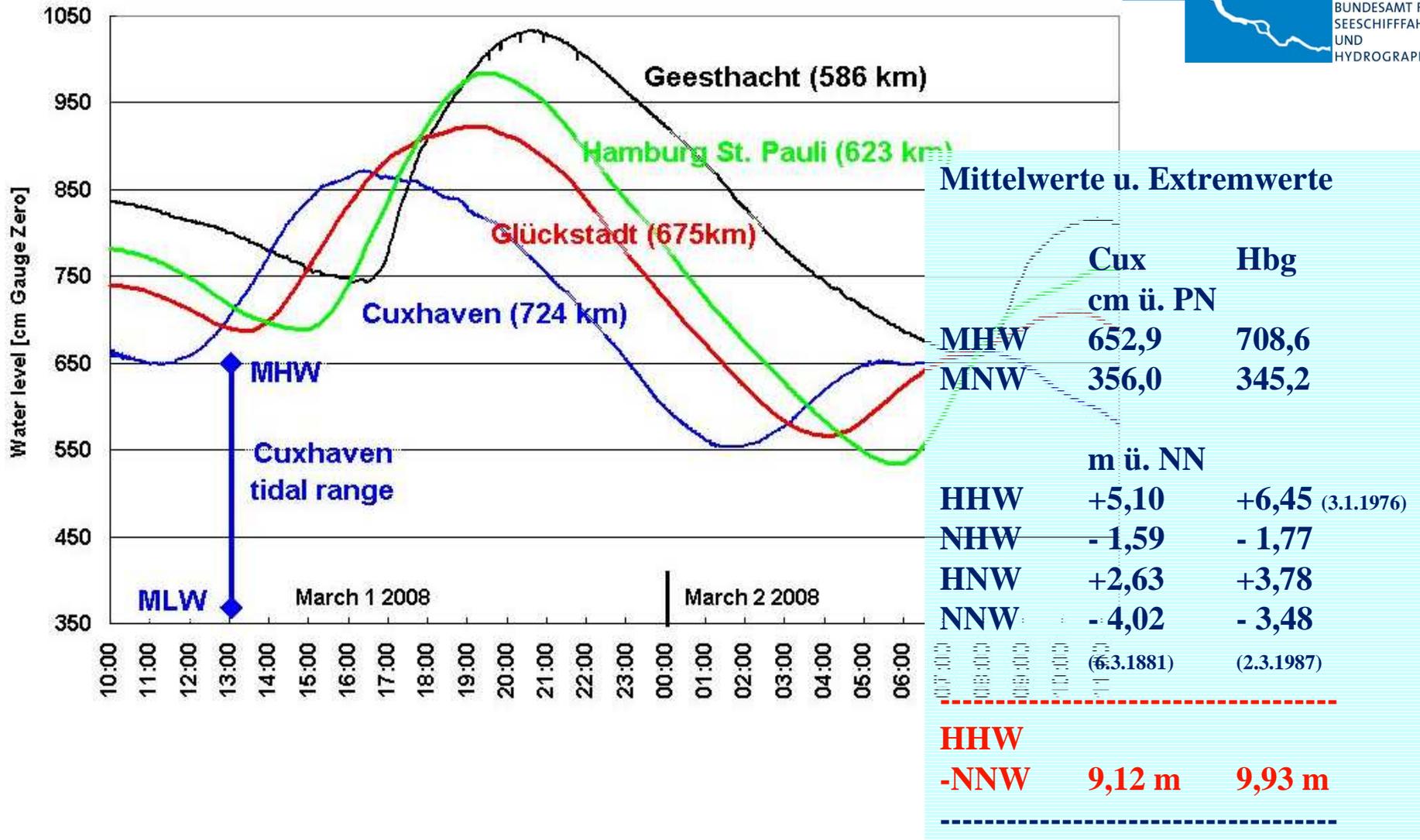


Mittlere Gezeitenkurven

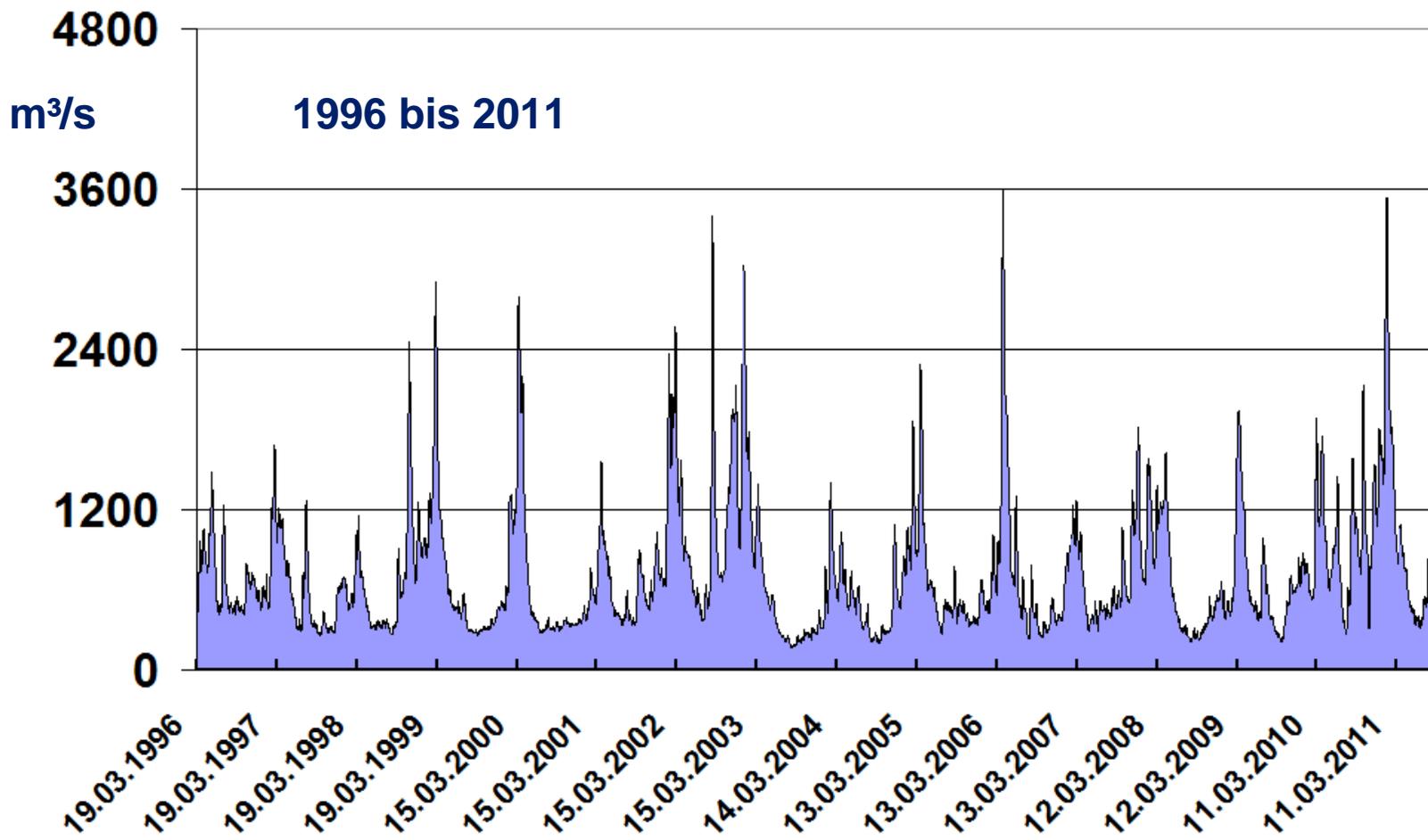
BSH-MOS 2011



Elbestrom – Sturmfluten



Oberwasservariationen

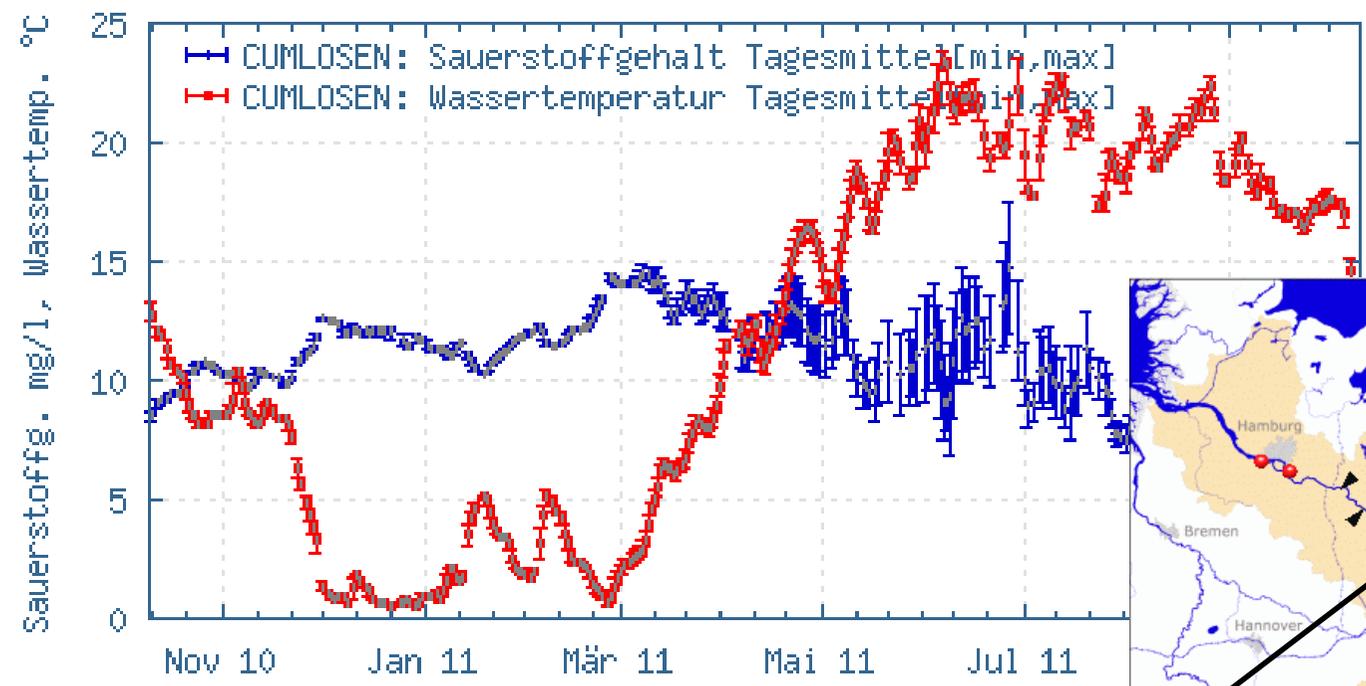


Eiswinter

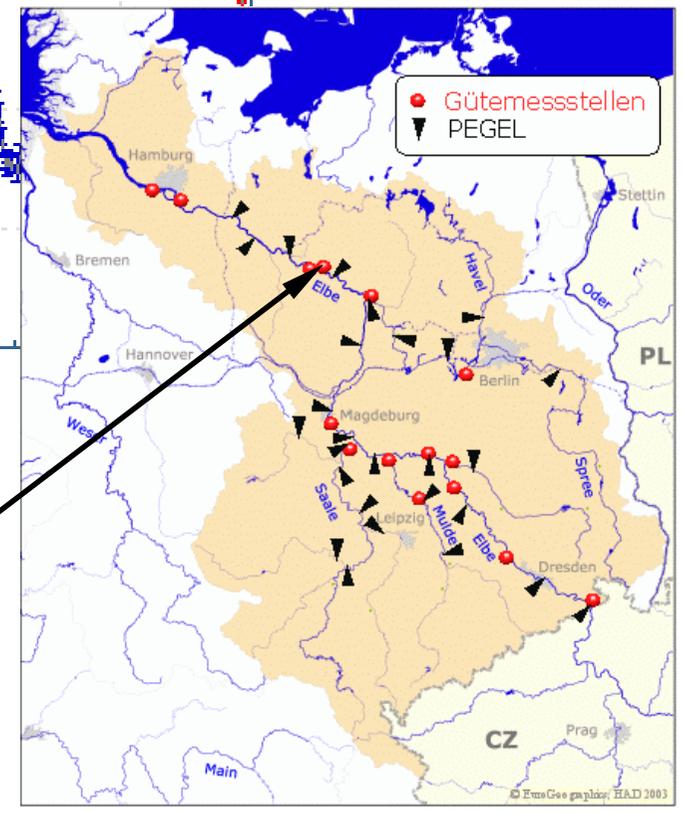


www.luftrettung-hamburg.de

Randbedingung Wassertemperatur



**Ab 12.07.2011
automatische
Randwertübernahme**



Teil 1

Projekt OPTEL

Unterelbe, zu simulierende Besonderheiten

Teil 2

Zum Modell

Ergebnisse aus dem Vorhersagebetrieb

Sturmflut-/Hochwasserszenario

Teil 3

Punktvorhersagen, Beispiel Wasserstand

200 ft
50 m

Grafiken ©2009 DigitalGlobe

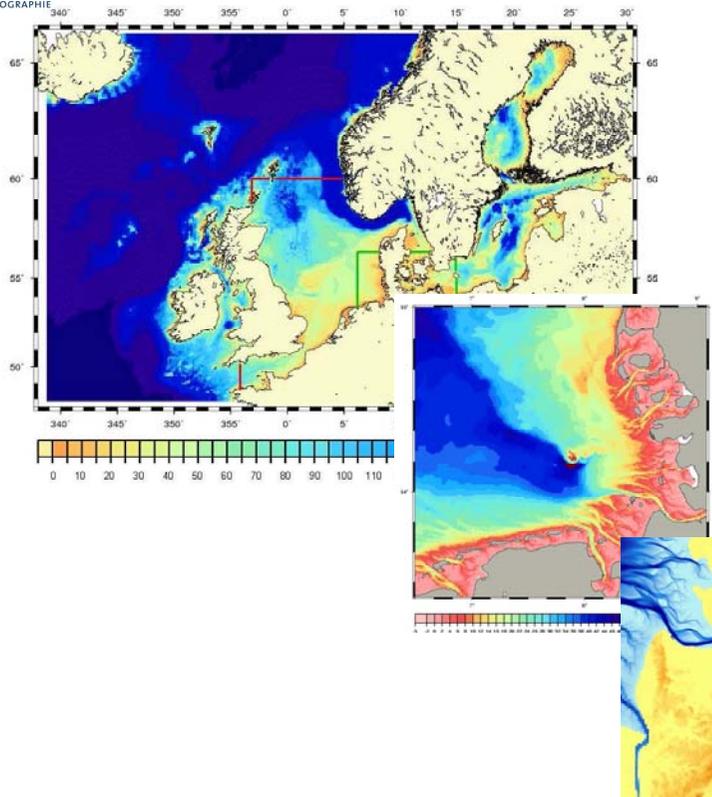


Numerisches Wettervorhersagemodell

(z. B. Cosmo-EU)



Numerische Modellkette



Gitterabstände

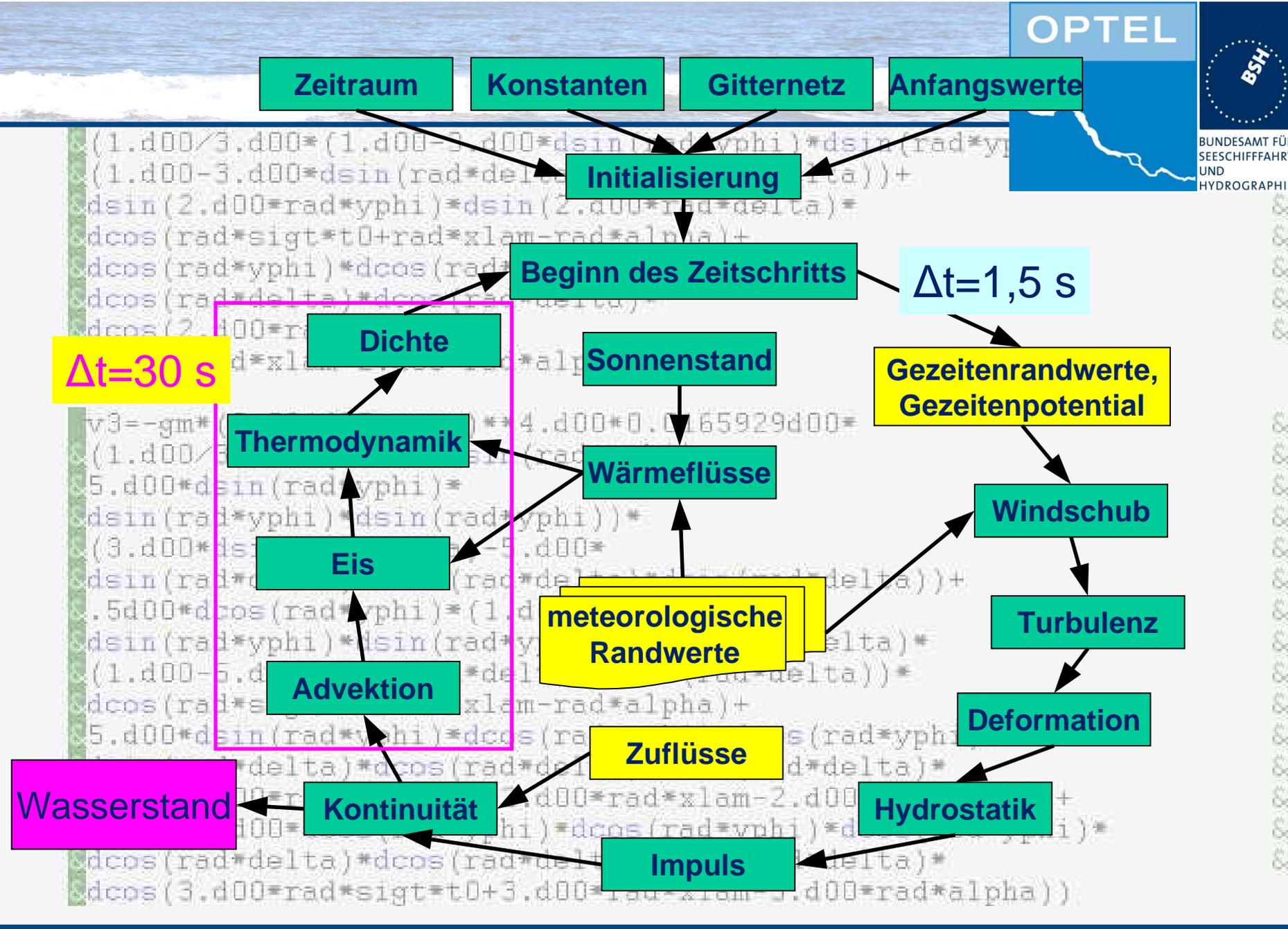
Elbe:	90 m
Deutsche Bucht:	900 m
Nord- und Ostsee:	5 000 m
Nordostatlantik:	10 000 m

Maximale Anzahl Schichten

Elbe:	7
Deutsche Bucht :	25
Nord- und Ostsee :	36
Nordostatlantik :	1

Anzahl Volumelemente

Elbe:	398 590
Deutsche Bucht :	1 117 390
Nord- und Ostsee :	643 922
Nordostatlantik :	26424

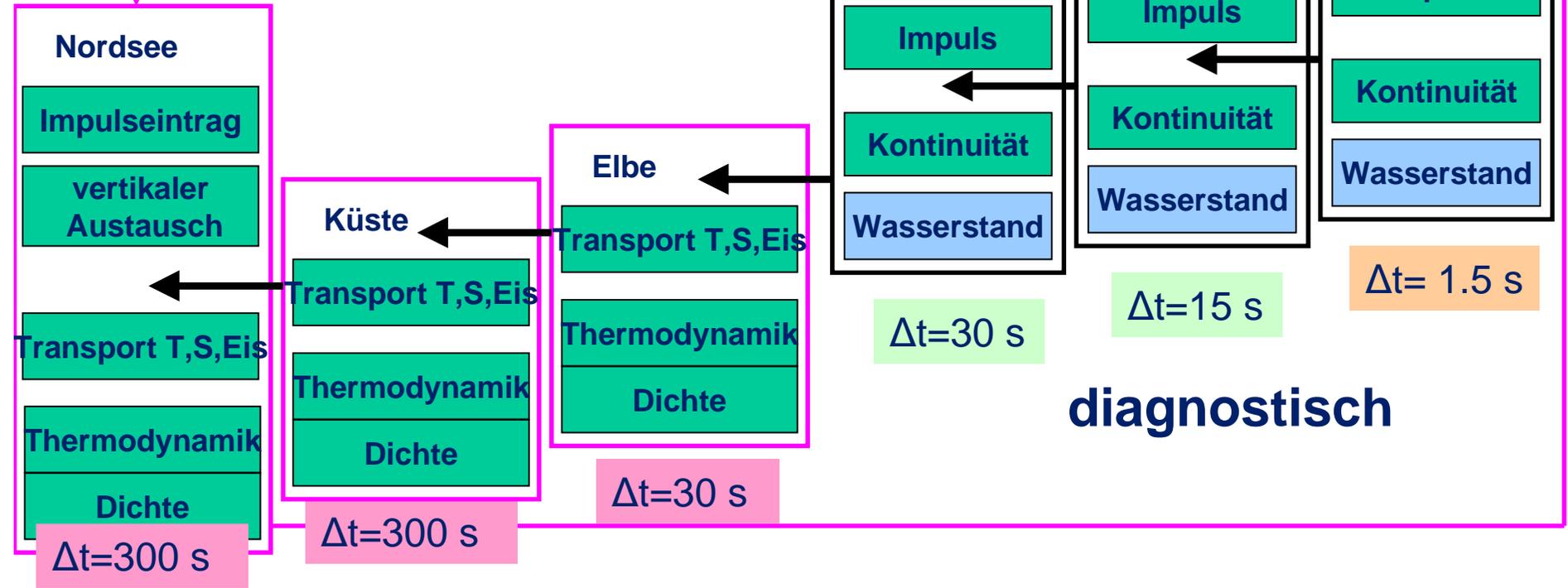


Anfangswerte und Randwerte

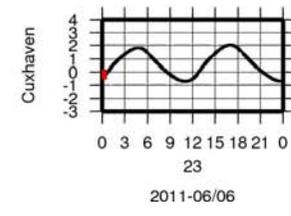
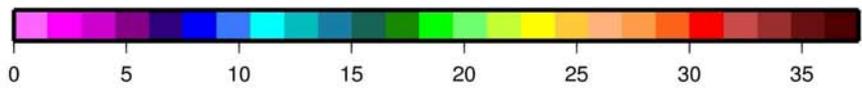
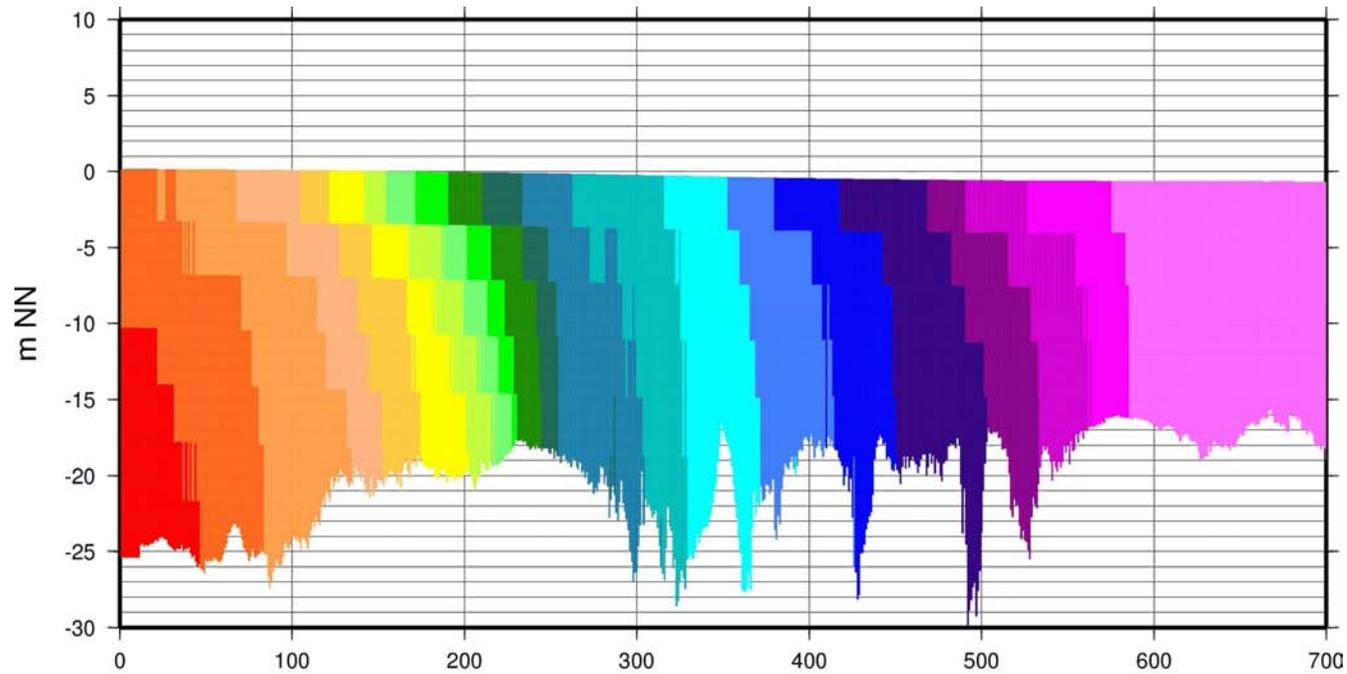
Beschleunigung

Beginn des Zeitschritts

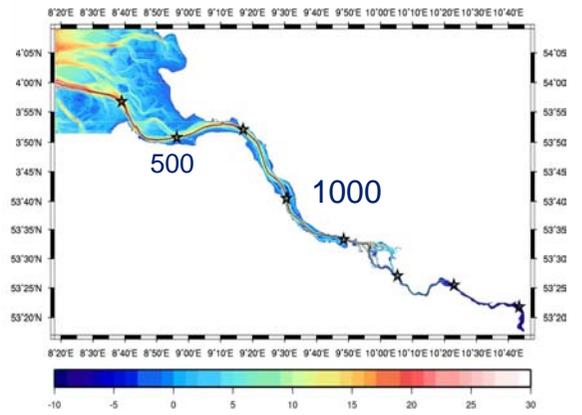
baroklin



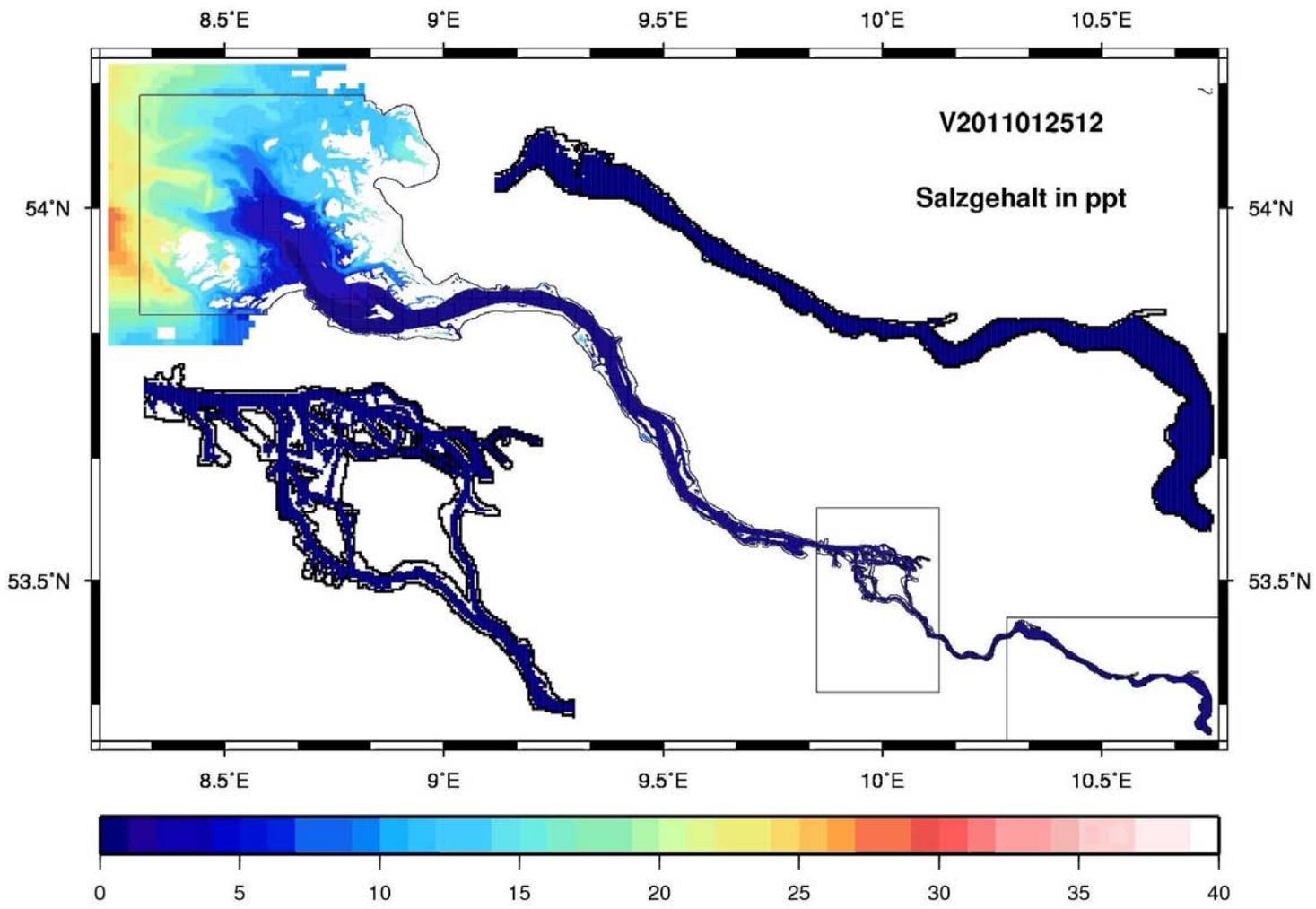
Salzgehalt entlang der Elbe



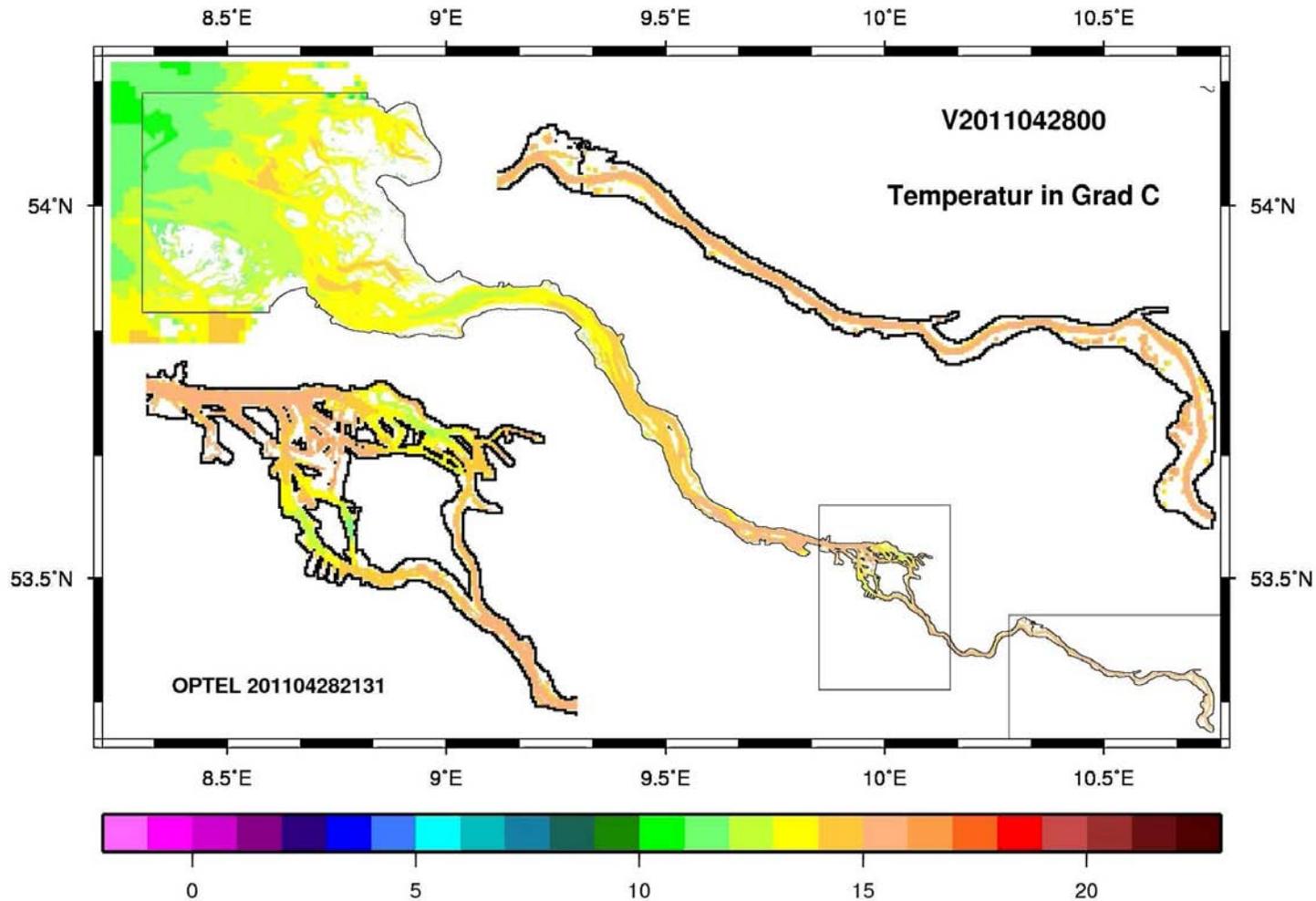
23.06.2011 00:15



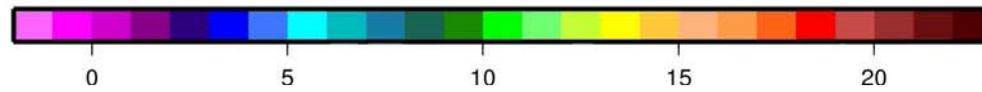
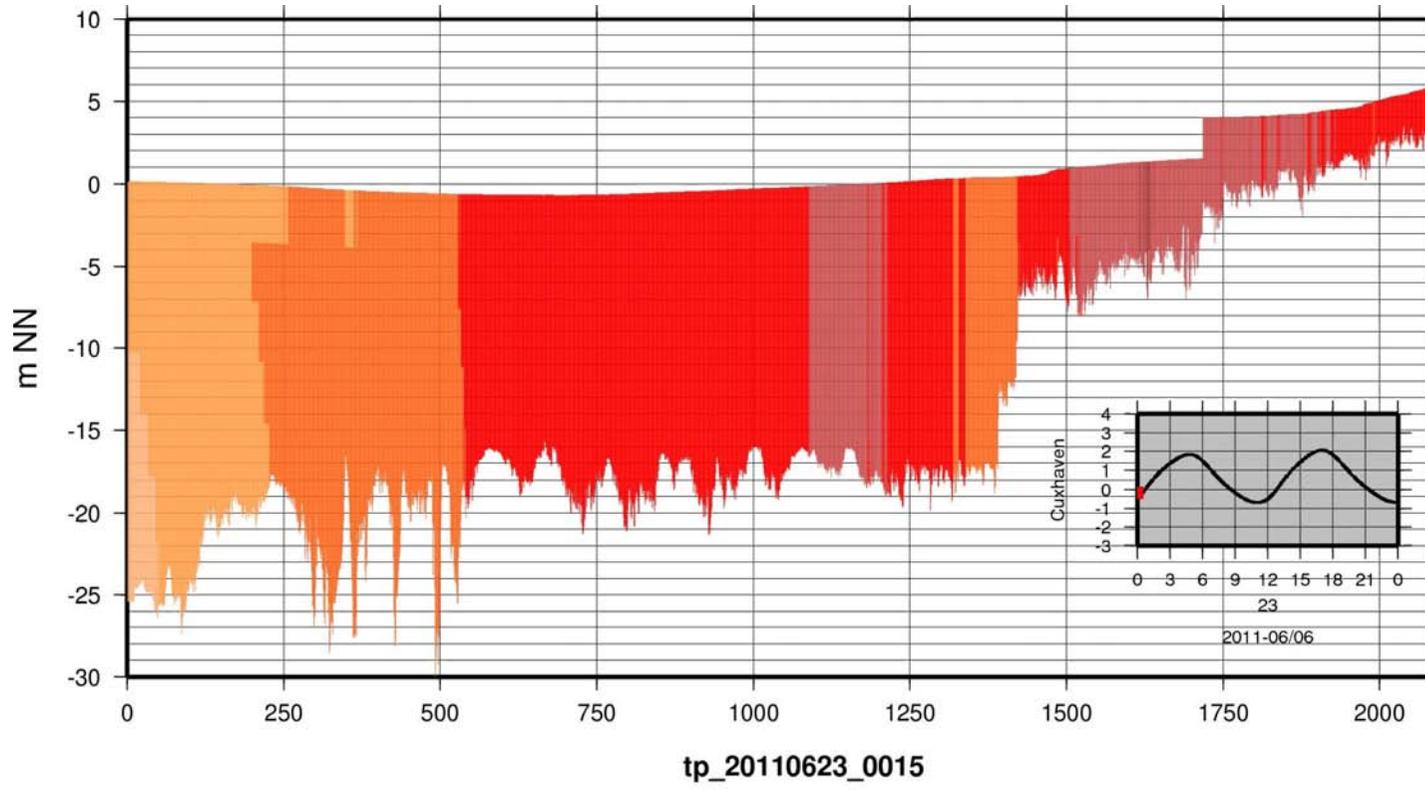
Salzgehaltsverteilung - horizontal



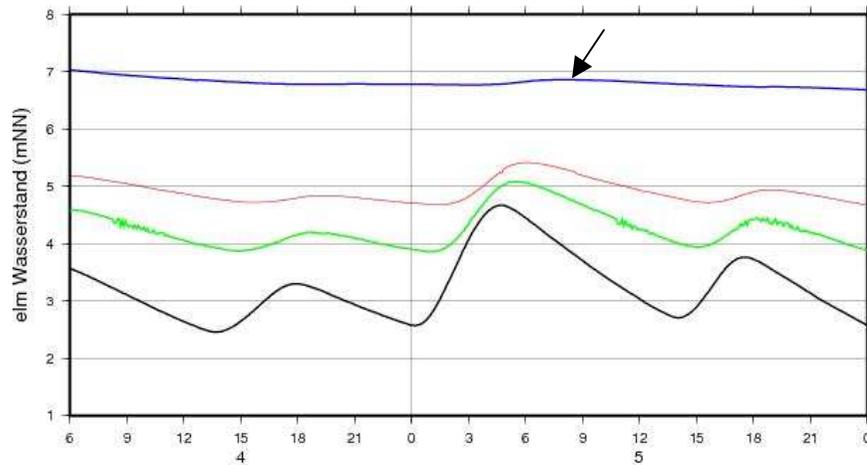
Temperaturverteilung



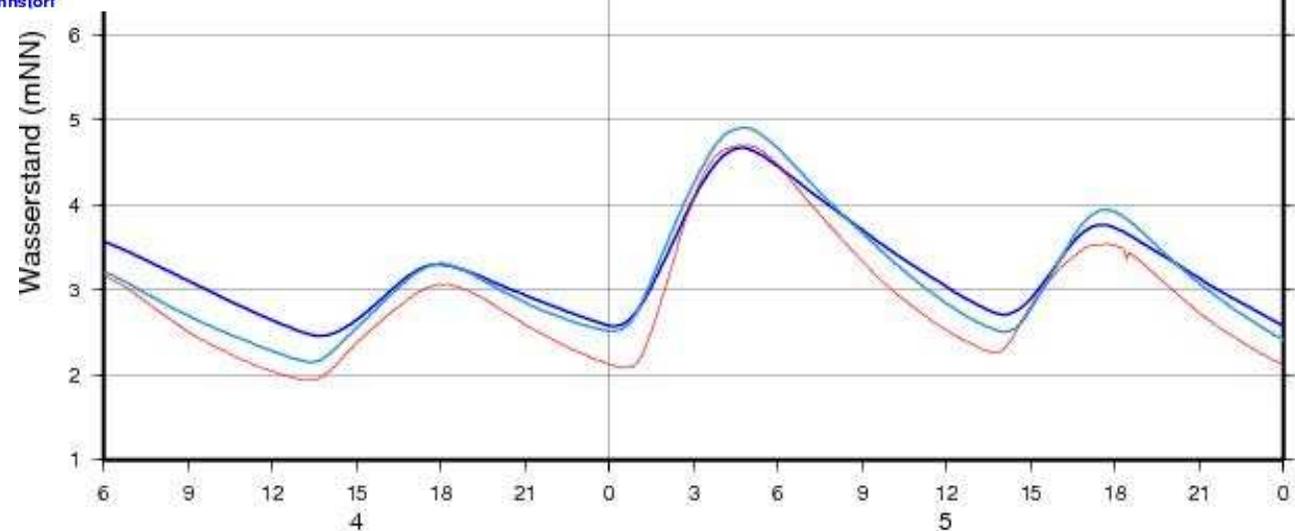
Temperaturprofil



Vergleich mit Wasserstandsmessungen

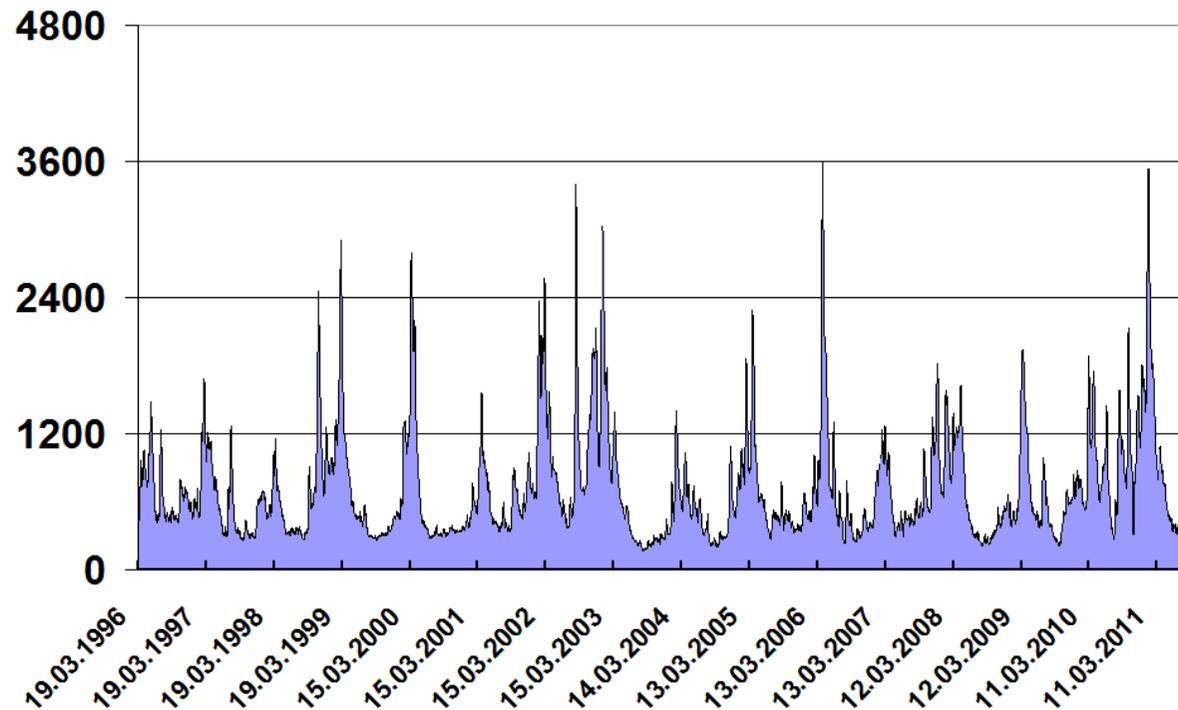


Sturmflut
3.2.2011, 6:00 UTC bis 6.2.2011, 0:00 UTC

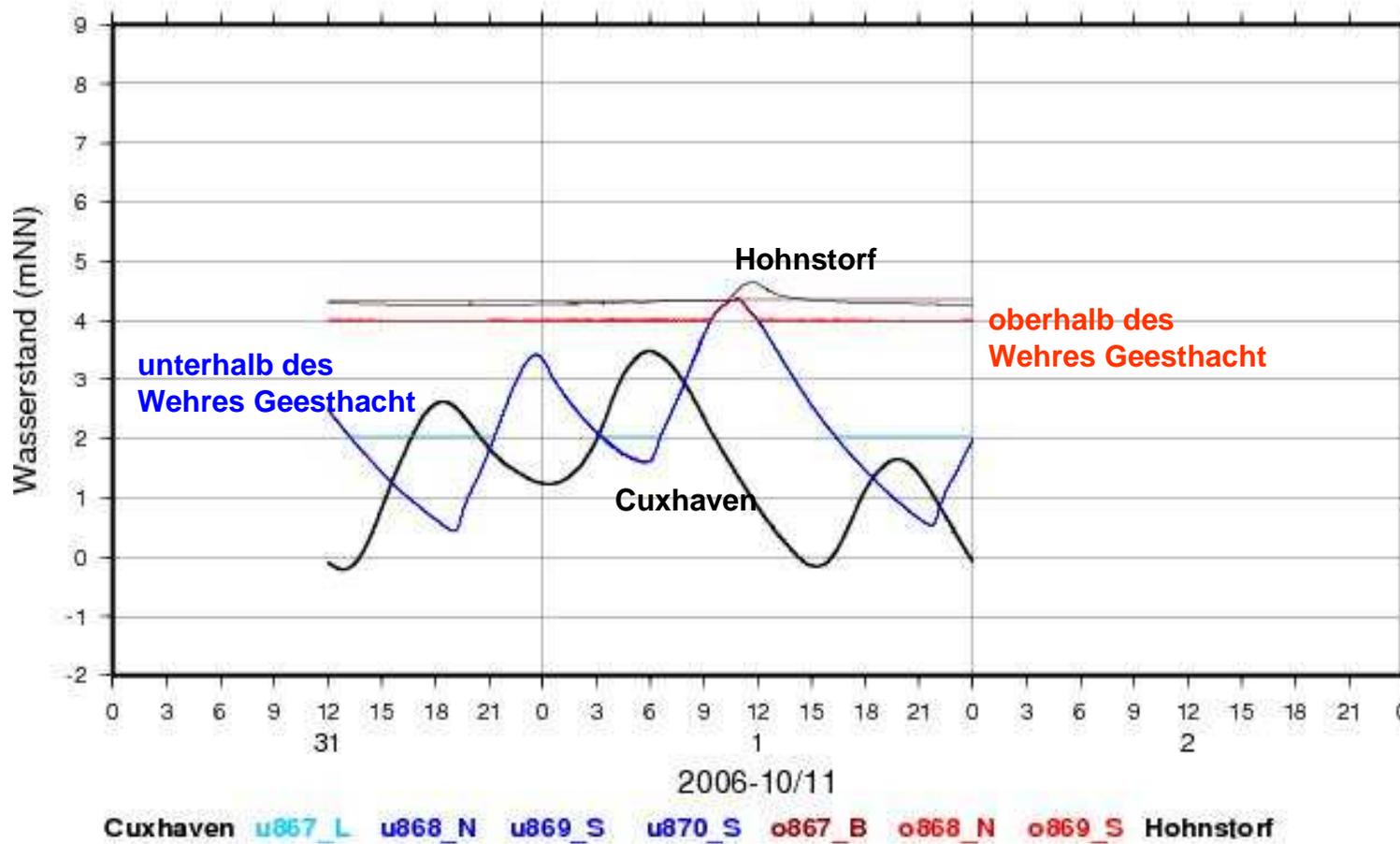


A: Sturmflut 31.10./01.11.2006, 300 m³/s Oberwasser

B: Sturmflut 31.10./01.11.2006, 3600 m³/s Oberwasser



Allerheiligenflut 31.10./1.11.2006 300 m³/s Oberwasser



Flut von „oben“

OPTEL



BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE

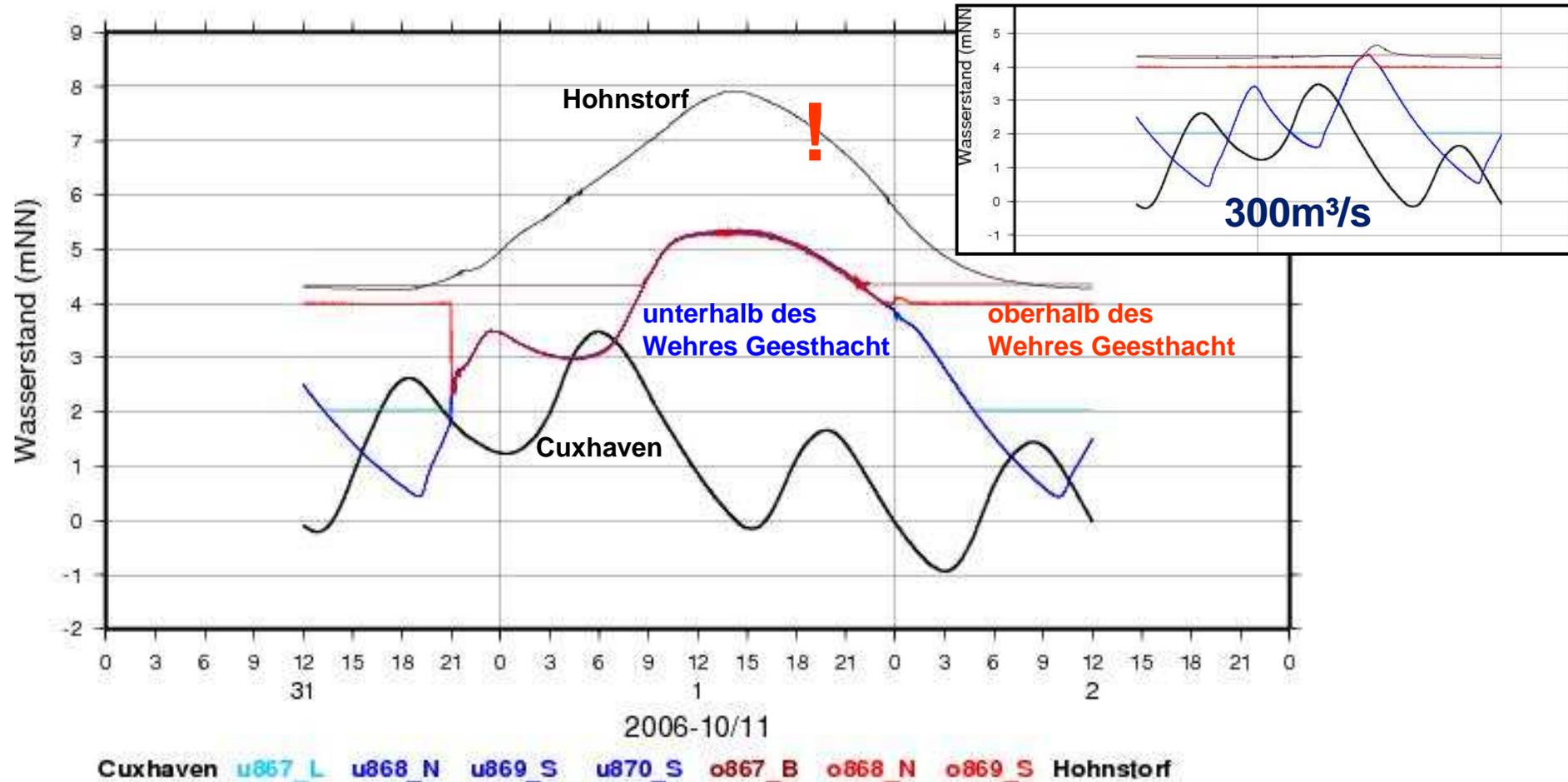
Elbe bei Zollenspieker



9.4.2006, Jens Stadali

Fallstudien mit hypothetischem Oberwasser

Allerheiligenflut 31.10./1.11.2006
maximal 3600 m³/s Oberwasser

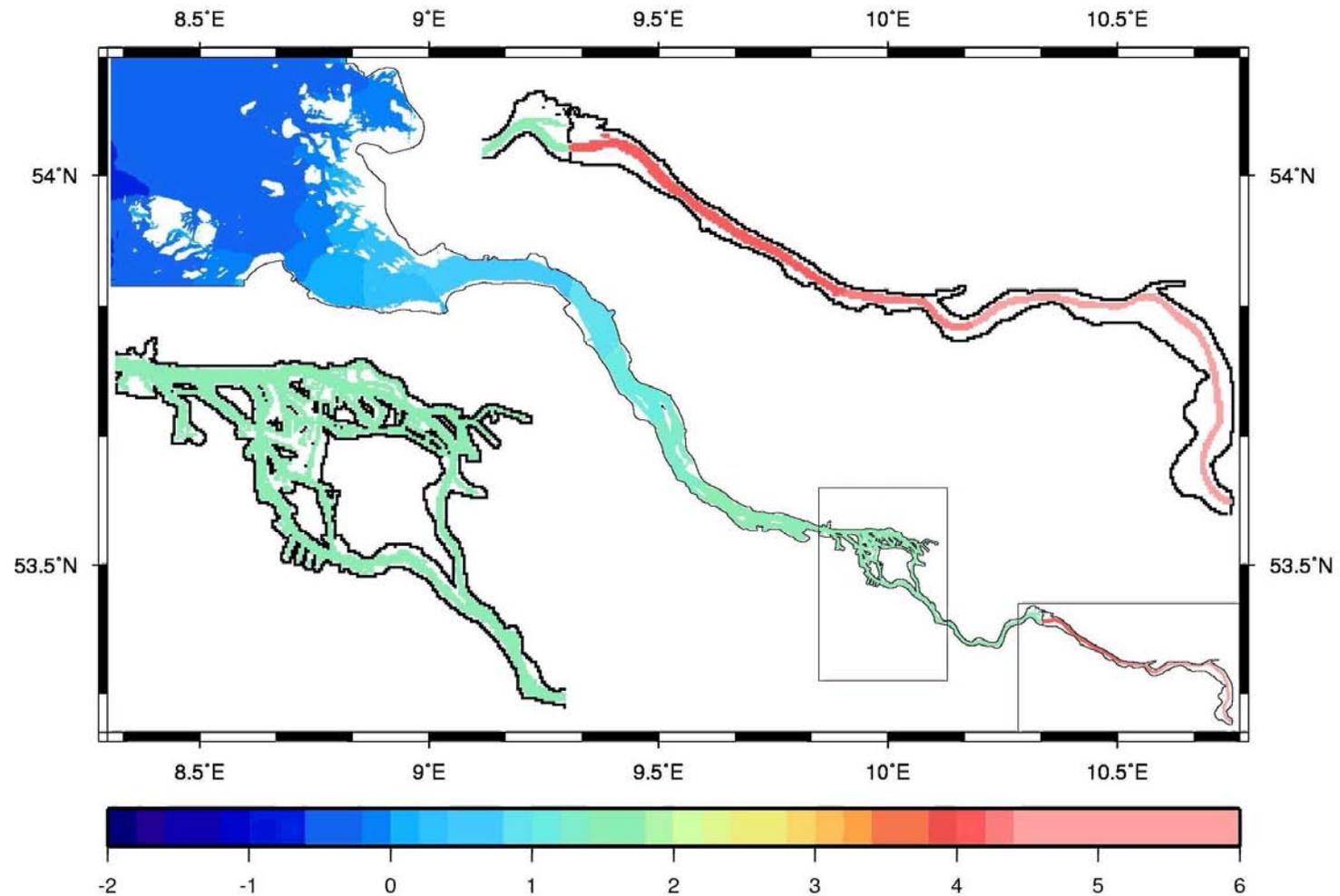


Wasserstand

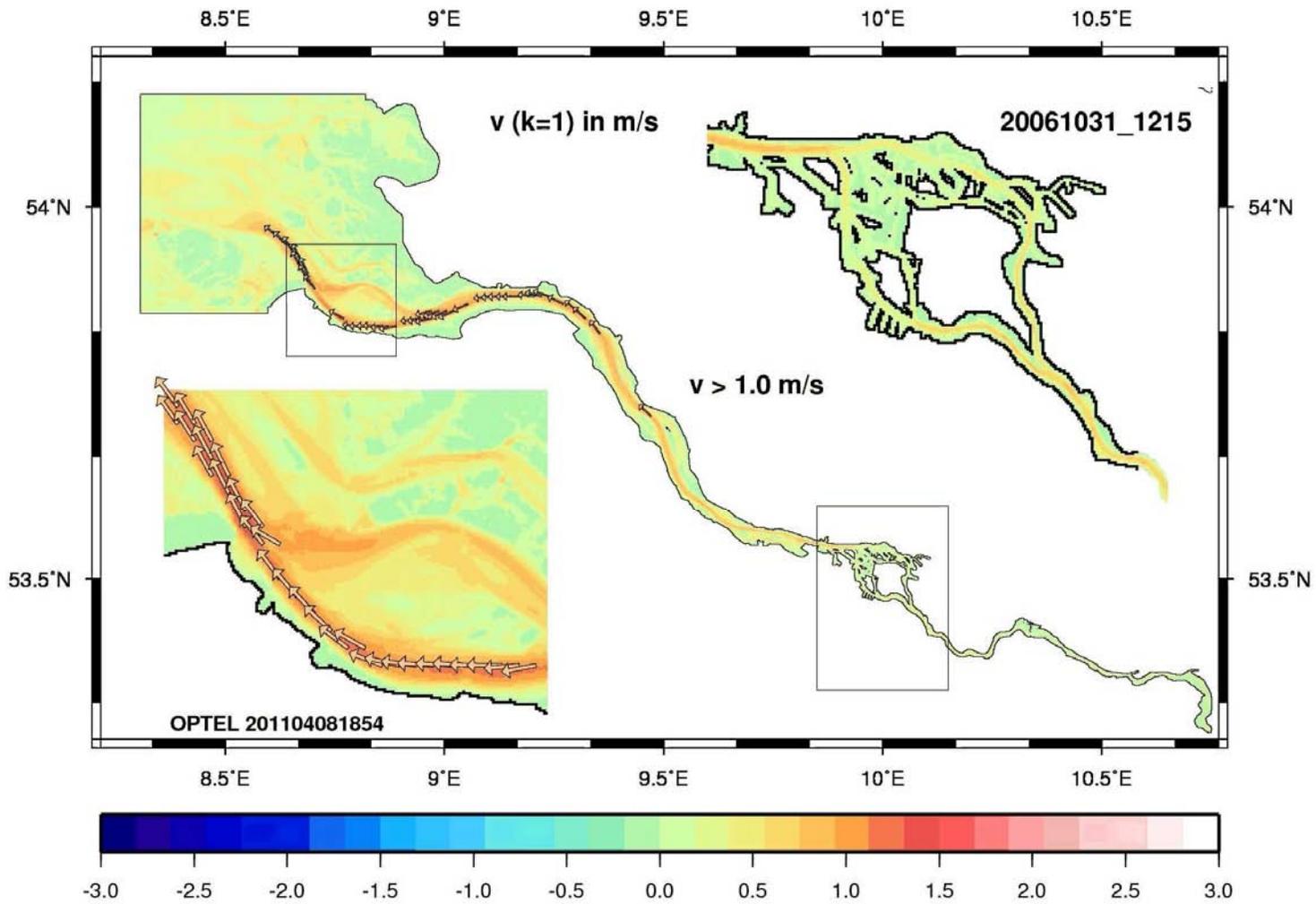
OPTEL



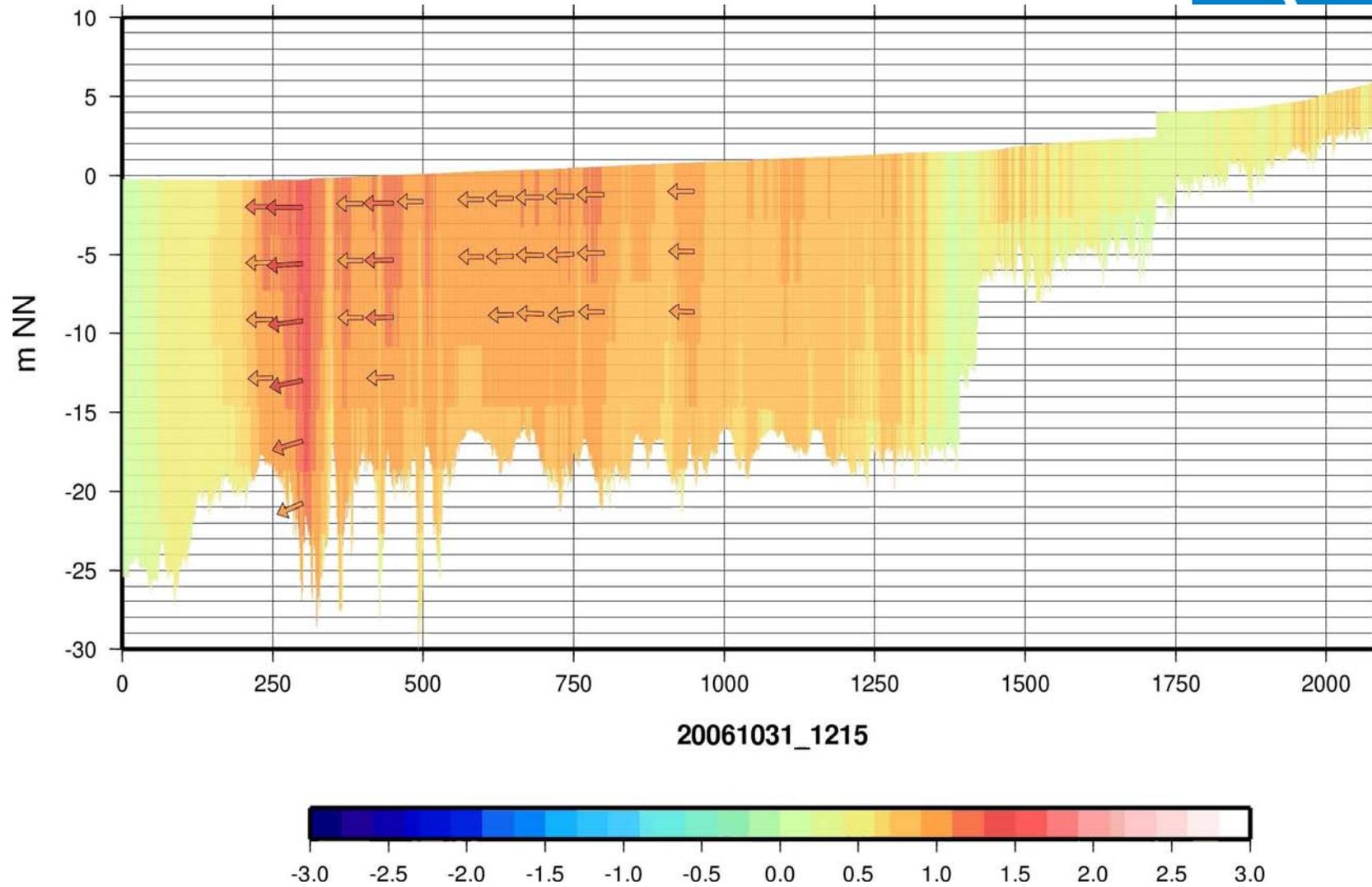
BUNDESAMT FÜR
SEESCHIFFFAHRT
UND
HYDROGRAPHIE



Strömungen



Strömungen - Thalweg



Teil 1
Projekt OPTEL
Untereibe, zu simulierende Besonderheiten

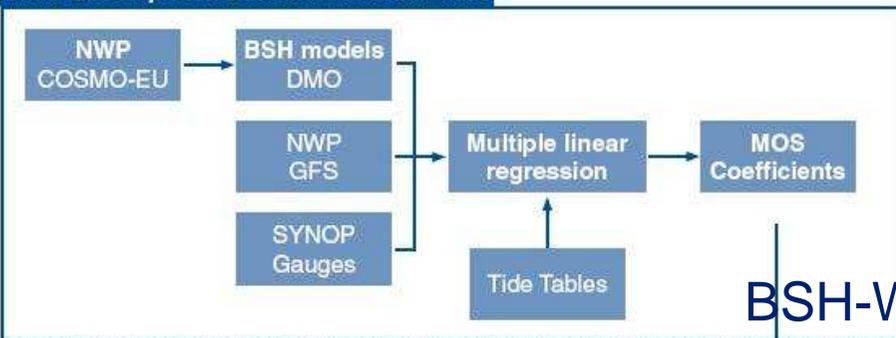
Teil 2
Zum Modell
Ergebnisse aus dem Vorhersagebetrieb
Sturmflut-/Hochwasserszenario

Teil 3
Punktvorhersagen, Beispiel Wasserstand

200 ft
50 m

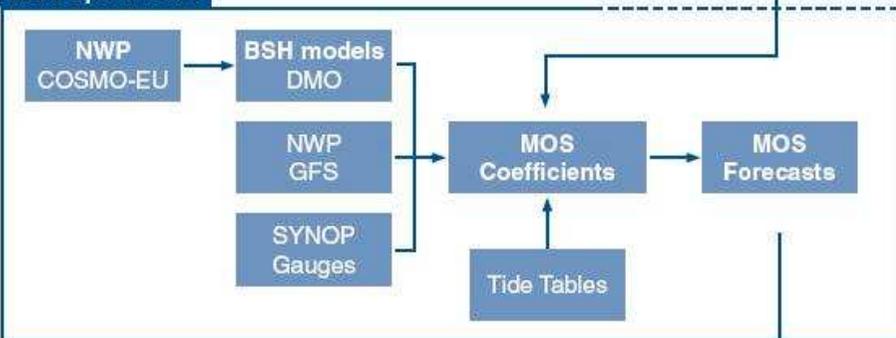
Grafiken ©2009 DigitalGlobe

MOS Development with historical data set



BSH-Wasserstandsvorhersage-Methode heute

MOS operational



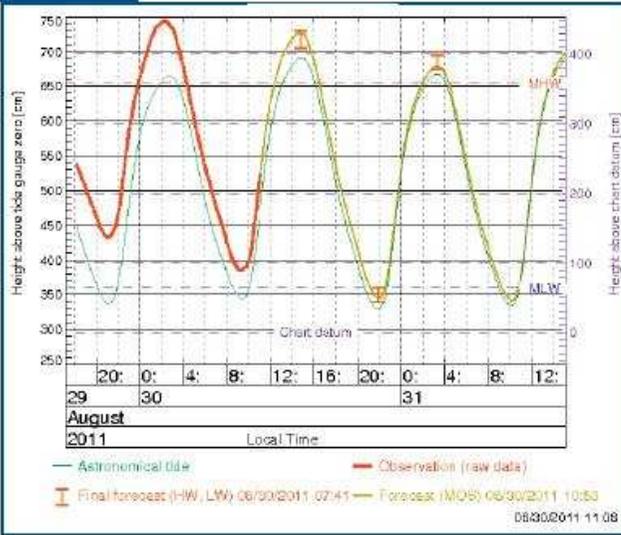
COSMOD-DE-EPS

DWD weather briefing

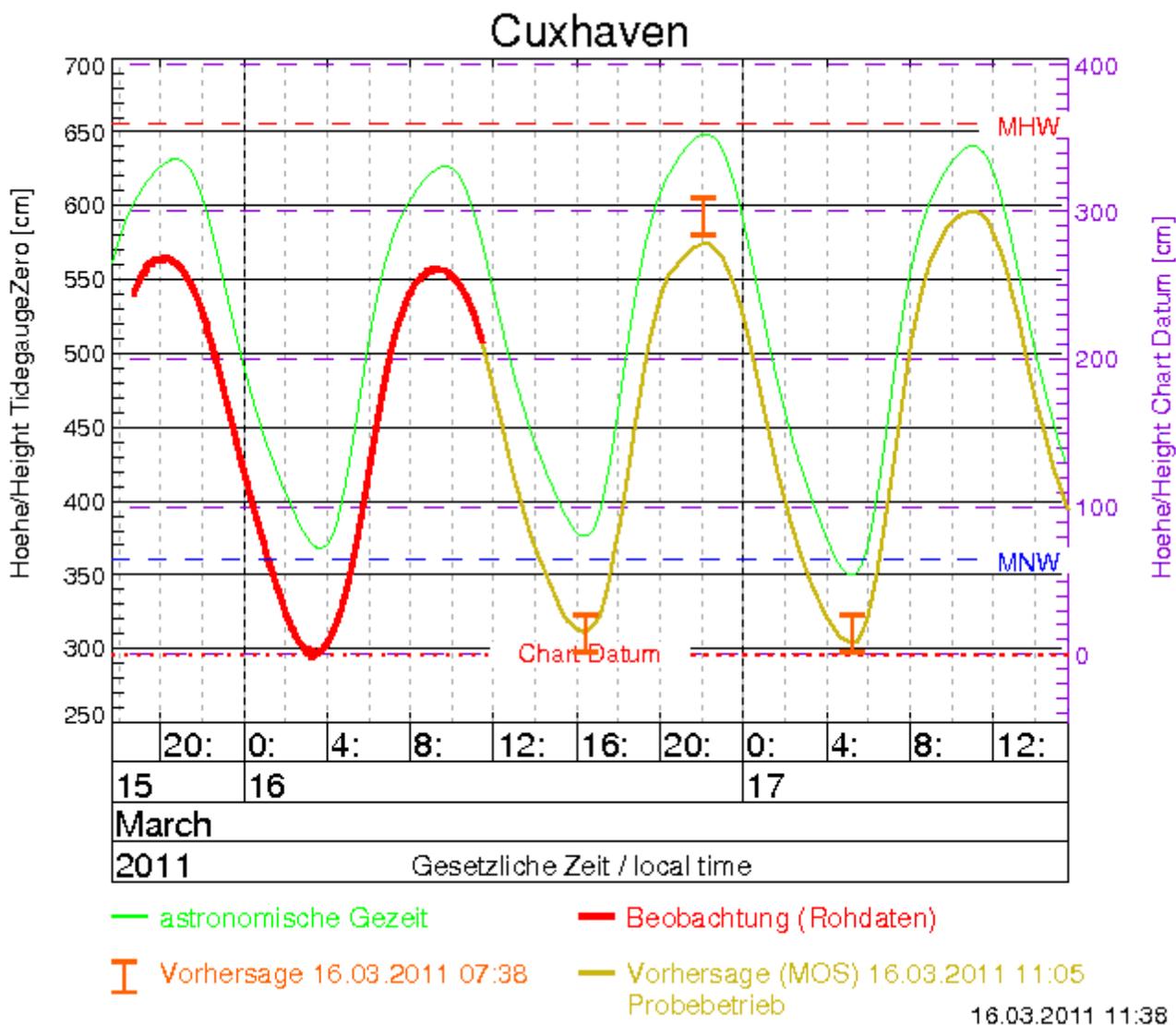
FIN Oceanographers final forecast with MOS guidance



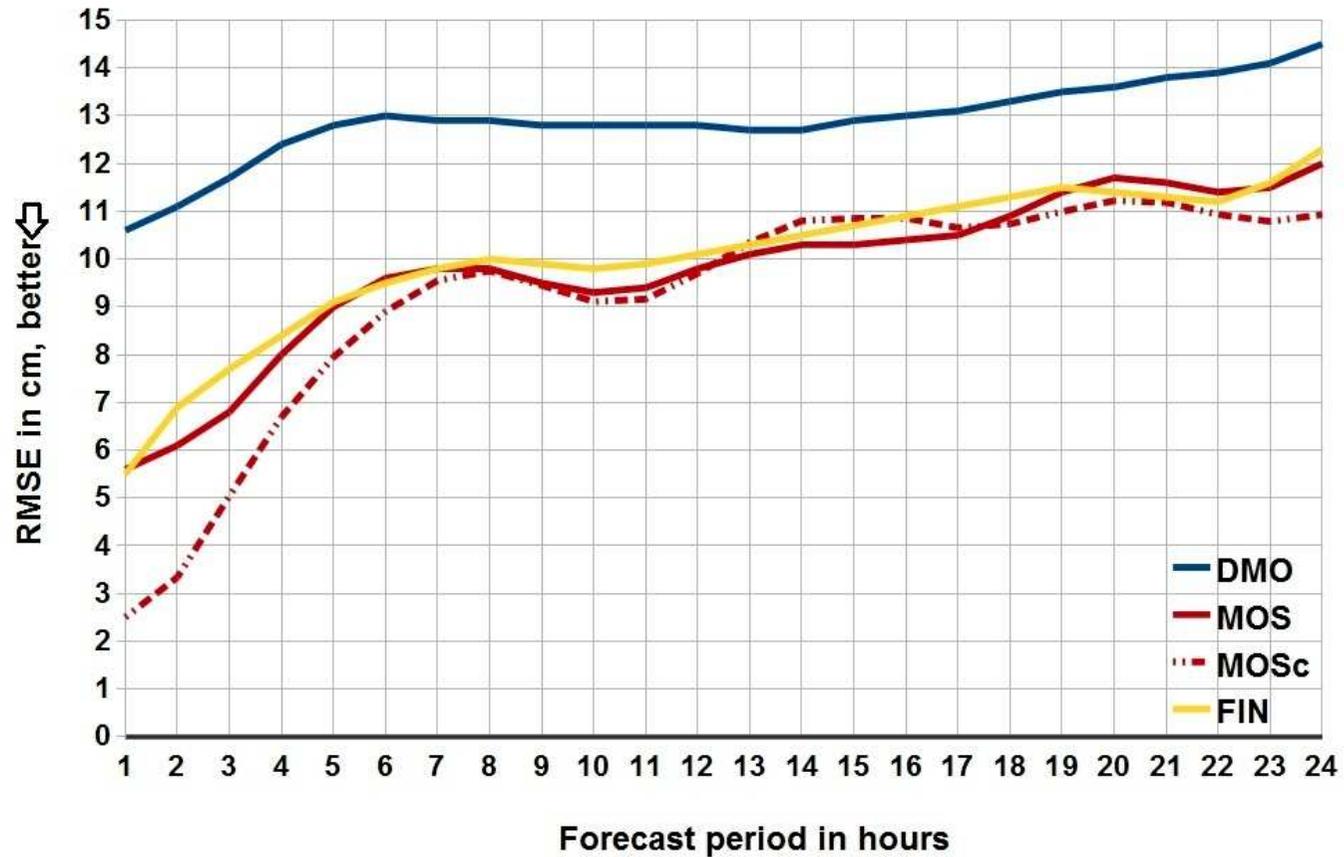
Cuxhaven

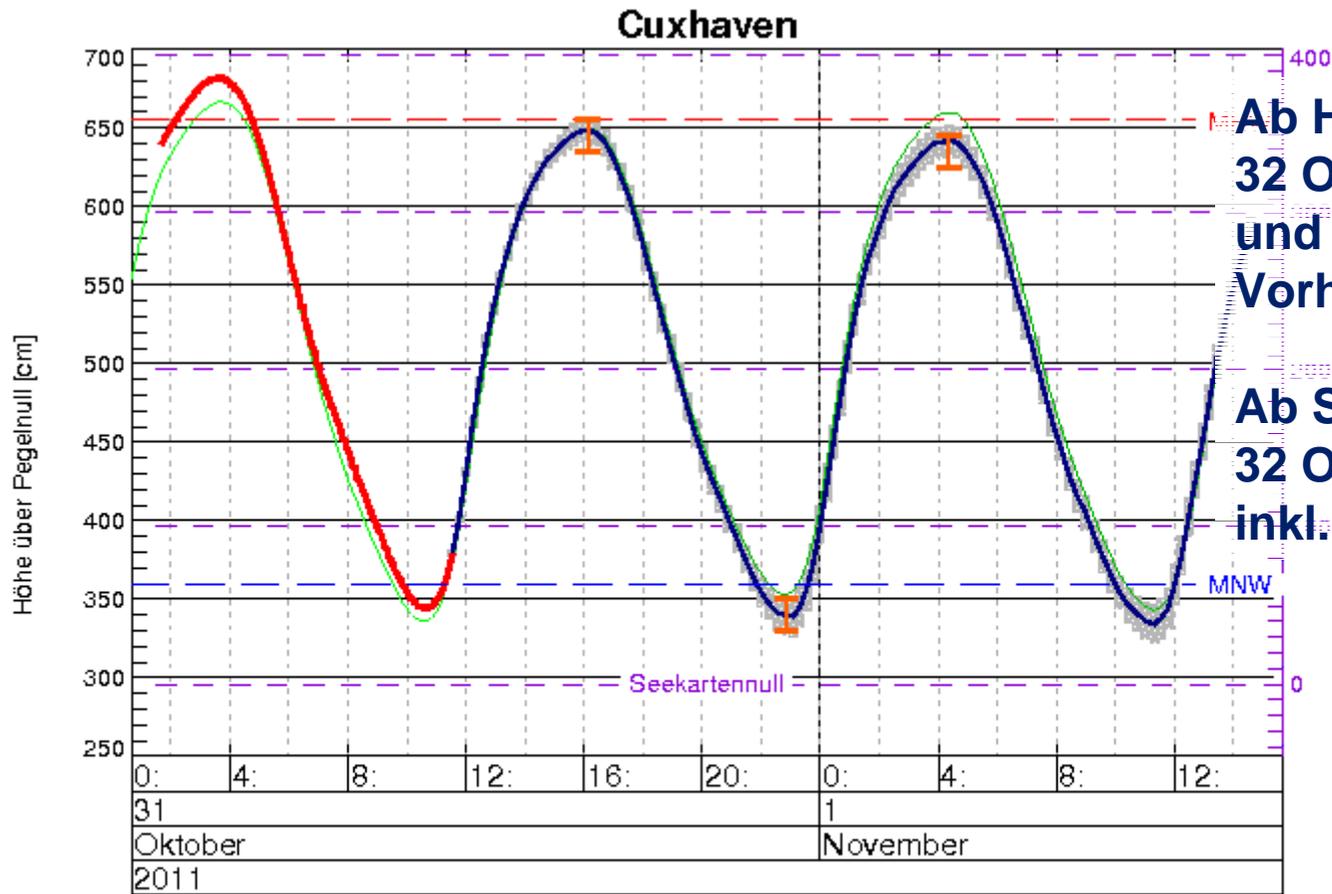


Automatisierte Wasserstandsvorhersage



RMSE - Operational Phase: 11Jun10 - 16Aug11





**Ab Herbst/Winter 2011:
32 Orte Nordseeküste
und Tideflüsse,
Vorhersagen bis 6 Tage.**

**Ab Sommer 2012:
32 Orte Ostseeküste
inkl. Bodden und Haffe.**



- astronomische Gezeit
- Beobachtung (Rohdaten)
- Vorhersage (MOS Probebetrieb) 31.10.2011 11:23
- I Vorhersage 31.10.2011 07:32
- TestFehlerabschätzung

Grafik erstellt 31.10.2011 11:39

Zusammenfassung



Es gibt nun erstmals ein 3D-Vorhersagemodell der Unterelbe, **beidseitig** mit der Nordsee gekoppelt.

Es werden 48-h-Vorhersagen angestrebt, an Optimierungen wird noch gearbeitet. Eine sachgerechte „Arbeitsteilung“ mit dem BAW-Elbemodell (einseitige Kopplung) wird sich finden.

Nach weiteren technischen Maßnahmen sind die Modelldaten für Forschungsvorhaben und behördliche Anwendungen über ftp-Server erhältlich.

Vorteil eines Modells: raum-zeitliche Vollständigkeit!

Aber: Ein numerisches Modell ist eine virtuelle Parallelwelt!
Modellvorhersagen weisen systematische Fehler auf.

Für Punktvorhersagen (z. B. des Wasserstandes) ist eine nachträgliche Verknüpfung mit Messdaten erfolgreich (Model Output Statistics)!

A photograph showing the silhouette of a lighthouse on a hill against a sunset sky. The sky transitions from a bright orange glow near the horizon to a deep blue at the top. The lighthouse is a small, dark structure with a lantern room on top. To the right of the lighthouse, there are silhouettes of trees. The overall scene is dark and atmospheric.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!