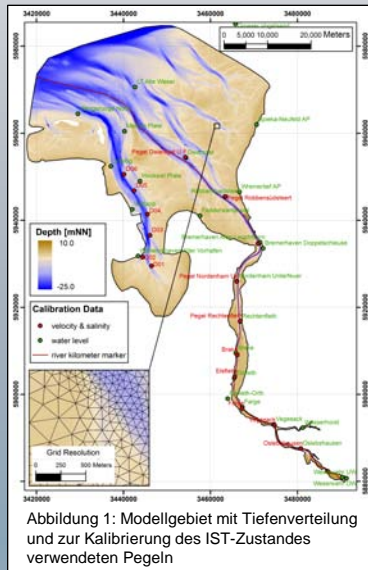


TP 5.2: Salzwassereintrag in Ästuare und Marschen

Ziele

Untersuchung des Einflusses von Klimaänderungen auf die Hydrodynamik und die Verteilung der Salzkonzentrationen im Weserästuar und der Unterweser



Modellgebiet

Die Simulationen erfolgen auf Grundlage eines Modells, welches den IST-Zustand von 2009 abbildet (s. Abb. 1). Das Modellgebiet wird von der Hauptdeichlinie umrandet und schließt südlich mit dem Wehr Hemelingen ab. Der nördliche offene Modellrand liegt etwa im Tiefenbereich $d \approx -25\text{mNN}$. Als Basis für die Modellerstellung wurde eine Datenbasis von rund 400 Mio. Punkten aus Single- und Multibeam-Peilungen sowie Befliegungen der Wattgebiete zu einem einheitlichen Datensatz interpoliert.

Die Vernetzung erfolgte mit einer Routine, welche unter anderem tiefengradientenabhängige Verfeinerung ermöglicht. Hierdurch kann die komplexe Ästuarbathymetrie mit nur ca. 200.000 Knoten hinreichend genau abgebildet werden. Die Wattflächen werden in der Ordnung $O(100\text{m})$ abgebildet, während Prielstrukturen und Bereiche in der Unterweser mit bis zu $O(1\text{m})$ feiner aufgelöst werden (s. Abb. 1 unten).

Simulation von Ästuar-Schelf Systemen

Die Simulationen erfolgen mit Hilfe eines semi-impliziten Eulerisch-Langrangeschen Finite-Elemente Modells für die skalenergreifende Modellierung (SELFE). Das auf den 3D-Flachwassergleichungen basierende Modell zeichnet sich einerseits durch eine hohe Effizienz aus, die durch die implizite Berechnung, die Anwendung der Galerkinmethode sowie die gute Parallelisierung des Programmcodes erreicht wird. Durch die Nutzung von hybriden Koordinaten in der Vertikalen sowie die Berücksichtigung barokliner Prozesse werden gute Resultate bei der Abbildung typischer Ästuarphänomene wie Reibungsverluste und Salzintrusion erreicht.

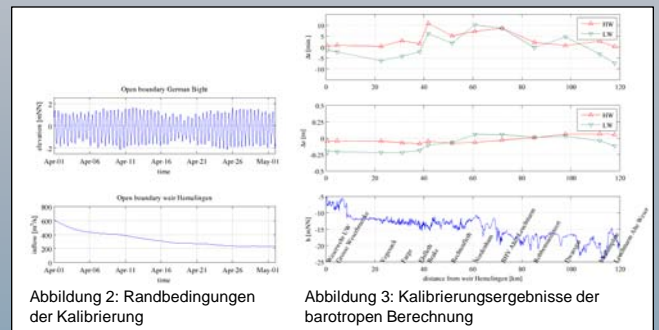
Kalibrierung

Die Kalibrierung des Modelles für Hydrodynamik und Salinität erfolgt auf Grundlage eines umfangreichen Messdatensatzes. Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Lage der insgesamt 17 Wasserstandspegel (Pegel WSP) sowie 17 weiteren Messstellen für Strömungsgeschwindigkeiten und teilweise Salzgehalt auf einer oder mehreren Messhöhen (Pegel U/S).

Ergebnisse der barotropen Kalibrierung

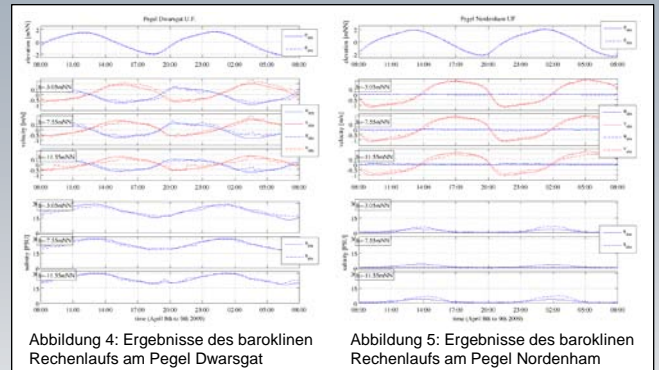
Für die hydrodynamische Kalibrierung wurde das Modell am Nordseerand mit einer aus Pegelmessungen generierten Wasserstandsrandbedingung sowie am Wehr mit einem aus Abflussmessungen nahe gelegener Pegel generiertem Zufluss angetrieben, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Die Berechnung beruht auf einem Zeitschritt von 60 sec., 36 s-Levels in der Vertikalen sowie einer gleichmäßigen Sohlrauigkeit von $C_D=0.0045$. Abbildung 3 zeigt einen Vergleich zwischen simulierten und gemessenen Wasserständen vom 01.-30. April 2009 an den Pegeln entlang der Flusskilometerlinie (s. Abb. 1). Für alle 17 Pegel ergeben sich mittlere Abweichungen der gemessenen zu den berechneten Höhen der Hoch- und Niedrigwasser mit einem Wertebereich von $-26.6\text{cm} \leq \Delta z_m \leq 14.7\text{cm}$ sowie einem Mittelwert von $\Delta z_m = -5.2\text{cm}$. Für die mittleren Phasendifferenzen ergibt sich ein Mittelwert von $\Delta t_m = 4.0\text{min}$ bei einem Wertebereich von $-11.0\text{min} \leq \Delta t_m \leq 10.0\text{min}$.



Vorläufige Ergebnisse der baroklinen Kalibrierung

Aktuell erfolgt die Kalibrierung des Modells für die Berechnung von Salzkonzentrationen unter Berücksichtigung barokliner Prozesse. Vorläufige Berechnungsergebnisse des noch nicht vollständig kalibrierten Modells zeigen Abbildung 4 und 5 für die Pegel Dwarsgat und Nordenham. Es sind (absteigend) die berechneten (*sim*) und gemessenen (*obs*) Werte für Wasserstände sowie Strömungsgeschwindigkeiten und Salzgehalte auf jeweils drei Messhöhen gegenübergestellt.



Ausblick

Nach Abschluss der Kalibrierung und der anschließenden Verifizierung des Modells erfolgt die Durchführung von Parameterstudien zur Auswirkung von Klimaänderungen auf die Ästuardynamik und den Salzgehalt sowie abschließend die Simulation unter geänderten Klimarandbedingungen.