

Simulation morphodynamischer Vorgänge unter dem Einfluss von Dichteeffekten am Beispiel der Einbringung von Baggergut

Dipl.-Ing. Andreas Wurpts
Dr.-Ing. Peter Mewis
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Zanke

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft,
Technische Universität Darmstadt

Der vorliegende Beitrag stellt ausgewählte Ergebnisse des BMBF/KFKI Projektes 03KIS029 vor. Er behandelt die Erweiterung eines dreidimensionalen morphodynamisch-numerischen Simulationsmodells zur Berücksichtigung von Dichteeffekten und ihren Auswirkungen auf die Morphodynamik eines Gewässers. Dem Projekt standen Messungen der Konzentration suspendierter Sedimente, des Salzgehaltes und des Strömungsfeldes im Umfeld von Baggergutumlagerungen im Tide- und Ästuarbereich zur Verfügung. Diese wurden zur Validierung der Berechnungsergebnisse verwendet.

Dichteeffekte innerhalb eines Wasserkörpers können aus unterschiedlichen Konzentrationen suspendierter oder gelöster Stoffe sowie aus unterschiedlichen Temperaturen resultieren. Für die Flüsse und Ästuarbereiche an der deutschen Nordseeküste sind die temperaturbedingten Dichteschwankungen vernachlässigbar klein gegenüber denen infolge Salinität und suspendiertem Sediment.

Grundsätzlich bewirken Dichtegradienten im Wasserkörper eine verstärkte Dämpfung des turbulenten Impulsaustausches.

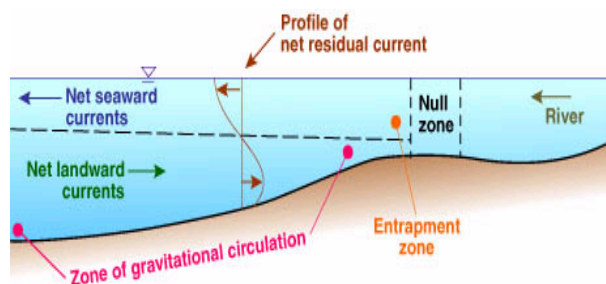


Abb.1: Barokline großräumige vertikale Zirkulation (Quelle: USGS)

Die Mischung von salzarmem Flusswasser mit Seewasser im Ästuarbereich hat lokale Dichtegradienten und die daraus resultierende großräumige vertikale Zirkulation zur Folge. Diese wiederum verlagert die netto Stromwege an der Oberfläche nach seewärts und in Sohlhöhe nach landeinwärts.

Variierende Konzentrationen suspendierten Sediments bewirken ebenfalls einen reduzierten turbulenten Impulsaustausch, wodurch die Form des für Klarwasser sohnah als logarithmisch angenommenen Geschwindigkeitsprofils beeinflusst werden kann. Besonders ausgeprägt sind die letztgenannten Dichteeffekte im Zusammenhang mit Baggergutumlagerungen. Dort werden durch die Materialzugabe sehr hohe Dichtegradienten erzeugt, die zur vollständigen Entkopplung des umgebenden Strömungsfeldes vom umlagerungsinduzierten Dichtestrom führen können.

SMOR3D ist ein dreidimensionales morphodynamisch-numerisches Modell. Es ist zeit-explicit und löst in direkter, zeitschrittweiser Kopplung die Reynolds-gemittelten Impulsgleichungen sowie Transportgleichungen für Salz, suspendiertes Sediment und die sohnahen Geschiebeflüsse. Bei der Lösung der Impulsgleichungen wird von der hydrostatischen Druckapproximation Gebrauch gemacht. Diese Annahme ist in natürlichen Gewässern mit Einschränkungen hinsichtlich einiger Nahfeldprobleme, in denen nennenswerte vertikale Beschleunigungen auftreten, gültig. Ihr Vorteil liegt in der erheblichen Reduzierung des Rechenaufwandes im hydrostatisch angenommenen System. Diesem Punkt kommt erhebliche Bedeutung zu, da zur Erfassung der großräumigen Ästuardynamik i.a. sehr große Modellgebiete dreidimensional berechnet werden müssen. Abbildung 2 verdeutlicht die Kopplung der verschiedenen Programmteile.

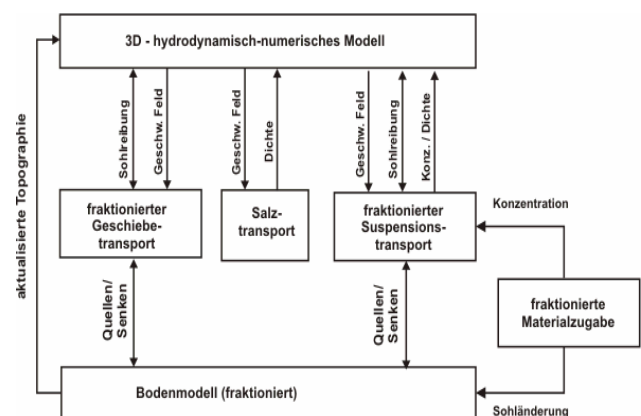


Abb. 2: Kopplungsschema für das numerische Modell SMOR3D

Das Sediment kann durch mehrere Fraktionen mit unterschiedlichen Eigenschaften beschrieben werden. Zur Bilanzierung sämtlicher Sedimentflüsse dient das Bodenmodell.

Die Messergebnisse können durch das erweiterte Simulationsmodell numerisch reproduziert werden. Das Modell kann als Werkzeug zur Abschätzung

der Ausbreitung von umgelagertem Baggergut dienen.

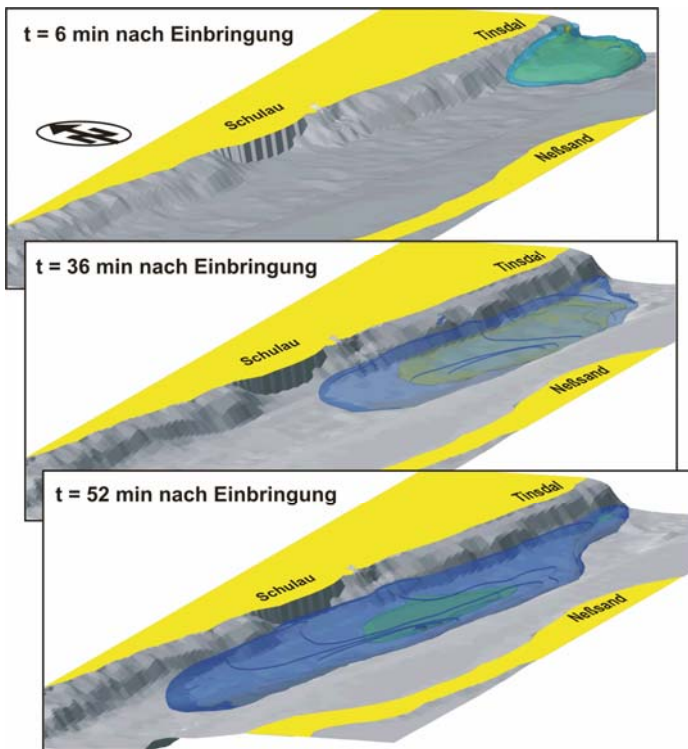


Abb.3: Räumliche Ausbreitung suspendierten Baggergutes nach Umlagerung.

Abbildung 3 zeigt exemplarisch die numerisch berechnete Ausbreitung einer umlagerungsinduzierten Vertrübungswolke in der Tideelbe.