ELMOD – Simulation und Analyse der hydrologischen und morphologischen Entwicklung der Tideelbe für den Zeitraum von 2013 bis 2018

ELMOD - Gesamtprojekt

Hintergrund

Zwischen 2013 und 2018 wurden in der Tideelbe auffällige hydrologische und morphologische Veränderungen beobachtet, insbesondere eine ungewöhnlich starke Zunahme des Tidehubs, der Trübung und der Sedimentationsraten. Letztere führten zu verstärkten Unterhaltungsbaggerungen, die jedoch eine große wirtschaftliche und ökologische Belastung darstellen.

Gründe für die beschriebenen Veränderungen werden in morphologischen Veränderungen im Mündungsbereich, anhaltend niedrigen Oberwasserabflüssen und einem unzureichend angepassten Sedimentmanagement gesehen (Weilbeer et al. 2021).

Die derzeit verwendeten numerischen Modelle können diese Entwicklungen nicht adäquat abbilden. Insbesondere das komplexe Verhalten der kohäsiven Sedimente in den stark anthropogen beeinflussten Flussabschnitten wie dem Hamburger Hafen stellt eine große Herausforderung dar.

Projektziele und Projektpartner

Das Verbundprojekt ELMOD wird durchgeführt, um die Prognosefähigkeit von numerischen Modellen zu verbessern und das Verständnis des ästuarinen Sedimenttransports allgemein zu verbessern. Dafür werden die im Zeitraum 2013-2018 in der Tideelbe beobachteten Veränderungen mittels Hindcaststudien analysiert und auf der Grundlage von Naturmessungen und Laboruntersuchungen die verwendeten Modellansätze erweitert. Beteiligte Partner sind die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW, Modellanwendung), die Universität der Bundeswehr München (UniBW, Entwicklung von Modellansätzen) und die Technische Universität Hamburg (TUHH, Feldmessungen und Laboruntersuchungen).

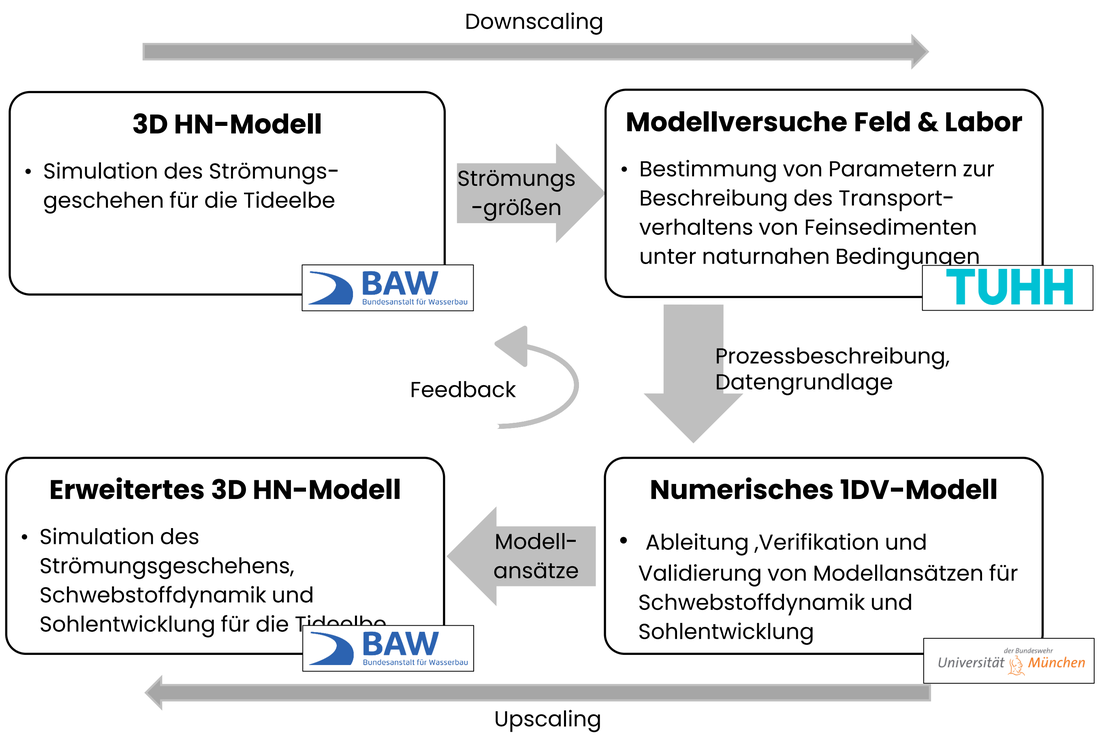


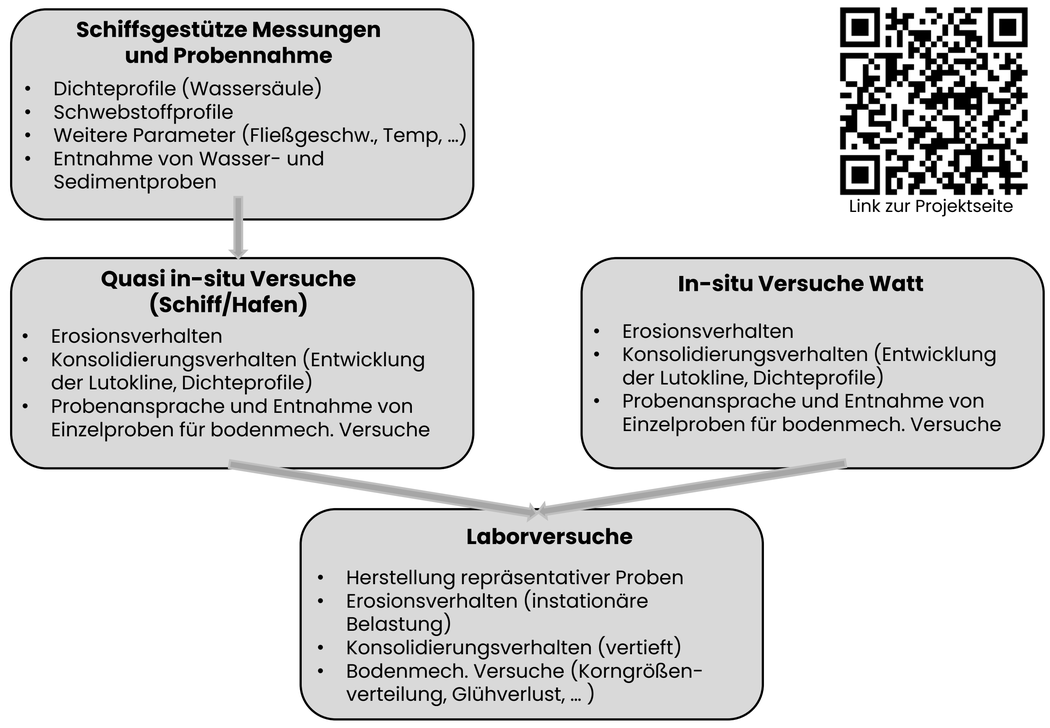
Abb. 1: Schematische Darstellung des verfolgten Projektansatzes und der Vernetzung der Projektbeteiligten

Feld- und Laborversuche – Teilprojekt der TUHH

Ziele und Vorgehensweise

Im Teilprojekt der TUHH „Messungen in der Natur und experimentelle Untersuchungen im Labor“ wird, eingebettet in das Gesamtprojekt, ein integriertes Konzept zur Untersuchungen der Prozesse Absinken, Konsolidierung und Erosion von Feinsedimenten erarbeitet und umgesetzt. Das Konzept basiert dabei auf den Erfahrungen aus dem Projekt FAUST (Patzke et al., 2022).

Im Vorhaben ELMOD werden mehrere Kampagnen zur Entnahme von Sedimentproben in den Wattflächen im Mündungsbereich der Elbe (landgestützt) und im Bereich des Hamburger Hafens (schiffsgestützt) durchgeführt (siehe Abb. 3). Während der Kampagnen werden Fließgeschwindigkeiten, Wassertemperatur und Dichte- bzw. Schwebstoffkonzentrationsprofile der Wassersäule aufgezeichnet (siehe Abb. 2). Diese Parameter erlauben eine Einordnung der entnommenen Sedimentproben im zeitlichen und räumlichen Kontext. Direkt nach der Entnahme und im Labor werden systematische Versuche mit den Sedimentproben durchgeführt. Für die Kampagnen in den Wattflächen sind die Erosionsversuche als in-situ Versuche vorgesehen.



Link zur Projektseite

Abb. 2: Ablauf und Zielgrößen der Mess- und Probennahmekampagnen

Für die Erosionsuntersuchungen wird ein angepasster Gust-Mikrokosmos verwendet. Neben der Ermittlung von kritischen Erosionsschubspannungen und Erosionsraten unter (quasi-)stationären Belastungen können auch instationäre Schubspannungsverläufe zur Simulation des Tidezyklus und Analyse der zeitabhängigen Änderung des Transportverhaltens der Feinsedimente aufgebracht werden.

Die Konsolidierungsversuche werden in Absetzsäulen (Höhe 120 cm, Ø 20 cm) durchgeführt und basieren auf der Aufnahme von Dichteprofilen und der Lage der Lutokline im zeitlichen Verlauf für Suspensionen verschiedener Ausgangs-Sedimentkonzentrationen. In Absinkversuchen werden Sinkgeschwindigkeiten mit einer Ultraschallsonde bestimmt. Zusätzlich werden die bodenmechanischen Eigenschaften der Sedimentproben ermittelt.

Erste Messfahrt

Mitte Juni 2023 ist die erste schiffsgestützte Messfahrt im Hamburger Hafen geplant. Als Standort ist mit dem Wendekreis südlich des Containerterminals Altenwerder in der Süderelbe ein bekannter Sedimentationsschwerpunkt von Feinsedimenten vorgesehen (siehe Abb. 3). Im Zuge der Messfahrt werden erste Messergebnisse zur Charakterisierung des Standorts und der Sedimente gewonnen und das entwickelte Konzept kann auf Grundlage der Erfahrungen gegebenenfalls optimiert werden. Ein Schwerpunkt der Messfahrt liegt im Vergleich unterschiedlicher Verfahren zur Aufnahme von Dichte- und Schwebstoffprofilen der Wassersäule.

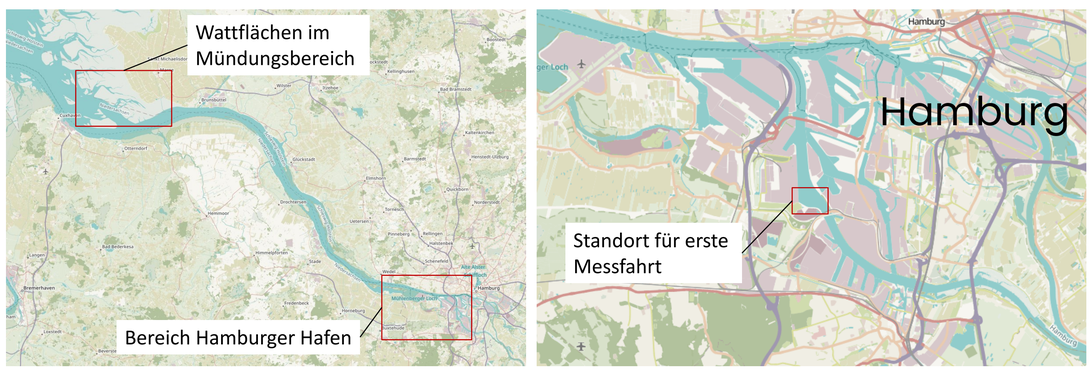


Abb. 3: Vorgesehene Gebiete für die Messfahrten und Entnahmen von Sedimentproben (links) und geplanter Standort für die erste Messfahrt Mitte Juni (rechts) (Karte: openstreetmap)

Dank

Das IWB dankt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und dem Kuratorium für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI) für die Finanzierung und Unterstützung des Projekts sowie der Hamburg Port Authority (HPA) und der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) für die Bereitstellung von Schiffskapazitäten, Messgeräten und Erfahrung.

Quellen

Patzke, J.; Nehlsen, E.; Fröhle, P.; Hesse, R. F. (2022): Spatial and Temporal Variability of Bed Exchange Characteristics of Fine Sediments From the Weser Estuary. In: Front. Earth Sci. 10, Article 916056. DOI: 10.3389/feart.2022.916056.

Weilbeer, Holger; Winterscheid, Axel; Strotmann, Thomas; Entelmann, Ingo; Shaikh, Suleman; Vaessen, Bernd (2021): Analyse der hydrologischen und morphologischen Entwicklung in der Tideelbe für den Zeitraum von 2013 bis 2018. 73. DOI: 10.18171/1.089104.

TUHH Technische Universität Hamburg

WASSERBAU River and Coastal Engineering

Technische Universität Hamburg
Institut für Wasserbau
Denickestraße 22
21073 Hamburg
www.tuhh.de/wb

Markus Witt
T. +49 40 428 78-44 12
E. markus.witt@tuhh.de

Dr.-Ing. Edgar Nehlsen
T. +49 40 428 78-42 74
E. nehlsen@tuhh.de

Justus Patzke
T. +49 40 428 78-21 81
E. justus.patzke@tuhh.de

Prof. Dr.-Ing. Peter Fröhle
T. +49 40 428 78-46 00
E. froehle@tuhh.de