

# Die Beeinflussung der Dynamik der Tideästuare durch Flüssigschlick (MudEstuary – 03KIS0112 & 03KIS0113)

Projektkoordinator/Teilprojektleiter A (03KIS0112): Prof. Dr.-Ing. Andreas Malcherek; Projektbearbeitung: Oliver Chmiel

Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen, Professur für Hydromechanik und Wasserbau, Werner-Heisenberg-Weg 3, 85577 Neubiberg

Teilprojektleiter B (03KIS0113): Holger Rahlf; Projektbearbeitung: Marie Naulin

Bundesanstalt für Wasserbau, Wedeler Landstr. 157, 22559 Hamburg

## ABSTRACT

### 1 MOTIVATION & ZIELSETZUNG

Das Auftreten von Flüssigschlick in Ästuaren und angrenzenden Häfen kann zu hohen Unterhaltungsaufwendungen und einer Veränderung der Tidedynamik führen. In Deutschland ist insbesondere das Emsästuar von hohen Schwebstoffkonzentrationen bis zu  $300 \text{ kg/m}^3$  und Flüssigschlickschichten bis zu einer Mächtigkeit von 2 m betroffen (Schrottko, 2006).

In den klassischen hydrodynamisch-numerischen Modellen ist die Wechselwirkung zwischen Tidedynamik und Flüssigschlick bisher kaum berücksichtigt. Eine Weiterentwicklung der Methoden zur Beschreibung der Flüssigschlickdynamik erfolgte in vorangegangenen KFKI-Projekten: So wurde im Projekt MudSim (Wehr & Malcherek, 2012) ein numerischer Modellansatz entwickelt, der basierend auf einer isopyknischen Darstellung das komplexe nichtnewtonsche Verhalten von Flüssigschlick beschreiben kann (Wehr, 2012). Dafür wurden das scherverdünnende Fließverhalten von Flüssigschlick und die rheometrische Untersuchung der Fließgrenze untersucht (Malcherek und Cha, 2011). Dieses Modell beschreibt die komplexen rheologischen Eigenschaften der Schlick, jedoch nicht die vertikale Interaktion einzelner Schichten. In Roland et al. (2012) wurde das Modul FLMUD zur Simulation der Flüssigschlickdynamik entwickelt, welches auf kartesischen Koordinaten basiert. Das Modul wurde qualitativ mit numerischen Experimenten validiert. Eine detaillierte Anwendung und Validierung auf ein Ästuar sowie eine quantitative Evaluierung des Ansatzes sind jedoch noch erforderlich.

Das Ziel des Forschungsprojekts MudEstuary ist nun eine Methode zur Beschreibung der Interaktion von Tide und Flüssigschlick zu entwickeln. Für eine Validierung werden Laborversuche und numerische Simulationen durchgeführt. Um die Dynamik in Tideästuaren mit Flüssigschlick beschreiben zu können, wird hierfür ein Modellansatz entwickelt und implementiert, der einen kontinuierlichen Übergang

von Flüssigschlick zu geringeren Schwebstoffkonzentrationen berücksichtigt. Dabei wird das viskose Verhalten von Wasser durch Turbulenzmodelle und das viskoelastische Verhalten von Flüssigschlick durch rheologische Modelle simuliert.

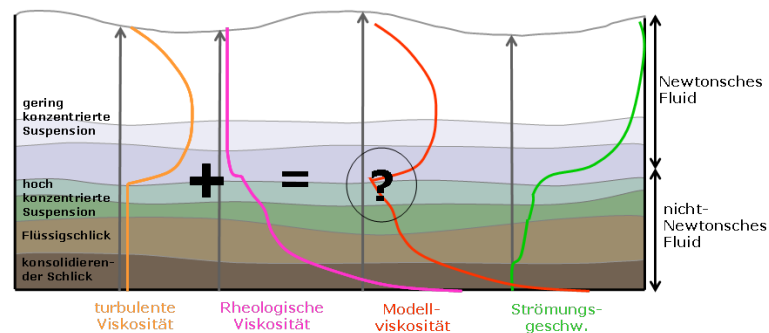
### 2 METHODE

Basierend auf einem kontinuierlichen Modellansatz (Abbildung 1) wird zunächst ein linearer Zusammenhang der turbulenten und rheologischen Viskosität angenommen (Le Hir et al., 2001). So kann die effektive Viskosität  $\nu_{eff}$  eingeführt werden, die sowohl die turbulente ( $\nu_t$ ), wie auch die rheologische Viskosität ( $\nu_{rh}$ ) beinhaltet.

$$\nu_{eff} = \nu_t + \nu_{rh}$$

Im Teilprojekt A werden in eigens entwickelten Laborversuchen zur Turbulenzdämpfung in geschichteten Schlicksuspensionen rheologische und turbulente Viskositäten gemessen und mittels Modellviskositätsansatz zur Validierung nachgerechnet. Des Weiteren wird der Einfluss der Salinität und der biologischen Aktivität auf die Rheologie der Flüssigschlicke untersucht.

Im Teilprojekt B wird der entwickelte Modellansatz in einem numerischen Modell implementiert. Es findet eine Anwendung und Validierung auf das Emsästuar statt. Weiterhin werden historische Zustände der Ems und die Ursachen der Verschlickung analysiert.



**Abbildung 1:** Schematische Skizze der vertikalen Interaktion von turbulenter und rheologischer Viskosität.

## REFERENCES

- Malcherek, A. & Cha, H (2011). Zur Rheologie von Flüssigschlick: Experimentelle Untersuchungen und theoretische Ansätze. Projektbericht, Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen.
- Le Hir, P. et al. (2001). Application of the continuous modelling concept to simulate high-concentrated suspended sediment in a macrotidal estuary. In: McAnally W.H. and A.J. Mehta (Hg.): Coastal and Estuarine Fine Sediment Processes, 3: Elsevier Science, 229-247.
- Roland, A., Ferrarin, C., Bellafiore, D., Zhang, Y.J., Sikric, M.D., Zanke, U., Umgiesser, G. (2012): Über Strömungsmodelle auf unstrukturierten Gitternetzen zur Simulation der Dynamik von Flüssigschlick. *Die Küste*, 79, 53-82.
- Schrottke, K. (2006). Dynamik fluider Schlicke im Weser und Ems Ästuar – Untersuchungen und Analysen zum Prozessverständnis. BAW/BfG-Kolloquium Nov. 2006.
- Wehr, D (2012). *An Isopycnal Numerical Model for the Simulation of Fluid Mud Dynamics*. PhD Thesis. Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen.
- Wehr, D. & Malcherek, A. (2012): Numerical Simulation of Fluid Mud Dynamics – The isopycnal Model MudSim. *Die Küste*, 79, 1-52.