

Ermittlung des bettbildenden Anteils des suspendierten Sandes in der Elbe

Werner Sauer, Andreas Schmidt

1 Problemstellung

Vertrauenswürdige Aussagen hinsichtlich des gesamten sohlrelevanten Feststofftransports in der Elbe als Basis einer verbesserten Quantifizierung derzeitiger und der Prognose zukünftiger Erosions- bzw. Anlandungstendenzen als auch -ausmaße setzen die zuverlässige Quantifizierung nicht nur des Geschiebetransports, sondern auch des Feststoffanteils voraus, der nur zeitweise mit der Sohle im Austausch steht, jedoch zu einem erheblichen Maße zur Sohlbildung beiträgt. Der Ermittlung dieses Anteils kommt gerade an der Elbe besondere Bedeutung zu, da Sandfraktionen im gesamten Verlauf der deutschen Elbe in erheblichem Umfang Bestandteil des Sohlenmaterials sind, und die Frachten des suspendierten Sandes diejenigen des Geschiebes deutlich übersteigen [BAW & BfG, 1996; Schmidt, 1996].

2 Meßergebnisse

Charakteristische Meßergebnisse für die Vertikalverteilung des suspendierten Sandes im Flußmittbereich sind in Abb. 1 dargestellt.

Bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten (Abflüssen) weist die überwiegende Mehrzahl der Profile eine in der Vertikalen und auch über die Gewässerbreite nahezu

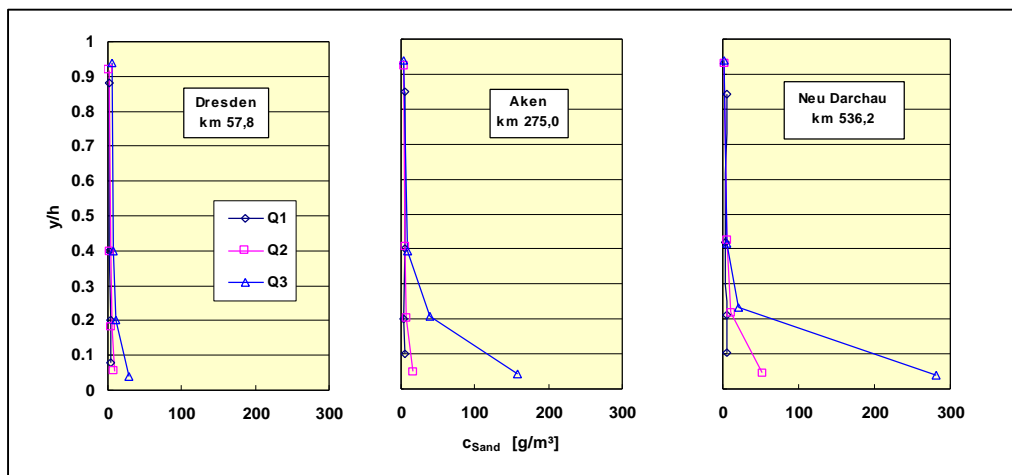


Abb.1. Vertikalprofile der Sandkonzentration für verschiedene Meßstellen und Abflüsse (Q1 ≈ MNQ, Q2 ≈ MQ, Q3 ≈ 2MQ)

gleichmäßig verteilte Sandkonzentration von ca. 2...7 g/m³ auf. Mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit findet ein Anstieg der Konzentration statt. Dieser Anstieg ist in Sohlhöhe am stärksten, nimmt etwa bis zur halben Gewässertiefe stark ab, führt jedoch bis auf wenige Ausnahmen nicht zur Erhöhung der Konzentration in Oberflächennähe.

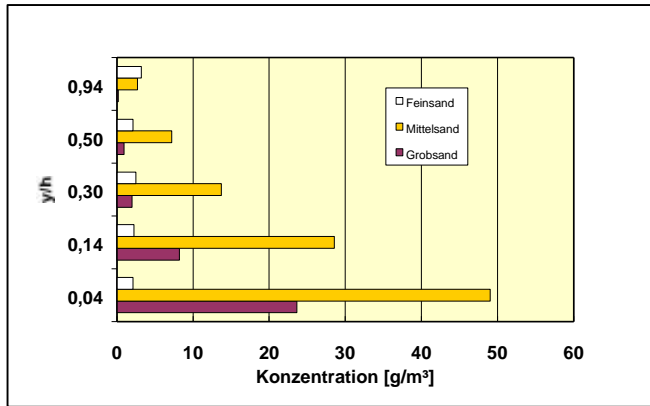


Abb.2. Vertikalverteilung von Sandfraktionen am Elbe-km 321,0 bei ca. 2 MQ

Messungen zur Vertikalverteilung der verschiedenen Sandfraktionen (Abb. 2) bestätigen die Annahme, daß neben einer durch die turbulente Strömung gleichmäßig verteilten, nicht sohlrelevanten Feinsandfraktion mit zunehmenden Abfluß Mittel- und Grobsandfraktionen des Sohlmaterials in Suspension übergehen. Diese gelangen wegen ihrer größeren Sinkgeschwindigkeit nur in geringem Maße bis in die Nähe der Oberfläche.

3 Lösungsansatz

Aufgrund der Meßergebnisse gehen wir davon aus, daß der suspendierte Sand aus einem stets vorhandenen Anteil von überwiegend Feinsand besteht, der z. B. aus Einleitungen, Oberflächeneinträgen, Einträgen über Nebenflüssen u.ä. stammt, und der von der turbulenten Strömung zumindest über längere Elbabschnitte in nahezu gleichmäßiger Verteilung gehalten wird und somit der Spülfracht zugeordnet werden kann („Sand-Spülfracht“), sowie aus einem zweiten Anteil, der aus der Sohle oder dem Geschiebe stammt und der nur zeitweilig bei Vorliegen ausreichend hoher Schubspannungen v^* in Suspension überführt wird und bei geringeren Schubspannungen wieder sedimentiert („suspendiertes Bettmaterial“).

Unter der Annahme einer Vertikalverteilung nach ROUSE für eine Referenzkonzentration c_a am Punkt a

$$\frac{c(y)}{c_a} = \left(\frac{h-y-a}{y-h-a} \right)^z \quad \text{mit } z = v_s / \kappa v^*$$

wird nach Wang und Dittrich (1992) $z = 0,06$ als Kriterium für die Trennung der Sand-Spülfracht vom suspendiertem Bettmaterial angesetzt.

4 Ermittlung des bettbildenden Anteils

Zur Berechnung des bettbildenden Anteils des suspendierten Sandes werden unter Berücksichtigung dieses Ansatzes die Transportfunktionen für beide Sandanteile aus Regressionsbeziehungen für die mehrjährigen Vielpunktmessungen des Schwebstofftransports an den einzelnen Meßstellen ermittelt (Abb.3).

Der Transport der Sand-Spülfracht wird dabei mit Hilfe von Meßlotrechten-spezifischen Rouse-Kurven mit $z = 0,06$ berechnet, der Transport des suspendierten Bettmaterials ergibt sich dann aus der Differenz des Transportes der Sand-Spülfracht zum Gesamttransport des suspendierten Sandes.

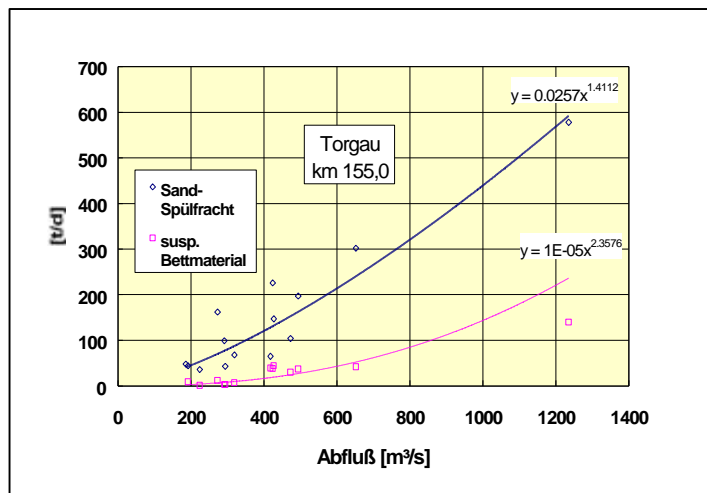


Abb.3. Transport der Anteile des suspendierten Sandes an der Meßstelle Torgau

Im Elbabschnitt oberhalb km 200 bleibt der Transport des suspendierten Bettmaterials immer unter dem der Sand-Spülfracht. Unterhalb von km 200 übersteigt bei hohen Abflüssen der Transport des suspendierten Bettmaterials häufig den der Sand-Spülfracht.

Mit Hilfe dieser funktionalen Zusammenhänge lassen sich der bettbildende Anteil des suspendierten Sandes für verschiedene Abflußsituationen und –zeiträume sowie seine Transportbilanzen zwischen verschiedenen Meßstellen berechnen. Für den Elbabschnitt zwischen Schmilka und Wittenberg wurde bei einer ersten Modellrechnung im Längsschnittmittel ein bettbildender Sandanteil zwischen 19 und 33 % in Abhängigkeit vom gewählten Abfluß ermittelt.

Literatur

- BAW & BfG (1996): Erosionsstrecke der Elbe - Bericht zur wissenschaftlichen Vorbereitung und Begleitung des Naturversuchs Geschiebezugabe, Berlin, Mai 1996
- Schmidt, A. (1996): Ergebnisse neuerer Untersuchungen zu Gewässersohle und Feststofftransport in der Erosionsstrecke, Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau Nr. 74, S. 51-62
- Wang, Z., Dittrich, A. (1992) Proc. Of the 2nd international conference on hydraulic and environmental modelling of coastal, estuarine and river waters, Editor: Falconer, R.A., Shiono, K., Matthew, R.G., University of Cambridge, Vol. 2, pp.467-478