

Morphodynamik der Elbe

Suspendierte Feststoffe - zur Bettbildung beitragende Sandfrachten in der Elbe

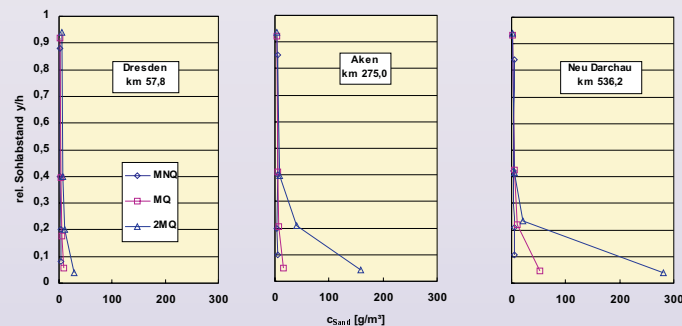
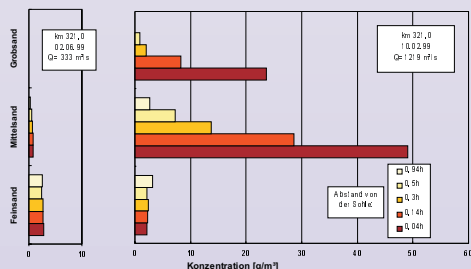


Für die auf hydraulisch-sedimentologischer Interaktion beruhende Sohlentwicklung der Elbe spielt neben dem unmittelbar an der Gewässersohle bewegten Geschiebe der in Suspension befindliche Sand, d.h. der Anteil des Schwebstoffes mit Korngrößen $d > 63 \mu\text{m}$, eine wesentliche Rolle.

Bei den von der Bundesanstalt für Gewässerkunde regelmäßig durchgeführten Vielpunktmessungen zur Ermittlung des Schwebstofftransportes wird deshalb der suspendierte Sand gesondert erfasst. Zusätzlich werden im Rahmen des Projektes weitere Naturmessungen zur vertikalen Verteilung seiner Konzentration und Korngröße sowie zu den diese Verteilungen verursachenden hydraulischen Parametern Strömungsgeschwindigkeit und Sohlschubspannung durchgeführt.

Hauptziel dieser Arbeiten ist die Quantifizierung des suspendierten Sandanteils, der nur zeitweise mit der Sohle im Austausch steht, jedoch zu einem erheblichen Maße zur Sohlbildung beiträgt (Bett bildender Sandanteil).

Charakteristische Messergebnisse für die Vertikalverteilung der Konzentration des suspendierten Sandes zeigen bei geringen Strömungsgeschwindigkeiten eine in der Vertikalen und auch über die Gewässerbreite nahezu gleichmäßig verteilte Sandkonzentration von ca. $2 - 7 \text{ g/m}^3$. Mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit findet ein Anstieg der Konzentration statt. Dieser Anstieg ist in Sohlhöhe am stärksten, nimmt - von der Sohle aus - etwa bis zur halben Wassertiefe stark ab, führt jedoch bis auf wenige Ausnahmen nicht zur Erhöhung der Konzentration in Oberflächennähe.



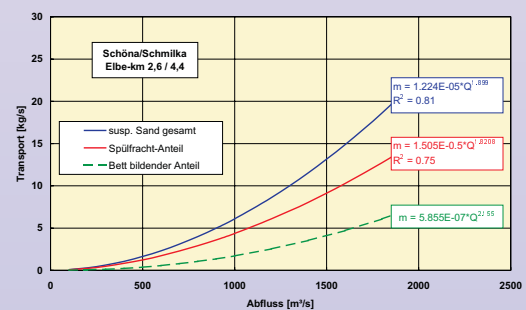
Die Abbildung links zeigt als Beispiel Konzentrations-Vertikalverteilungen für die Fraktionen Fein-, Mittel- und Grobsand in getrennten Balkendiagrammen. Bei einem geringen Abfluss von $333 \text{ m}^3/\text{s}$ ($\text{MQ}_{1931/1993} = 557 \text{ m}^3/\text{s}$) findet man gleichmäßige Vertikalverteilungen für Fein- und Mittelsand. Bei dem hohen Abfluss von $1219 \text{ m}^3/\text{s}$ (rechtes Bild) bleibt die Konzentration und Verteilung des (nicht in der Sohle enthaltenen) Feinsandes praktisch unverändert, während die Konzentration des Mittel- und Grobsandes den oben beschriebenen Konzentrationsanstieg durch in Suspension gegangenes Sohlmaterial zeigt.

Die vorliegenden Messergebnisse bestätigen die Annahme, dass der suspendierte Sand zum einen aus überwiegend Feinsand mit den Merkmalen einer Spülfracht besteht, zum anderen einen Anteil enthält, der aus der Sohle oder dem Geschiebe stammt.

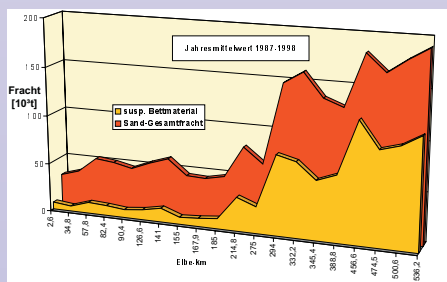
Unter der Annahme einer Vertikalverteilung des suspendierten Feststoffes nach Rouse wird nach Wang und Dittrich (1992) die Schwebstoffzahl $z = 0,06$ als Kriterium für die Trennung der „Sand-Spülfracht“ vom suspendierten Bettmaterial angesetzt:

$$\frac{c(y)}{c_a} = \left(\frac{h-y}{y} \frac{a}{h-a} \right)^z \quad \text{Sand-Spülfracht } z \leq 0,06; \quad \text{Suspendiertes Bettmaterial } z > 0,06$$

Zur Berechnung des Bett bildenden Anteils des suspendierten Sandes werden unter Berücksichtigung dieses Ansatzes Transportfunktionen für beide Sandanteile als Regressionsbeziehungen für die langjährigen Vielpunktmessungen des Schwebstofftransportes der einzelnen Messstellen ermittelt. 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.



Die Abbildung rechts zeigt einen Längsschnitt zwischen Schöna und Neu Darchau (km 2,6 bis km 536,2) für berechnete mittlere jährliche Frachten des gesamten suspendierten Sandes und seines Anteils an suspendiertem Bettmaterial (Jahresreihe 1987-1998).



Literatur:

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

Werner Sauer, Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Müggelseedamm 310, 12587 Berlin, w-sauer@igb-berlin.de
Andreas Schmidt, Bundesanstalt für Wasserbau, Kussmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe