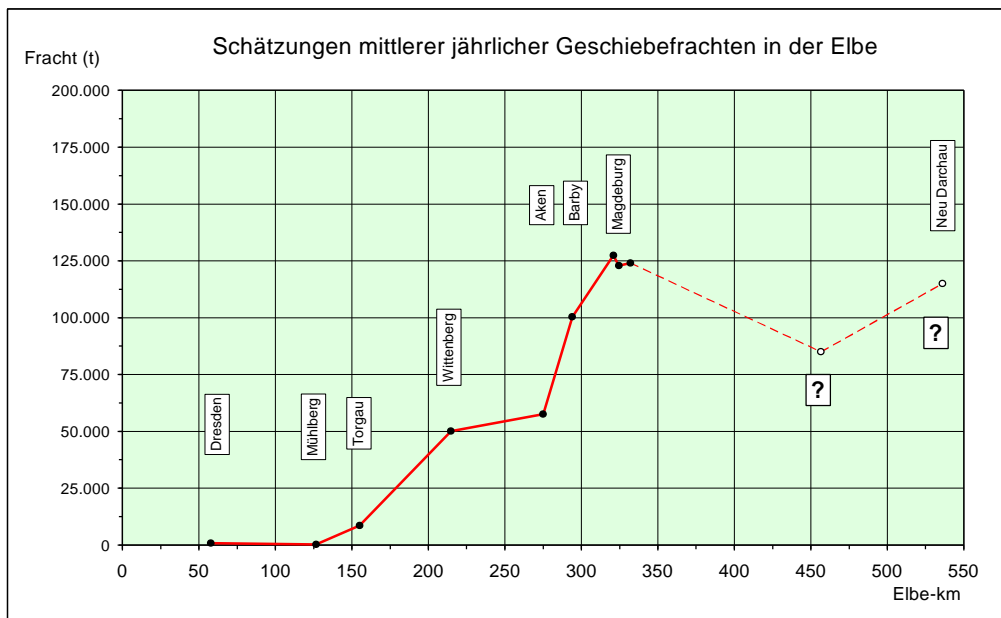


## Feststofftransport in der Elbe

Andreas Schmidt, Benno Dröge

### 1 Geschiebe

Geschiebemessungen werden von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in Zusammenarbeit mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) in unregelmäßiger Abfolge (Hydrologie, Verfügbarkeit des Meßschiffes) über die gesamte Lauflänge der deutschen Elbe durchgeführt, wobei bisher verstärkt in den Schwerpunktbereichen Erosionsstrecke, Stadtstrecke Magdeburg und Reststrecke gemessen wurde. Auf der Grundlage dieser Messungen läßt sich bereits ein erster Frachtenlängsschnitt darstellen (Abb. 1).



**Abb.1:** Jährliche Geschiebefrachten der Elbe

Wie dieser Längsschnitt zeigt, findet im sächsischen Elbeabschnitt bis etwa Mühlberg kein nennenswerter Geschiebetransport statt. Dies liegt einerseits an der groben Sohlstruktur dieses Abschnitts ( $d_m > 20$  mm), andererseits ist der Geschiebeeintrag durch Staustufen im tschechischen Teil der Elbe und Querbauwerke in den Einzugsgebieten der Nebenflüsse nahezu vollständig unterbunden. Die Geschiebetransportmessungen bei Mühlberg bestätigen die Annahme, daß dieser Bereich als Beginn der Erosionsstrecke anzusehen ist. Dementsprechend nimmt der Geschiebetransport auf der Strecke Mühlberg-Torgau-Wittenberg (km 120-220) erheblich zu. Die Zusammensetzung der Flußsohle weist diesen Abschnitt als Übergangsbereich vom stark grobkiesigem zu feinkiesi-

gem und sandigem Material aus. Im Gegensatz zu den Verhältnissen bei Mühlberg werden in der Erosionsstrecke erhebliche Feststoffmengen an der Sohle transportiert, wobei die Sohle im Bereich Torgau bis weit über Mittelwasser recht stabil ist. Bei Wittenberg findet erheblicher Transport bereits deutlich unter Mittelwasser statt: einerseits wird in diesem Bereich Material von oberhalb eingetragen, andererseits reagiert die Sohle entsprechend ihrem vergleichsweise feinkörnigen Aufbau sehr empfindlich auf Abfluß- und entsprechende Schleppkraftzunahme.

Der Abschnitt Wittenberg bis Aken scheint bezüglich Geschiebetransport näherungsweise ausgeglichen, wohingegen unterhalb Aken bis in den Raum Magdeburg die Messungen wiederum eine deutliche Transportzunahme anzeigen. Unterhalb Magdeburg sind die Zusammenhänge noch nicht genügend genau erfaßt, um eine verlässliche Quantifizierung vornehmen zu können. Zwischen km 390 und km 460 kann von einer leichten Anlandungstendenz ausgegangen werden, unterhalb km 460 von einer leichten Erosionstendenz. Dieser Elbeabschnitt, insbesondere die sog. Reststrecke (km 508-521), ist hinsichtlich seiner Feststofftransportsituation, im Unterschied zu anderen Elbeabschnitten, durch intensive Transportkörperbewegungen gekennzeichnet, die eine Erfassung der Geschiebetransportarten naturgemäß schwierig gestalten.

## 2 Schwebstoff

Zur Erfassung der suspendiert transportierten Feststoffe werden an der gesamten deutschen Elbe in einem durch die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung betriebenen Meßnetz an insgesamt 11 Dauermeßstellen werktäglich Messungen der Schwebstoffkonzentration durchgeführt. Diese Messungen erlauben Aussagen zu regionalen Konzentrations- und Frachtunterschieden als auch zur zeitlichen Transportdynamik der Elbe. Darüber hinaus werden von der Bundesanstalt für Gewässerkunde an über 20 Meßprofilen in der Elbe systematisch Schwebstoffmessungen als Vollprofilmessungen durchgeführt, bei denen analog dem Vorgehen bei der konventionellen Abflußmessung an mehreren Lotrechten im Profil jeweils in verschiedenen Tiefenstufen Schwebstoffgehalt und Fließgeschwindigkeit ermittelt und über die Multiplikation der beiden Größen der Schwebstofftransport bestimmt wird. Diese Vielpunktmessungen werden regelmäßig bei unterschiedlichsten Abflußsituationen wiederholt und dienen u.a. der Ermittlung von Faktoren, mit Hilfe derer die Aussagefähigkeit der Einzelpunktmessungen im Hinblick auf das Gesamtprofil gewährleistet wird. Darüber hinaus erlauben diese Vollprofilmessungen eine Differenzierung zwischen den Anteilen an Feinschwebstoff ( $d < 63 \mu\text{m}$ ) und suspendiertem Sand, so daß bettbildende Anteile der transportierten Feststoffe als auch Potentiale zum schwebstoffgebundenen Schadstofftransport in Abhängigkeit von den unterschiedlichen hydrologischen Situationen quantifiziert werden können.

In den Jahren 1992 bis 1997 umfassten die untersuchten Einzelproben im Bereich der deutschen Binnenelbe die Spanne von unter  $5 \text{ g/m}^3$  bis über  $450 \text{ g/m}^3$ , Monatsmittelwerte bewegen sich je nach Jahr und Meßstelle zwischen  $10$  und  $70 \text{ g/m}^3$ , die entsprechenden Jahresmittel der Schwebstoffkonzentrationen liegen zwischen  $20$  und  $50 \text{ g/m}^3$ .

Wie Abbildung 2 verdeutlicht, zeigt die Variation der mittleren jährlichen Konzentration im Längsverlauf eine deutlich vergleichbare Charakteristik für die z.T. hydrologisch sehr unterschiedlichen Jahre. Die örtlichen Unterschiede finden ihre Erklärung in der unterschiedlichen Charakteristik der entwässernden Einzugsgebiete, schwebstoffhaltigen Zuflüssen (sächsischer Abschnitt; Saale) als auch Bereichen, in denen sich auf Grund der hydraulischen und topographischen Gegebenheiten Teile der Schwebstofffracht bei entsprechenden hydrologischen Situationen in Bühnenfeldern, Stillwasserzonen und auf Überschwemmungsflächen ablagern können. Die Konzentrationszunahme an der Meßstelle Barby belegt den starken Einfluß der Saale auf das Schwebstoffregime der Elbe.

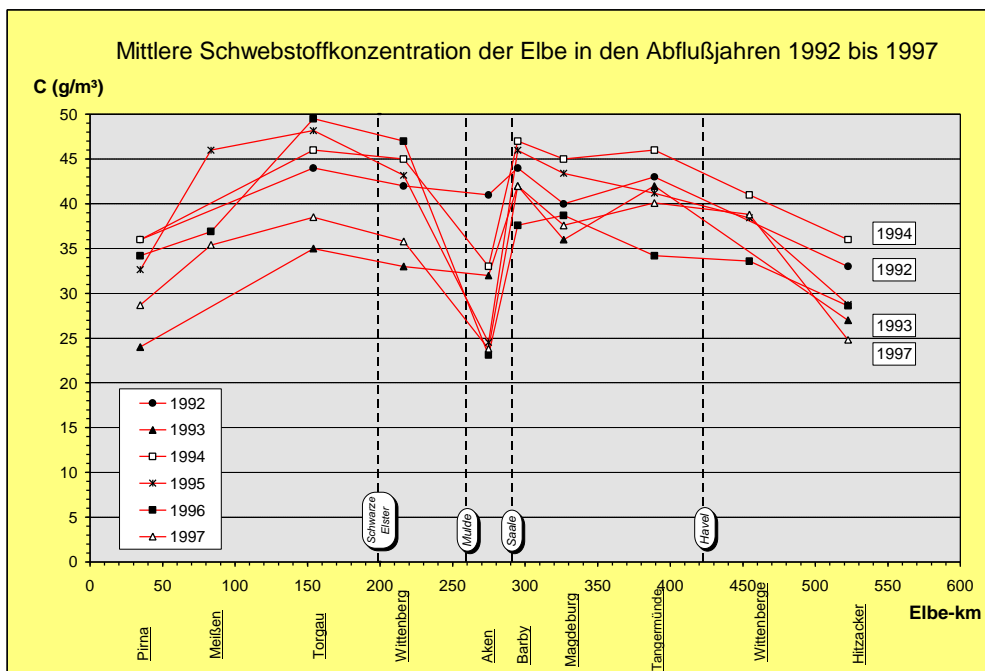


Abb. 2: Mittlere Schwebstoffkonzentration der Elbe in den Abflußjahren 1992 bis 1997

Die Berechnungsergebnisse für die Jahresfrachten im Längsschnitt der Elbe (Abb. 3) zeigen, daß sowohl im Längsverlauf der Elbe als auch in Abhängigkeit von den Abflußverhältnissen mit erheblichen Frachtunterschieden zu rechnen ist. Wiederum wird deutlich, daß die Saale einen mit keinem sonstigen Nebenfluß vergleichbaren Einfluß auf die transportierte Schwebstofffracht der Elbe hat, deren Ausmaß in Abhängigkeit der hydrologischen Verhältnisse im Saale-Einzugsgebiet jedoch unterschiedlich ausfällt. Wie die Auswertungen für das Abflußjahr 1995 zeigen, können unterhalb der Saalemündung Jahresfrachten von  $10^6$  t und darüber auftreten, die von der Elbe bei Aken transportierte Fracht kann durch den Saalezufluß somit mehr als verdoppelt werden. Im Unterschied zur Schwebstoffkonzentration ist die Varianz der jährlichen Schwebstofffrachten entsprechend den in den einzelnen Jahren stark unterschiedlichen Abflußverhältnissen sehr hoch.

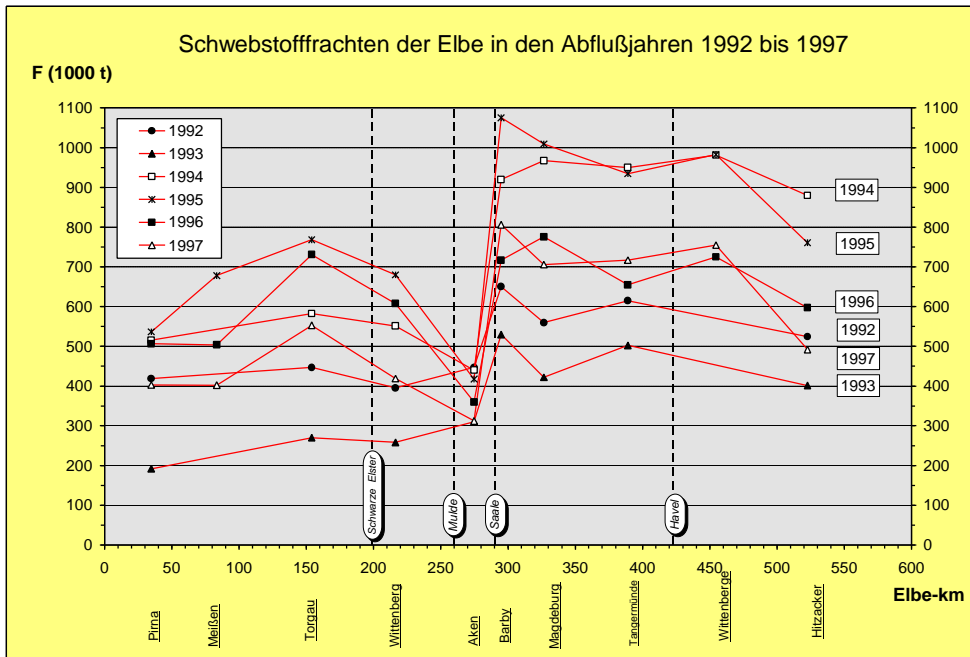


Abb. 3: Schwebstofffrachten der Elbe in den Abflußjahren 1992-1997

### 3 Hydrologisches Feststoffbilanzmodell

Um Änderungen des Feststoffregimes eines Fließgewässers in ihren Auswirkungen für Schifffahrt und Abflußsituation abzuschätzen, wurde von der BfG ein Bilanzmodell entwickelt, mit welchem durch Simulation der räumlichen und zeitlichen Entwicklung des Geschiebetransports sowie des für die Bettbildung bedeutsamen Anteils der suspendiert transportierten Sandfracht Prognosen erstellt und entsprechende Steuergrößen zur Geschiebemanagement (Baggerungen, Geschiebezugabe) berechnet werden. Als Entscheidungs- und Planungsgrundlage zur Lösung von Zielkonflikten bei Unterhaltung, Ausbau und ökologischem Umbau kann dieses Bilanzmodell einen Beitrag zur Abstimmung einer einheitlichen Strategie auch für die Elbe leisten.

Die Datengrundlage dieses empirischen Modells bilden neben täglichen mittleren Abflüssen und Querprofildaten im wesentlichen die geschilderten Naturmessungen, anhand derer Transport-Abfluß-Beziehungen berechnet werden, die den Zusammenhang zwischen Geschiebetransport bzw. Transport suspendierten Sandes und dem Abfluß beschreiben. Diese Beziehungen werden durch Messungen ständig aktualisiert.

Die Ergebnisse der Modellanwendung ermöglichen Aussagen über Lokalität und Ausmaß von Ungleichgewichten im Feststoffregime und zu Sohlhöhenänderungen und geben Vorgaben für künstliche Eingriffe zur Geschiebemanagement. Zukünftig ist die Implementierung einer Plausibilitätskontrolle geplant, indem die abschnittsweise ermittelten Sohlhöhenänderungen mit Differenzen aus Querprofilpeilungen und mit Wasserspiegellagenänderungen verglichen werden können.