

Selbstreinigung der Flüsse durch Verlagerung, Verdünnung und Austrag von schwermetallbelasteten Sedimenten

Christiane Hanisch, Lutz Zerling

1 Einleitung

Flusssedimente stellen das Langzeitgedächtnis der Gewässergüte dar. Sie sind Senken und Quellen der durch anthropogene Nutzung angereicherten Schwermetalle. In den Sedimenten und Schwebstoffen der Elbe und ihrer Nebenflüsse sind mehrere umweltrelevante Schwermetalle stark angereichert. Die Weiße Elster, ein als Modell ausgewählter Nebenfluss der Saale, ist sehr stark mit Cadmium, Quecksilber und Zink belastet (Müller et al. 1998). Seitdem mit Beginn der neunziger Jahre die Einträge der Industrie spontan und drastisch reduziert wurden, verlagern sich die Kontaminationsspitzen der betreffenden Schwermetalle in den jeweils obersten Sedimentschichten Jahr für Jahr weiter flussabwärts. Die Analyseergebnisse der aktuellen Sedimente aus der Saale und ihren Nebenflüssen bestätigen diesen Trend (Posterbeitrag Zerling, Hanisch, Müller).

2 Zielstellung

Die qualitative Bewertung der Schwermetallbelastung der Weißen Elster wurde seit 1992 durch Abschätzung der im Fluss abgelagerten Sedimentmassen und durch die Erfassung des Schwebstoffaustrags in das Flusssystem der Saale quantitativ untermauert. Die Sedimentmassen verringerten sich in den Wehrstauräumen des Ober- und Mittellaufes. Die Flussabwärtsverlagerung erfolgte vor allem während der Hochwässer oder nach der Mobilisierung durch Flussbaumaßnahmen. Im Unterlauf akkumulierten sich erhebliche Mengen Altsediment, deren Kontaminationspotenzial durch Überdeckung mit jüngeren, unbelasteteren Sedimenten ebenfalls verringert worden ist. Bei höheren Abflüssen besteht jedoch die Gefahr, dass stark kontaminierte Altsedimente resuspendiert werden und flussabwärts die Sedimentqualität erneut verschlechtern. Ziel der Untersuchungen ist es, die sich durch Resuspension, Verdünnung und Verlagerung vollziehenden Selbstreinigungsvorgänge im Fluss in Abhängigkeit von der Zeit und den hydrologischen Bedingungen zu quantifizieren.

3 Methoden

Die Änderung der aktuellen Sedimentqualität im Flusslauf wird durch wiederholte Beprobungen über mehrere Jahre verfolgt. Die Untersuchungen von Sedimentkernen aus Stauräumen dokumentieren das Kontaminationspotenzial. Da an kleinen Flüssen keine automatischen Mess- und Probenahmestationen installiert sind, müssen sinnvolle Aussagen zur Sedimentverlagerung in suspendierter Form aus den Analysendaten von Wasserstichproben gewonnen werden. Diese werden während unterschiedlicher hydrologischer

Situationen an mehreren Orten im Flusslauf zur Ermittlung des Schwebstoffgehaltes entnommen. Der Gehalt des Schwebstoffes an umweltrelevanten königswasserlöslichen Schwermetallen wird bestimmt.

4 Ergebnisse

Für die jeweiligen Probenahmeorte konnten entsprechend der Spezifität der Ereignisse lineare Beziehungen zwischen Schwebstoffgehalt und Durchfluss (Schwebstoffgehalt = $f \cdot Q$) ermittelt werden (Abb. 1).

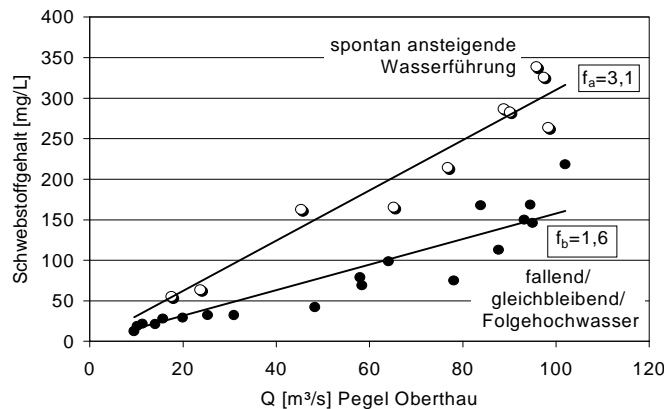


Abb. 1. Abhängigkeit des Schwebstoffgehaltes vom Durchfluss. Weiße Elster, Pegel Oberthau

Bei Hochwasserereignissen hat es sich bewährt, mehrmals täglich zu beproben. Ein Vergleich der erfassten Daten mit den nach

$$(I) \quad \text{Schwebstoffgehalt} = f_n \cdot Q_i$$

$Q_i = \text{Durchfluss (zweistündiger Messintervall)}$
 $f_n = \text{ereignisabhängiger Faktor (} f_a \text{ oder } f_b \text{)}$

berechneten, ermöglicht eine vereinfachte Abbildung der Schwebstoffführung (Abb. 2).

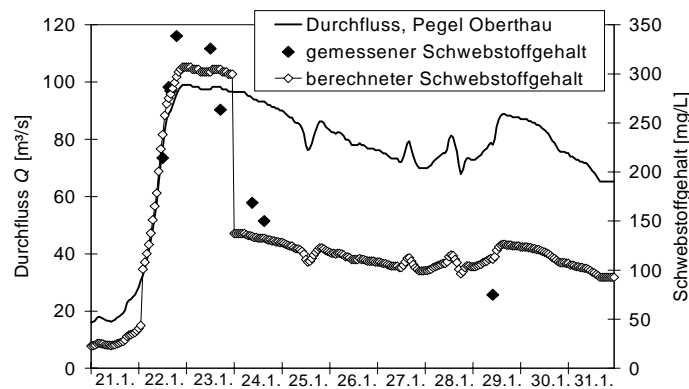


Abb. 2. Schwebstoffgehalte am Pegel Oberthau während des Hochwassers vom 21. – 31.01.02.

Die größte Menge an hoch kontaminiertem Altsediment der Weißen Elster lagert in den großen Stauräumen im Unterlauf. In dem stark vernetzten Gewässerabschnitt in Leipzig münden Pleiße und Parthe in die Weiße Elster. Die Differenz aus den Frachtsummen dieser drei Flüsse vor den Leipziger Stauräumen und danach (Weiße Elster bei Oberthau) sowie die Änderung der Schwermetallgehalte der Schwebstoffe sollen Auskunft über Ablagerung und Resuspension der Sedimente geben. Die Schwebstofffrachten wurden nach

$$(II) \quad \text{Schwebstofffracht [kg]} = \Sigma(7,2 \cdot f_a \cdot Q_{ia}^2) + \Sigma(7,2 \cdot f_b \cdot Q_{ib}^2)$$

berechnet (Tab. 1).

Tab. 1. Bilanz eines Hochwassers (21.–31.01.02) in einem Gewässerabschnitt der Weißen Elster

	Weißer Elster vor den Stauräumen in Leipzig	Pleiße	Parthe	Weißer Elster in Oberthau	Differenzen
Wasser-Fracht (Mill. m ³)	46,3	16,8	3,3	71,3	5,0
Schwebstoff-Fracht (t)	5307	3413	216	10411	1476

Die Wasserbilanz ist zeitlich innerhalb von 11 Tagen noch nicht ausgeglichen, außerdem sind nicht alle Zuflüsse erfasst. Daraus resultiert ein Fehler von 7 %. Die Anreicherung der Schwebstofffracht unterhalb von Leipzig um 14 % spricht ebenso wie die erhöhten Zink- und Cadmiumgehalte im Schwebstoff nach Passage der Leipziger Stauräume für eine Mobilisierung von Altsedimenten.

Analog zu II können Schwebstofffrachten vergangener Jahre aus den Tagesmittelwerten der Abflussmengen (MQ_{Tag}) nach

$$(III) \quad \text{Jahresfracht [t]} = \Sigma(0,084 \cdot f_a \cdot MQ_{\text{Tag a}}^2) + \Sigma(0,084 \cdot f_b \cdot MQ_{\text{Tag b}}^2)$$

abgeschätzt werden. Unsicherheiten ergeben sich durch die rückwirkende Zuordnung der Ereignisse zur betreffenden Regressionsgleichung (f_a oder f_b). Die nicht dokumentierte zeitliche Veränderung der Frachten infolge des Rückgangs kommunaler und industrieller Einleitungen stellen eine weitere Fehlerquelle dar. Beim Vorliegen von Messdaten können die nach III geschätzten Ergebnisse mit denen nach

$$(IV) \quad \text{Schwebstofffracht} = \Sigma(c_i \cdot Q_i) \cdot MQ_{\text{Jahr}}^2 / MQ_i^2$$

c_i = gemessene Schwebstoffkonzentration

berechneten verglichen werden (Abb. 3).

Die remobilisierten Sedimente aus der Weißen Elster gelangen nur zum Teil in die Saale. Ein Großteil wird auf den Retentionsflächen als Hochflutsediment abgelagert. Hierbei werden die Schwermetalle aus dem aquatischen in das terrestrische, oxidativere Milieu verfrachtet und unterliegen dort anderen Mobilisierungsprozessen. An Wasserproben von Probenahmestellen, die oberhalb (Oberthau) und unterhalb (Ammendorf) der Überflutungsflächen liegen, wurden die Frachten während verschiedener Abflusssituationen ermittelt. Nach Berechnung der Jahresfrachten (nach III und/oder IV) können aus deren

Differenzen die Mengen des seit 1997 abgelagerten Hochflutsedimentes geschätzt werden (Abb. 3).

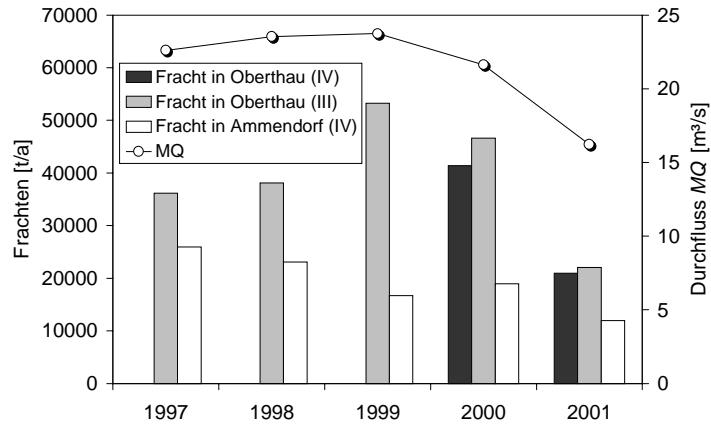


Abb. 3. Schwebstofffrachten der Weißen Elster oberhalb (Oberthau) und unterhalb (Ammendorf) von Retentionsflächen

Um den Beitrag der Weißen Elster an der Schwermetallbelastung der Saale zu dokumentieren, wird seit 1993 der Austrag von Schwebstoffen in die Saale kurz vor der Mündung erfasst. Bei stetig verringerten Metalleinträgen kann die Qualität der ausgetragenen Schwebstoffe als Maß für die Verbesserung der Belastungssituation und das Selbstreinigungsvermögen der Weißen Elster angesehen werden (Abb. 4).

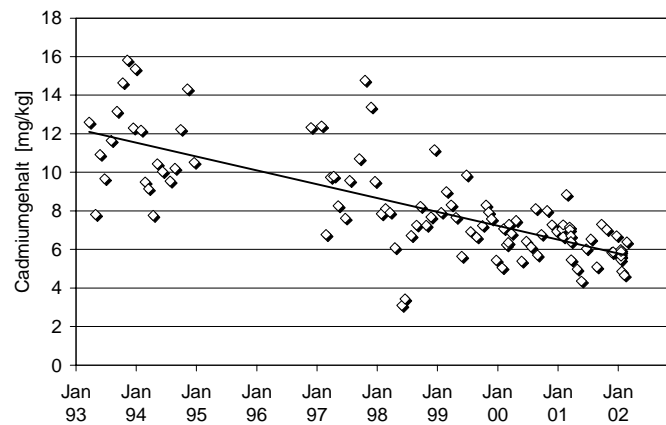


Abb. 4. Cadmiumgehalte in Schwebstoffen der Weißen Elster vor ihrer Mündung in die Saale

Literatur

Müller, A.; C. Hanisch, L. Zerling, M. Lohse, A. Walther (1998) Schwermetalle im Gewässersystem der Weißen Elster. Abh. Sächs. Akad. Wiss. **58**, H. 6