



## Trendmonitoring von Schadstoffen in Sedimenten und Schwebstoffen der Binnemelbe

Evelyn Claus ([claus@bafg.de](mailto:claus@bafg.de)), Jürgen Pelzer ([juegen.pelzer@bafg.de](mailto:juegen.pelzer@bafg.de)),  
Peter Heininger ([heininger@bafg.de](mailto:heininger@bafg.de)) Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

### Zusammenfassung

Partikulär gebundene Schadstoffe spielen im Elbeinzugsgebiet eine bedeutende Rolle bei der Beurteilung der Gewässerqualität. Es sind vielfach persistente, bio- und geakkumulierbare Stoffe mit einer langen industriellen Vergangenheit. Die partikelgebundenen Schadstoffkonzentrationen sind in weiten Teilen der Elbe seit Mitte der 1990er nicht im gleichen Maße wie bei den gelösten Stoffen zurückgegangen (FGG Elbe, 2009). Ein Trendmonitoring von Schwermetallen und organischen Schadstoffen in Sedimenten und/oder Schwebstoffen führt unter bestimmten Voraussetzungen zu vergleichbaren Aussagen. Entscheidende Faktoren sind die Probenahme sowie die Untersuchung vergleichbaren Materials oder die Untersuchung einer Feinkornfraktion (Fraktion 20µm, 63µm). Ein ausreichend langer Untersuchungszeitraum bzw. eine höhere Frequenz der Probenahme bei kürzerem Zeitraum sind zwingend erforderlich.

### Hintergrund

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) führt seit 1991 regelmäßig Untersuchungen von Sedimenten und Schwebstoffen im Rahmen verschiedener Messprogramme zur Erfüllung von Aufgaben des Bundes für das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) an der Elbe durch. Diese langjährigen Untersuchungen ermöglichen auch Aussagen zu Belastungstrends. Sedimenten und Schwebstoffen kommt an der Elbe eine besondere Bedeutung zu. Im „Hintergrundpapier zur Ableitung der überregionalen Bewirtschaftungsziele für die Oberflächengewässer im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe (FGG) für den Belastungsschwerpunkt Schadstoffe“ (FGG Elbe, 2009) wurde diese wie folgt beschrieben:

1. „Das aktuelle Problem der Elbe mit einer Reihe "klassischer" Schadstoffe stammt überwiegend aus Einträgen, die in der Gegenwart nicht mehr vorkommen;
2. Es handelt sich in erheblichem Maße um ein Schwebstoff- und Sedimentproblem“.

### Material und Methoden

An 22 Standorten der Binnemelbe zwischen Schmilka und Geesthacht und an wichtigen Nebenflüssen der Elbe (Saale, Mulde, Schwarze Elster, Havel) wurden in Sedimenten und Schwebstoffen die Gehalte an prioritären Stoffen bestimmt. Die Probenahme von Sedimenten erfolgte ein- oder zweimal jährlich mit Hilfe verschiedener Techniken, vorrangig mit van Veen-Greifern, in Bühnenfeldern, Hafeneinfahrten und Alt-

armen, d.h. an Orten mit reduzierter Strömungsgeschwindigkeit und der Möglichkeit zur Sedimentation von Schwebstoffen. Für den Zweck unserer Untersuchungen wurden schwebstoffbürtige Sedimente aus der oberen Sedimentschicht entnommen (Heininger et al., 2003). Am Standort Wittenberge, Elbe-km 454 wurden seit 1993 zusätzlich Schwebstoffe als Monatsmischprobe gesammelt.

An der Elbe hat sich das Bild in den letzten Jahren stark gewandelt. Viele Bühnenfelder in der Elbe enthalten immer mehr sand- und kieshaltiges Material. Feinkörnige Sedimente (Mudden) sind nur in ausgewählten Abschnitten anzutreffen, bilden aber die Grundlage für die Adsorption einer Vielzahl von Schadstoffen. Viele Hafeneinfahrten und mit dem Elbestrom verbundene Altarme sind bevorzugte Sedimentationsräume.

Zur Ermittlung der Schadstoffgehalte kamen Analyseverfahren wie GC/MS oder ICP/MS zum Einsatz.

### Ergebnisse und Diskussion

Ein Schwerpunkt im Europäischen Gewässerschutz besteht seit Langem in der Minimierung von Schadstoffeinträgen in die Gewässer. Zur Erreichung der Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (EU-WRRL, 2000 und 2008) ist es erforderlich, Maßnahmen zur Schadstoffreduzierung zu ergreifen. Die Flussgebietsgemeinschaft Elbe hat im Rahmen der Erstellung des ersten Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen für das Einzugsgebiet der Elbe identifiziert. Auf der Basis der verfügbaren Daten der Messstellen der Überblicksüberwachung des deutschen Elbegebietes (Gewässergüteberichte der ARGE Elbe) wurde eine detaillierte Einschätzung der Schadstoffsituation vorgenommen. Im Ergebnis der Analyse war festzustellen, dass für eine Reihe von Stoffen, die zur Bewertung des chemischen oder ökologischen Zustandes heranzuziehen sind, der Zustand schlecht ist.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde kann aus eigenen Untersuchungen im Bereich der Elbe zwischen Schmilka und Geesthacht für den Untersuchungszeitraum 1991-2009 die getroffenen Aussagen bestätigen. Zwar kann für die meisten Schadstoffe ein rückläufiger Trend in der Belastung festgestellt werden, aber oft liegt das Konzentrationsniveau weit über den Zielvorgaben für verschiedene Schutzgüter. Unter den untersuchten prioritären organischen Schadstoffen zeigen PAK, PCB, HCB und HCH einen rückläufigen Trend, DDT und dessen Metabolite bleiben trotz des langjährigen Einsatzverbotes in einzelnen Gewässerabschnitten der Binnemelbe ein Problemstoff. Unter den Schwermetallen sind

die Konzentrationen für Zink, Quecksilber, Cadmium, Chrom, Blei und Kupfer fallend. Nickel und Arsen zeigen keinen signifikanten Trend, die Werte erreichen die regionalen Hintergrundwerte.

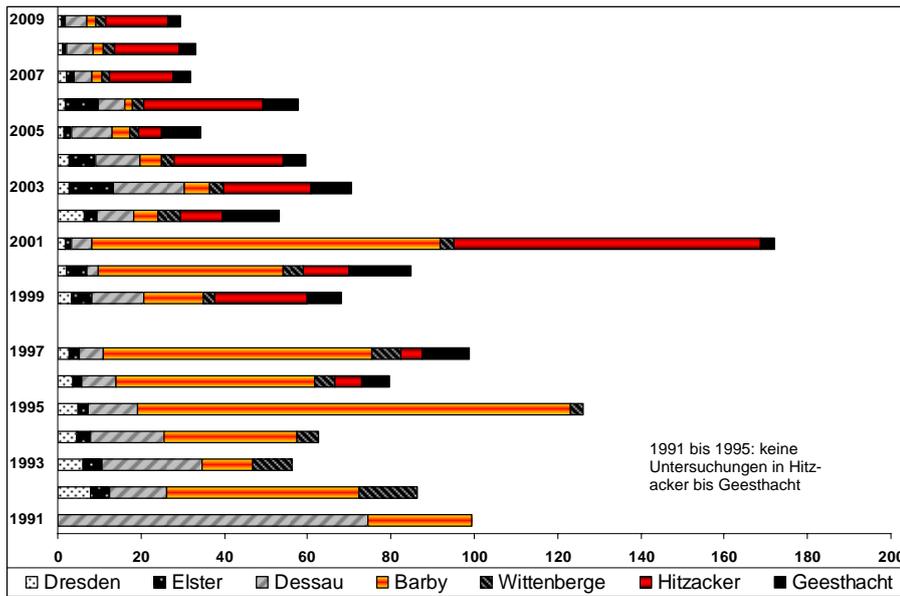
Grundvoraussetzung, um Aussagen zum Belastungstrend von Schadstoffen in Sedimenten und Schwebstoffen machen zu können, sind zum einen eine regelmäßige Beprobung und zum anderen die Vergleichbarkeit des zu untersuchenden Substrats. Um dies gewährleisten zu können, sollten die ausgewählten Probenahmeorte robust gegenüber Abflussschwankungen sein. Feinkörnige Sedimente, besser noch die Untersuchung von Feinkornfraktionen ( $< 20\mu\text{m}$ ,  $< 63\mu\text{m}$ ), gewährleisten dies. Bei der Untersuchung von Gesamtproben ( $< 2\text{mm}$ ) ist u. U. eine Normierung der gemessenen Gehalte auf den Feinanteil oder auf einen Kofaktor zu berücksichtigen. Für ein Trendmonitoring ist weiterhin ein ausreichend langer Untersuchungszeitraum bzw. ein kürzerer Zeitraum mit erhöhter Frequenz der Probenahme zu gewährleisten. An der Elbe gibt es eine Vielzahl eingesetzter Probenahmetechniken zur Gewinnung von Schwebstoffen. An geeigneten Messstellen kann die Sedimentbeprobung gut für die Trendermittlung eingesetzt werden und ist in diesen Fällen sehr wirtschaftlich. Eine Auswahl der Technik erfolgt auch in Abhängigkeit von der Gewässermorphologie (FGG Elbe 2010).

Im Folgenden werden stellvertretend für umfangreiche Untersuchungen von Schwermetallen und weiteren Elementen sowie organischen Schadstoffen die Ergebnisse des Trendmonitorings von Quecksilber (Sediment) und PCB 153 (Sediment und Schwebstoff im Vergleich) vorgestellt.

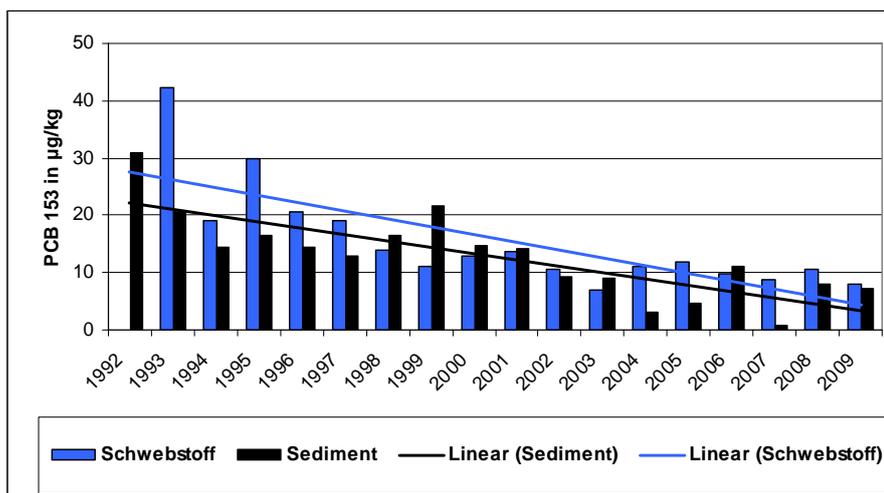
Die Abbildung 1 zeigt die **Quecksilberbelastung der Sedimente (Feinkornfraktion  $< 20\mu\text{m}$ )** an ausgewählten Probenahmestellen im Längsverlauf der Elbe. Der Untersuchungsstandort Dresden repräsentiert die Situation am deutsch-tschechischen Grenzübergang. Die Orte Elster, Dessau, Barby und Wittenberge liegen unterhalb der Mündungen der Schwarzen Elster, Mulde, Saale bzw. Havel. Hitzacker und Geesthacht charakterisieren die Belastung im weiteren Verlauf der Binnenelbe. Aus der Abbildung ist ein Rückgang der Gesamtbelastung zu erkennen. Das Konzentrationsniveau bleibt aber an einigen Standorten weiterhin hoch. Durch Stilllegung industrieller Produktionsstätten sowie durch Remobilisierung und Transport der Sedimente (Hochwasser 2002) haben sich die Belastungsschwerpunkte teilweise verändert. Die hohen Konzentrationen in Barby (orange-farbige Balken) und Hitzacker (rote Balken) im Jahr 2001 finden sich nur noch am letztgenannten Standort wieder. Hier wurden auch 2009 noch Konzentrationen von  $15\text{ mg/kg}$  gemessen. Dessau, unterhalb der Muldemündung gelegen, weist seit 2002 konstant Quecksilbergehalte von ca.  $5\text{ mg/kg}$  auf, 1991 wurden hier  $74,5\text{ mg/kg}$  gemessen. Die Zielvorgabe der IKSE zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft liegt für Sedimente bei  $0,8\text{ mg/kg}$ .

Die Abbildung 2 zeigt den Belastungstrend (Jahresmittelwerte) für den Schadstoff **PCB 153 in Sedimenten (Fraktion  $< 2\text{mm}$ ) und Schwebstoffen (Gesamtprobe)** am Probenahmeort Wittenberge, Elbe-km 454. Hier wurden seit 1992 ein- bis zweimal pro Jahr Sedimente mit einem Backengreifer entnommen und analysiert, Schwebstoffe seit 1993 als Monatsmischprobe aus einem im Elbestrom schwimmenden Sammler. Es wurden fünf bis zwölf Messwerte für PCB 153 pro Jahr ermittelt. Die beiden Trendlinien zeigen trotz erkennbarer Schwankungen der PCB-Konzentrationen über den Beobachtungszeitraum (1992-2009) ein sehr ähnliches Ergebnis bei 150 Untersuchungen in Schwebstoffen im Vergleich zu 25 Untersuchungen im Sediment. In den letzten Jahren werden am Standort Wittenberge regelmäßig Konzentrationen von ca.  $10\text{ }\mu\text{g/kg}$  gemessen. Im Gewässerabschnitt zwischen Dresden und Magdeburg werden weitaus höhere Gehalte von ca.  $10\text{-}50\text{ }\mu\text{g/kg}$  gemessen. Die Zielvorgabe der IKSE zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft für Sedimente beträgt  $5\text{ }\mu\text{g/kg}$ .

Langjährige Untersuchungsreihen an feinkörnigen Sedimenten führen wie monatliche Schwebstoffuntersuchungen zu identischen Trendaussagen. Das gilt sowohl für Schwermetalle als auch für organische Schadstoffe. Das Verteilungsmuster der Schadstoffbelastung im Elbeverlauf („hot spots“) variiert über die Standorte und Jahre. Derzeitig werden in der EU eine einmalige Beprobung bzw. Mittelwerte aus mindestens drei Beprobungen pro Jahr über lediglich sechs Jahre (Bewirtschaftungszeitraum) für ein Trendmonitoring empfohlen. Inwieweit dieser Zeitraum für eine Trendermittlung im Zusammenhang mit Aussagen zum Verschlechterungsverbot/Reduzierungsanforderungen nach Art. 4 EU-WRRL geeignet ist, bleibt zu überprüfen. Gleiches gilt für die Forderung, die Schadstoffgehalte in der Fraktion  $< 63\text{ }\mu\text{m}$  zu untersuchen. Eine Diskrepanz ist offensichtlich: einerseits sollten langjährige Datenreihen fortgeführt werden können, andererseits sind die entsprechenden Guidance-Dokumente zu beachten. In Deutschland werden beispielsweise die Schwermetalle überwiegend in der  $< 20\text{ }\mu\text{m}$ -Feinkornfraktion untersucht, während in anderen Staaten oft die  $< 63\text{ }\mu\text{m}$ -Fraktion oder die Fraktion  $< 2\text{ mm}$  verwendet wird. Zumindest mittelfristig sollte mit einer Übergangsregelung diesem Sachverhalt Rechnung getragen werden.



**Abb.1:** Quecksilberkonzentrationen (mg/kg TS) in Sedimenten (Fraktion <20µm) ausgewählter Standorte der Binneneibe (1991-2009)



**Abb.2:** PCB 153 (Jahresmittelwerte) in Sedimenten (Fraktion <2 mm) und Schwebstoffen (Wittenberge, Elbe-km 454)

## Literatur

- EU (2000): EU-Wasserrahmenrichtlinie Nr. 2000/60/EG, Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000
- EU (2008): RICHTLINIE 2008/105/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG, 86/280/EWG und zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG
- FGG Elbe, 2009: Hintergrundpapier zur Ableitung der überregionalen Bewirtschaftungsziele für die Oberflächengewässer im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Belastungsschwerpunkt Schadstoffe.  
[www.fgg-elbe.de](http://www.fgg-elbe.de)
- FGG Elbe, 2010: Empfehlung zu Schwebstoffuntersuchungen an Überblicksmessstellen der Elbe.
- Heininger, P., Pelzer, J., Claus, E., Pfitzner, S. (2003): Results of long-term sediment quality studies on the river Elbe. Acta hydrochim. hydrobiol. 31, (4-5), 356-367

## Korrespondenzadresse:

Evelyn Claus  
 Bundesanstalt für Gewässerkunde  
 Am Mainzer Tor 1  
 56068 Koblenz, Deutschland  
 E-Mail: [claus@bafg.de](mailto:claus@bafg.de)