

6 Ergänzende Untersuchungen zum Feststoffhaushalt der Elbenebenflüsse

6.1 Konzeptionelle Überlegungen zum Untersuchungsprogramm

Auf der Grundlage der Datenrecherche konnte festgestellt werden, dass sowohl quantifizierende als auch den Transportcharakter charakterisierende Aussagen zum Schwebstoffeintrag und zum Schwebstoffhaushalt der Elbenebenflüsse durch die Auswertung bestehender Messreihen möglich sind. Wesentliche Wissensdefizite und Datenlücken bestanden hingegen im Hinblick auf den Geschiebeeintrag und auf Feststofflieferpotentiale der Nebenflüsse. Aufgrund dessen wurde im Rahmen des Projektes ein Messprogramm zur ergänzenden Untersuchungen des Feststoffhaushaltes der Elbenebenflüsse konzipiert und umgesetzt, das folgende Schwerpunkte zum Inhalt hatte:

- Korngrößenzusammensetzung der Sohlsedimente (Band 2 Anhang G)
 - Um Aufschluss über die potentiell möglichen Korngrößen eintragbarer Feststoffe in die Elbe zu erhalten, wurden Sohlbeprobungen an allen untersuchten Nebenflüssen vorgenommen.
- Geschiebemessungen (Band 2 Anhang G)
 - In den Mündungsbereichen der gefällestarken Flussgebiete des anstehenden Grundgebirges im Bereich der Oberen Elbe
 - In den Mündungsbereichen der größeren Nebenflüsse Mulde und Schwarze Elster, da diese Anschluss an die Mittelgebirge aufweisen und nicht staugeregelt sind. Geschiebemessungen in der Saale, die von der BfG unterhalb der Staustufe Calbe durchgeführt wurden, belegen, dass dort keine nennenswerten Geschiebetransporte stattfinden.
- Messungen der suspendierten Feststoffe
 - Aufgrund der hohen Nebenflussdichte 1. Ordnung, der geringen Verfügbarkeit an Messdaten von zahlreichen Nebenflüssen und der unzureichenden Messfrequenz in den kleinräumigen EZG im Bereich der Oberen Elbe
 - Da zur Korngrößenzusammensetzung des in Suspension transportierten Materials kaum Daten vorhanden waren, wurden an allen untersuchten Nebenflüssen Stichproben zum Gehalt an Suspendiertem Sand entnommen.
- Feststofftransportmessungen in der Elbe unterhalb von Einmündungen

- Um den unmittelbaren Einfluss größerer Nebenflüsse auf den Feststofftransport und auf die Feststoffverteilung in der Elbe feststellen zu können, wurden Vielpunktmessungen der Schwebstoffkonzentration, der Konzentration des Suspendierten Sandes und der Geschiebetransporte unterhalb ihrer Einmündung mit Unterstützung des WSV-Messschiffes "Elbegrund" durchgeführt (Abb. 6-1). Untersucht wurden Elbepprofile direkt unterhalb der Ohre, der Mulde und der Schwarzen Elster und 3,6 km unterhalb der Saale auf der Höhe von Barby.



Abb. 6-1: Feststofftransportmessung in der Elbe unterhalb der Mündung der Schwarzen Elster mit dem WSV-Messschiff „Elbegrund“.

6.2 Geländemethoden

6.2.1 Sohlaufnahmen

In Mündungsnähe (0,1 – 5 km) der Nebenflüsse wurden Aufnahmen der Sohlbeschaffenheit durchgeführt. Dies erfolgte durch die Entnahme von Sohlmaterial mittels Schürfkübel oder Zweischaalen-Greifer (Fassungsvermögen 10 l, Abb. 6-2) an mehreren Messpunkten im Querprofil. Trockengefallene Kies- und Schotterbänke und Schüttkegel wurden fotografisch dokumentiert und ebenfalls beprobt. Sofern zwischen Deck- und Unterschichten unterschieden werden konnte, erfolgte die Materialentnahme separat. Die Korngrößenzusammensetzung des Sohlmaterials wurde im gewässermorphologischen Labor der BfG in Berlin ermittelt. Petrografische Untersuchungen wurden an dem Sohlmaterial nicht vorgenommen.

Zur Bestimmung des Sohlgefälles und zur Volumenberechnung temporärer Ablagerungen im Flussbett wurden an den einmündenden Nebenflüssen im Bereich der Oberen Elbe Vermessungen mittels Nivelliergerät durchgeführt (Abb. 6-2).



Abb. 6-2: Feststofftransportmessung am Bsp. der Döllnitz / Ms Riesa-Merzdorf (Messung der Fließgeschwindigkeit mit Nautilus C 2000, Nivelliergerät / Bodengreifer, Horizontalschöpfer auf der Brücke).

6.2.2 Abflussmessungen

Für die Berechnung von Feststofffrachten wurden in einigen Fällen (ansonsten Abfrage der Pegelmessstelle der zuständigen Behörde) Vielpunktmessungen der Fließgeschwindigkeit parallel zu den Schwebstoffmessungen im Gewässerquerschnitt durchgeführt. Die Fließgeschwindigkeit wurde mittels des magnetisch-induktiven Strömungssensors Nautilus C 2000 der Firma Ott Hydrometrie ermittelt. Die Strömung des Wassers induziert dabei in einem Magnetfeld eine Spannung (Faradayschen Funktionsprinzip), die der Strömungsgeschwindigkeit proportional ist. Über einen Messzeitraum von 50 Sekunden wird im Impulsumwandler Sensa Z 300 der Firma Ott Hydrometrie wiederholt die Spannung gemessen und anschließend ein Mittelwert errechnet. Die Fließgeschwindigkeit (m/s) wird digital mit einer Genauigkeit von 1 mm/s angegeben.

Die während der Messungen ermittelten Parameter zum durchflossenen Messquerschnitt und die Fließgeschwindigkeiten wurden zur Berechnung des Abflusses in ein datenbankbasierendes Programm (SOFTWARE Q Version 2.0) der Firma Quantum Hydrometrie eingegeben. Der Berechnungsalgorithmus basiert auf den Richtlinien der Pegelvorschrift zur Durchflussermittlung. Demnach werden Geschwindigkeitsflächen für die

Lotrechten in m^2/s ermittelt und über den Messquerschnitt integriert. Das Ergebnis dieser Berechnungen ist der Abfluss in m^3/s .

6.2.3 Geschiebemessungen

Im Rahmen des Projektes wurden in der unmittelbaren Mündungsnähe der Nebenflüsse in die Elbe, Messungen zum Geschiebetransport nach DVWK – Regeln 127/1992 durchgeführt. Dazu wurde ein Geschiebefangkorb der BfG mit einer Maschenweite von 1,2 mm auf 0,5 mm für den mobilen Einsatz umgebaut. Der Fangkorb wurde bei flachen Wasserständen $< 0,5$ m direkt auf der Sohle befestigt (Abb. 6-3). In Wassertiefen $> 0,5$ m wurde der Fänger vom Schlauchboot abgelassen und mittels Voranker (20 m vor dem Einlauf) im Strom arretiert. Dieses Messprinzip bei dem der Fänger nicht durch das Gewicht sondern durch die Strömung auf die Sohle gedrückt wird, wurde im Rahmen des Projektes entwickelt, um die Gewichtsprobleme beim Umgang mit erprobten Geschiebefängern zu umgehen.



Abb. 6-3: Umgebauter BfG-Geschiebefänger während der Geschiebemessung (Bsp. Lachsbach, Messprofil 100 m vor der Mündung)

In geringen Wassertiefen konnte der Einlauf und die Lage des Fängers auf der Sohle ohne Schwierigkeiten visuell beobachtet und auf hydraulische Veränderungen (Unterspülung, Vorstau etc.), die zu Verfälschungen des Messergebnisses führen, reagiert werden (Abb. 6-3). Dies trifft auf die Geschiebemessungen an den sächsischen Nebenflüssen zwischen der Kirnitzsch und der Dahle zu. In den Nebenflüssen Schwarze Elster und Mulde konnten Geschiebemessungen nur vom Schlauchboot aus durchgeführt werden, so dass hier keine Aussagen zur Qualität der Messungen getroffen werden können. Diese Ergebnisse werden entsprechend kritisch in der Ergebnisdarstellung diskutiert. Je nach Geschiebeführung betrug

die Messzeit zwischen 5 und 30 Minuten. Die Geschiebemenge und Korngrößenverteilung wurde im gewässermorphologischen Labor der BfG in Berlin bestimmt und mittels der BfG-Software GAUS (Version m.m) der Geschiebetransport berechnet.

6.2.4 Messung des Suspendierten Sandanteils

Zur Bestimmung des in Suspension transportierten Sandes wurde mittels Benzinpumpe ein definiertes Wasservolumen in einer bestimmten Zeit (Stoppuhr) aus einer festgelegten Gewässertiefe abgepumpt und über ein 63µm Sieb geleitet. Die Höhe des Wasservolumens wurde über die Förderleistung der Pumpe durch dreimaliges Füllen eines 10 l Gefäßes pro Zeiteinheit bestimmt. Der Rückstand > 63 µm wurde quantitativ in ein PE-Gefäß überführt und der Gewichtsanteil im Labor der BfG Berlin analysiert. Der prozentuale Anteil des suspendierten Sandes am Gesamtschwebstofftransport ließ sich durch die Bestimmung des Schwebstoffgehaltes einer während des Abpumpvorgangs entnommenen 1 l Wasserprobe ermitteln. Um genügend Material für eine Analyse zu erhalten, war es mitunter notwendig bis zu 60 min abzupumpen. In diesem Zeitraum änderte sich bisweilen die Schwebstoffführung des untersuchten Gewässers, so dass Anteile an suspendiertem Sand von über 100% berechnet wurden. Diese Werte wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

6.2.5 Schwebstoffmessungen

Zur Bestimmung der Schwebstoffkonzentration wurden je nach natürlicher Gegebenheit 1 l Schöpfproben mittels Vertikalschöpfer (Hydro-Bios Kiel) in einer definierten Gewässertiefe entnommen. Die Messung erfolgte sowohl als Ein- als auch als Vielpunktmessung.

6.3 Labormethoden

6.3.1 Konzentrationsbestimmung Schwebstoff und Suspendierter Sand

Der Schwebstoffgehalt der Wasserproben wurde spätestens 48 h nach der Entnahme entsprechend der DIN 38 409 – H2 –2 im gewässermorphologischen Labor der BfG in der Außenstelle Berlin bestimmt. Als Filter wurde der Glasfaserfilter GF 92 der Firma Schleicher & Schüll (50 mm) verwendet. Zur Effizienz der Methode siehe Kapitel 4.3.

Das Probenmaterial des suspendierten Sandes wurde im Labor bei 105 °C getrocknet und das Trockengewicht mit einer Genauigkeit von 0,1 mg bestimmt. Um den mineralischen Sandanteil zu ermitteln wurde das Material nach DIN 38 414 Teil 3 bei 550°C geglüht, der

verbleibende Rest auf 0,1 mg gewogen und auf das Wasservolumen bezogen in mg/l suspendierter Sand angegeben.

6.3.2 Bestimmung der organischen Substanz

Der Gehalt an organischer Substanz wurde durch das Glühen (mind. 2 h) des Probenmaterials bei 550° C nach DIN 38 414 Teil 3 über die Bestimmung der Gewichts Differenz ermittelt. Der eintretende Massenverlust durch das entweichende Kohlendioxid kann unter Vernachlässigung weiterer Effekte (Entweichen von Zwischenschichtwasser der Tonminerale, Wassermoleküle im Opal von Diatomeenschalen) als Maß für den Gehalt an organischer Substanz verstanden werden.

Da für die Bestimmung des Organikgehaltes von Schwebstoffproben oft zu wenig Probenmaterial zur Verfügung steht, wurden Glasfaservorfilter GF 92 eingesetzt. Diese können bis 500 ° C geglüht werden. Da leichte Gewichtsverluste (ca. 3% des Eigengewichtes) auftreten, sind die Glasfaserfilter vor der Leergewichtsbestimmung 2 h bei 500 °C zu glühen. Die Bestimmung der Organischen Substanz im Schwebstoff erfolgt dann analog der DIN Vorschrift ebenfalls durch die Ermittlung der Massendifferenz, wobei das Probenmaterial jedoch nur auf 500 ° C erhitzt wird.

6.3.3 Bestimmung der Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung der entnommenen Sohlproben wurde nach DIN 18123 durch Trockensiebung ermittelt und mit dem Programm KORN, Version 1.10, (in der BfG Koblenz * Berlin entwickelt) ausgewertet und visualisiert.

Zur Analyse der Korngrößenverteilung des Suspendierten Sandes wurde mit dem Coulter LS 200 gearbeitet. Das Gerät ist zur Analyse von Korngemischen bis 2 mm geeignet und funktioniert nach dem Prinzip der Laserbeugung. Mit der Coulter-Software, Version 2.11a wurde die Korngrößenverteilung des Suspendierten Sandes als Häufigkeitskurve und als Summenhäufigkeitskurve dargestellt.