

## Bericht

### ***Bestandsaufnahme belasteter Altsedimente in ausgewählten Gewässern***

#### ***Sachsen-Anhalts***

##### ***Phase 1:***

#### ***Grundlagenermittlung und Sedimentmächtigkeitsbestimmungen***

Exemplare 3

Projekt-Nr.: 12.11.0040 (G.E.O.S.)



Auftraggeber: Landesbetrieb für Hochwasserschutz  
und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt  
Willi-Brundert-Straße 14  
06132 Halle (Saale)

Halle, den 09.01.2012

**G.E.O.S.**

Ingenieurgesellschaft mbH

Brachwitzer Straße 16  
06118 Halle

Telefon +49(0)345 444 796-0  
Telefax +49(0)345 444 796-11  
E-Mail halle@geosfreiberg.de  
www.geosfreiberg.de

Geschäftsführer:

Jürgen Kukuk

Jan Richter

Beiratsvorsitzender:

Dr. Horst Richter

HRB 1035 Amtsgericht  
Registergericht Chemnitz

Sparkasse Mittelsachsen  
Konto 3115019148  
BLZ 870 520 00

Deutsche Bank AG Freiberg  
Konto 2201069  
BLZ 870 700 00

USt.-IdNr. DE811132746

<b>Auftraggeber:</b>	Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt Willi-Brundert-Straße 14 06132 Halle (Saale)
<b>Projekt-Nr. G.E.O.S.:</b>	12.11.0040
<b>Bearbeitungszeitraum:</b>	07.2011 – 12.2011
<b>Bearbeiter:</b>	Dipl.-Geol. Dietmar Nehring Dipl.-Geoök. Katja Klemm Be.-Geol. Alexander Stöckel Geologietechniker Michael Mühlenbeck Julien Lavie (ArcView-Bearbeitung)
<b>Land:</b>	Sachsen-Anhalt
<b>Seitenanzahl Text:</b>	45
<b>Anzahl der Anlagen:</b>	6

Halle, den 09.01.2012

i. V.

Olaf Böhme  
Niederlassungsleiter

i. A.

Dietmar Nehring  
Projektleiter

## INHALTSVERZEICHNIS

Seite

<b>1</b>	<b>Veranlassung, Problemstellung und Untersuchungsziele</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Leistungsumfang</b> .....	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Charakterisierung des Untersuchungsgebietes</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1</b>	<b><i>Allgemeine Grundlagen</i></b> .....	<b>9</b>
<b>3.2</b>	<b><i>Grundlagen zur Klassifizierung und Bewertung der Schadstoffkonzentrationen</i></b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Rechercheumfang / einbezogene Institutionen</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Dokumentation und Sedimentdatenbank</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Bewertungsgrundlage</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b><i>Charakterisierung und Bewertung der einzelnen Fließgewässer</i></b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.1</b>	<b>Elbenebenflüsse</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.1.1</b>	<b>Schwarze Elster</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.1.2</b>	<b>Mulde</b> .....	<b>17</b>
<b>3.3.1.3</b>	<b>Saale</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.1.4</b>	<b>Havel</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Saalenebenflüsse</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2.1</b>	<b>Unstrut</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2.2</b>	<b>Laucha</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2.3</b>	<b>Weißer Elster</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2.4</b>	<b>Schlenze</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2.5</b>	<b>Wipper</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3.2.6</b>	<b>Bode</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4</b>	<b><i>Unterhaltungsmaßnahmen</i></b> .....	<b>18</b>
<b>3.5</b>	<b><i>Zusammenstellung von Ursachen der Schadstoffbelastung</i></b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Sedimentuntersuchungen</b> .....	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Methodik zur Ermittlung potentieller Sedimentbereiche</i></b> .....	<b>18</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Methodik zur Untersuchung der Mächtigkeit der vorliegenden Sedimentablagerungen</i></b> .....	<b>18</b>
<b>4.3</b>	<b><i>Ergebnisse und Auswertungen der Sedimentuntersuchungen</i></b> .....	<b>18</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Sedimentablagerungen</b> .....	<b>18</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Mächtigkeiten der Schlammablagerungen</b> .....	<b>18</b>

4.3.3	Schlammvolumina .....	18
4.3.4	Möglichkeiten der Remobilisierung .....	18
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung der Ergebnisse zur Leistungsphase 1 .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Verwendete Unterlagen .....</b>	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>Farbanhang .....</b>	<b>18</b>

## **TABELLENVERZEICHNIS**

Tabelle 1:	Zusammenstellung zum Leistungsumfang .....	8
Tabelle 2:	Rechercheübersicht .....	11
Tabelle 3:	Klassifizierung der Schadstoffbelastung gemäß Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept Stand Januar 2012 .....	14
Tabelle 4.1:	Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Schwarze Elster .....	16
Tabelle 4.2:	Insektizide, Auszug Sedimentdatenbank, Schwarze Elster .....	16
Tabelle 5.1:	Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Mulde .....	18
Tabelle 5.2:	Insektizide und Dioxine/Furane, Auszug Sedimentdatenbank, Mulde .....	18
Tabelle 6.1:	Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Saale .....	18
Tabelle 6.2:	Insektizide und Dioxine/Furane, Auszug Sedimentdatenbank, Saale .....	18
Tabelle 6.3:	PAK, Auszug Sedimentdatenbank, Saale .....	18
Tabelle 7.1:	Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Mühlgraben-Halle .....	18
Tabelle 7.2:	Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Wilde-Saale .....	18
Tabelle 8:	Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Weiße Elster .....	18
Tabelle 9.1:	Auszug Sedimentdatenbank, geogene Hintergrundbelastung in der Wipper .....	18
Tabelle 9.2:	Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Wipper .....	18
Tabelle 10:	Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Bode .....	18
Tabelle 11.1:	Unterhaltungsmaßnahmen .....	18
Tabelle 11.2:	Unterhaltungsmaßnahmen an den Schleusen der Unstrut .....	18
Tabelle 12:	Anzahl der Anfahrpunkte .....	18
Tabelle 13:	Auswertungskategorien Schlammmächtigkeiten .....	18

## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 1: Einzugsgebiet der Elbe .....	9
Abbildung 2: Ausschnitt Abbildung 1, Elbenebenflüsse .....	15
Abbildung 3: Ausschnitt Abbildung 1, Saalenebenflüsse .....	18
Abbildung 4: Schlammmächtigkeitsbestimmung, Wehr Brühl Quedlinburg.....	18
Abbildung 5: Peilstangensondierung Mühlgraben Hohenweiden.....	18
Abbildung 6: Sondierung vom Brückenbauwerk, Alte Bode Neugattersleben.....	18
Abbildung 7: Peilstangensondierungen Bode Nienburg.....	18
Abbildung 8: Sondierungen am Hubschütz, Weiße Elster .....	18
Abbildung 9: Sondierung im Bereich der Wilden Saale.....	18

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1	Übersichtskarte mit allen angefahrenen Punkten
Anlage 2	Schlammmächtigkeiten
Anlage 2.1	Karte der Schlammmächtigkeiten Gewässer Sachsen-Anhalt
Anlage 2.2	Schlammmächtigkeit - Bode
Anlage 2.3	Schlammmächtigkeit – Havel
Anlage 2.4	Schlammmächtigkeit – Nebenstrukturen der Saale
Anlage 2.5	Schlammmächtigkeit – Schlenze
Anlage 2.6	Schlammmächtigkeit – Schwarze Elster
Anlage 2.7	Schlammmächtigkeit – Weiße Elster
Anlage 3	Schlammvolumina
Anlage 3.1	berechnetes Schlammvolumen
Anlage 3.2	berechnetes Schlammvolumen – Bode
Anlage 3.3	berechnetes Schlammvolumen – Havel
Anlage 3.4	berechnetes Schlammvolumen – Nebenstrukturen der Saale
Anlage 3.5	berechnetes Schlammvolumen – Schlenze
Anlage 3.6	berechnetes Schlammvolumen – Schwarze Elster
Anlage 3.7	berechnetes Schlammvolumen – Weiße Elster
Anlage 4	Anfahrten, Peilstangensondierungen, Schlammmächtigkeiten und Schlammvolumina
Anlage 5	Protokolle zu den Peilstangensondierungen
Anlage 6	Begehungsprotokolle

## 1 Veranlassung, Problemstellung und Untersuchungsziele

Im Rahmen des elbweiten Sedimentmanagementkonzeptes gilt es im Land Sachsen-Anhalt ein Konzept zum Umgang mit Schadstoffen im Grundwasser und in Oberflächengewässern Sachsen-Anhalts aus diffusen Quellen und Punktquellen umzusetzen. Als wesentlicher Bestandteil der fachlich-konzeptionellen Grundlagenermittlung ist bis Ende 2012 eine Bestandsaufnahme belasteter Altsedimente zur Umsetzung des Konzeptes Schadstoffe in ausgewählten Gewässern Sachsen-Anhalts zu erarbeiten. Das Land Sachsen-Anhalt übernimmt damit eine Vorreiterrolle für vergleichbare Sedimentmanagementkonzepte für die deutschen Bereiche der bundesweiten Fließgewässer.

Der Hintergrund der Datenerhebung obliegt der Tatsache, dass in den Flussgebieten Sachsen-Anhalts historisch kontaminierte Sedimente in großem Umfang vorliegen. Vorhandene Belastungen sind in erster Linie anthropogene Schadstoffe, wie organische Kohlenwasserstoffe und Schwermetalle, die sich insbesondere in Weichsedimenten finden, welche als das „Gedächtnis des Gewässers“ ein Spiegelbild oft jahrzehntelanger, industrieller Einleitungen aus dem jeweiligen Gewässereinzugsgebiet darstellen. Das potenzielle Risiko für das gesamte Flusseinzugsgebiet einschließlich der Nordsee besteht in einer Remobilisierung mit einer sukzessiven Verlagerung der Schadstoffe flussabwärts in Richtung Nordsee.

Die Erarbeitung umfasst gemäß der geforderten Leistungsbeschreibung 2 Teile. Der Teil 1 umfasste die Arbeitsschritte A. Grundlagenermittlung zu den Sedimentablagerungen in ausgewählten Nebenflüssen der Elbe und darauf aufbauend, Arbeitsschritt B: die Bestimmung der rezenten Sedimentmächtigkeiten an zuvor ausgewählten, charakteristischen Flussbereichen.

Als Ergebnis der Datenrecherche und der Sedimentmächtigkeitsbestimmungen wurden die vorliegenden Schadstoffbelastungen und vorgenommenen Volumenabschätzungen nach dem Bewertungssystem der Klassifizierung der Schadstoffbelastung von Sedimenten gemäß Sedimentmanagementkonzept der IKSE aus der 34. Beratung der Arbeitsgruppe WFD der IKSE mit Stand Februar 2012 klassifiziert [28]. Die entsprechende Auflistung der entsprechenden Schwellenwerte dieser Klassifizierung findet sich in der Tabelle 3, Kapitel 3.2.3.

Der sich daran anschließende Teil 2 beinhaltet den Arbeitsschritt C, eine stichprobenartige Probenahme an ausgewählten Sedimentablagerungsstandorten mit nachfolgender Analytik auf die entsprechend vorgegebenen Schadstoffe.

Die Beauftragung der Leistungsphasen 1 und 2 erfolgte durch den Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt mit dem Schreiben vom 18.05.2011.

Gegenstand der vorliegenden Dokumentation ist die Leistungsphase 1 mit den Arbeitsschritten A und B.

## 2 Leistungsumfang

Im Rahmen der Leistungsphase 1 wurde für den Arbeitsschritt A eine umfangreiche Datenrecherche zum Einholen relevanter Analysedaten vorgenommen. Die zur Verfügung gestellten Dokumente sind am Schluss des Dokumentes unter dem Punkt 6, Verwendete Unterlagen, aufgeführt. Die recherchierten Analysedaten wurden in einer Excel-Datenbank zusammengestellt, welche im Rahmen des Projektteils Leistungsphase 2, Arbeitsschritt C fortgeschrieben wird.

Parallel dazu wurden Befahrungen der zu betrachtenden Flussbereiche vorgenommen und dokumentiert, mit dem Ziel potenzielle Sedimentbereiche aushalten zu können. Insgesamt wurden rund 150 Anfahrten verteilt über die Flüsse: Saale, Bode, Havel, Wipper, Unstrut, Laucha, Luppe, Schlenze, Mulde sowie Weiße und Schwarze Elster vorgenommen und dokumentiert (Anlage 6). Im anschließenden Arbeitsschritt B waren die auszuführenden 300 Peilstangensondierungen zur Schlammmächtigkeitsbestimmung auf die gemäß Leistungsbeschreibung ausgewählten Flüsse: nicht schiffbarer Bereich der Saale, Bode, Weiße Elster, Havel, Schwarze Elster und Schlenze zu verteilen und auszuführen. Hierbei konnte auf die im Vorfeld der Feldarbeiten vorgenommenen Flussbefahrungen zurückgegriffen werden und in gemeinsamer Abstimmung mit den Koordinatoren des LHW Sachsen-Anhalts eine entsprechende Auswahl getroffen werden. Die nachfolgende Tabelle 1 vermittelt einen Überblick über den Gesamtleistungsumfang der Arbeitsschritte A und B der ersten Leistungsphase.

Die Gesamtanzahl der zur Verfügung stehenden Peilstangensondierungen wurde auf 47 Querprofile der ausgewählten Flüsse, zum Teil eng beieinander liegend verteilt, um für homogene Gewässerabschnitte eine Volumenschätzung und daraus ableitend, eine Klassifizierung nach dem Bewertungssystem der ad hoc-AG Schadstoffe / Sedimentmanagement der FGG Elbe abgeben zu können. Eine Beschreibung zur Methodik und den erlangten Ergebnissen der Sedimentmächtigkeitsbestimmungen findet sich in Kapitel 4 Sedimentuntersuchungen des vorliegenden Textes wieder.

Die Auswertung der erlangten Ergebnisse zu den rezenten Schlammablagerungen erfolgte in Form von graphischen Kartendarstellungen unter Anlegung eines in der zweiten Leistungsphase fortzuschreibenden Arc-View-Projektes.

Als Auswahlkriterium für den weiteren Bearbeitungsschritt der zweiten Projekt-Leistungsphase: - Schlammprobenahme und Analytik- wurde auch hier das Bewertungs- und Klassifizierungssystem der ad hoc-AG Schadstoffe / Sedimentmanagement der FGG Elbe / IKSE [28] herangezogen, um gezielt eine Priorisierung auf mögliche Sanierungsmaßnahmenbereiche zu erhalten (siehe Tabelle 3).

**Tabelle 1: Zusammenstellung zum Leistungsumfang**

Gewässer	Recherchenquellen	Gesamtanzahl je Gewässer an	
		Begehungspunkten	Peilstangensondierungen
Havel	BfG, LHW	6	22
Saale	BfG, LHW, sächs. Ak. D. Wiss., MLU Halle-Wittenberg, Umweltamt Stadt Halle, Unterhaltungsverband „Untere Saale“	39	155
Mulde	BfG, UFZ Magdeburg, LAF, Um- weltamt Stadt Bitterfeld, LHW	13	0
Schwarze Elster	BfG, LHW, sächs. Ak. D. Wiss.	9	24
Bode	BfG, LHW	29	70
Wipper	BfG, LHW	16	0
Schlenze	BfG, LHW	6	6
Weißer Elster	BfG, LHW, sächs. Ak. D. Wiss.	10	25
Laucha	BfG, LHW, MDSE	7	0
Luppe	BfG, LHW	1	0
Unstrut	BfG, LHW	6	0



### 3 Charakterisierung des Untersuchungsgebietes

#### 3.1 Allgemeine Grundlagen

Das betrachtete Untersuchungsgebiet umfasst das Einzugsgebiet der Elbe mit ihren Nebenflüssen Saale, Havel, Mulde und Schwarze Elster sowie den Saalezuflüssen Weiße Elster, Unstrut, Wipper, Bode, Laucha und Schlenze in den Landesgrenzen von Sachsen-Anhalt.



Abbildung 1: Einzugsgebiet der Elbe

([http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Elbe\\_Einzugsgebiet.png&filetimestamp=20080424182045](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Elbe_Einzugsgebiet.png&filetimestamp=20080424182045), Stand 07.12.2011)

Insgesamt weist die Elbe eine Länge von 1094 km auf und ist damit der vierzehntlängste Fluss in Europa und zählt somit zu den 200 längsten Flüssen der Erde. Das gesamte Einzugsgebiet der Elbe beträgt 148.268 km<sup>2</sup> (Abbildung 1). Sie entspringt im tschechischen Riesengebirge und

mündet als Strom bei Cuxhaven in die Nordsee. Der deutsche Anteil der Elbe beträgt 727 km. Davon entfallen 302 km auf das Land Sachsen-Anhalt [U27].

Hinsichtlich der Schadstoffbelastung im Flussgebiet der Elbe wurde festgestellt, dass diese im Wesentlichen aus der historischen Belastung durch Einträge des Mitteldeutschen Industriegebiets stammt, aber auch als Folge des Altbergbaus anzusehen ist. Die aktuelle Fließgewässerbelastung ist zu einem großen Teil ein Problem sedimentgebundener Schadstoffe. Die Bindung und Einlagerung der Schadstoffe erfolgt hierbei innerhalb der organogenen Schlammablagerungen. Im Bundesland Sachsen-Anhalt liegen mit Mulde und Saale sowie deren Nebenflüssen wesentliche Quellen für die Schadstoffeinträge in die Elbe vor.

Zur Einordnung der vorhandenen Bestandsdaten ist es notwendig, die ökologischen Rahmenbedingungen vor und nach 1990 zu betrachten, da die politische Umwälzung 1990 ebenfalls Auswirkungen auf die Umweltbelastungen, vorrangig durch ökonomisch bedingte Betriebsstilllegungen, nach sich zog.

Zu Zeiten der ehemaligen DDR erfolgten zahlreiche Direkteinleitungen der anliegenden Industriestandorte sowie kommunaler Klärwerke, die zu einer erheblichen Gewässerverunreinigung führten, welche sedimentgebunden langfristig nachweisbar bleibt und damit noch immer rezent vorliegt. Daneben erfolgte eine stärkere atmosphärische Belastung durch Staubbiederschläge. Weiterhin liegt flussspezifisch eine geogene Hintergrundbelastung durch die geologischen Untergrundverhältnisse vor. Somit stellt die rezent vorliegende Schadstoffbelastung eine Addition zuvor genannter Prozesskreisläufe dar.

Die Mächtigkeiten der abgelagerten Schlämme sind stark von der Transportkraft des fließenden Wassers abhängig, so dass eine Ablagerung bevorzugt in durchflussschwachen Bereichen, Stillwasserzonen vor Wehrschwellen, Schleusen-Obergräben während der Schließzeit oder durchflussarmen Nebenarmen oder Mühlgräben erfolgte.

Eine natürliche Remobilisierung erfolgt in der Regel mit jedem Hochwasserereignis, wobei diese entscheidend von der Intensität des Hochwassers abhängig ist.

Anthropogen beeinflusste Remobilisierungen sind bei jedem aktiven Eingriff in Form von Sanierungs- und Baumaßnahmen zu erwarten. Insbesondere Entschlammungen des Flussbetts, der Schleusengräben, der Wehrschwellen als auch der Hafenbecken oder Baumaßnahmen zur präventiven Hochwasservorsorge führen zur Remobilisierung der vorhandenen Sedimentablagerungen im jeweiligen Flussbereich. Die Intensität ist dabei entscheidend von der ausgeführten Maßnahme, Baggerung oder Verspülung, abhängig. Insbesondere Verspülungen führen zu einer nahezu vollkommenen Remobilisierung der abgelagerten Sedimente und damit zu einer sukzessiven Verlagerung in Richtung Mündungsbereich.

## 3.2 Grundlagen zur Klassifizierung und Bewertung der Schadstoffkonzentrationen

### 3.2.1 Rechercheumfang / einbezogene Institutionen

Für die Bestandsaufnahme belasteter Altsedimente in den ausgewählten Flüssen Sachsen-Anhalts wurden Analysendaten bei verschiedenen Institutionen recherchiert. Die nachfolgende Tabelle 2 gibt eine Übersicht der angefragten Institutionen als auch der Datenabfrage zu den jeweiligen Flussabschnitten.

**Tabelle 2: Rechercheübersicht**

Institution	Daten recherchiert zu
<ul style="list-style-type: none"> <li>Flussbereiche des LHW</li> </ul>	11 Gewässer Sachsen-Anhalts (Tabelle 1)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sächsische Akademie der Wissenschaften</li> </ul>	Weißer Elster, Muldestausee, Saale
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)</li> </ul>	Gewässer Sachsen-Anhalt
<ul style="list-style-type: none"> <li>UFZ Magdeburg Dep. Fließgewässerökologie</li> </ul>	Elbe und Mulde
<ul style="list-style-type: none"> <li>MLU, Institut für Geowissenschaften und Geographie, FG Geoökologie</li> </ul>	Nebenarme und Mühlgräben der Saale im Stadtgebiet von Halle
<ul style="list-style-type: none"> <li>MDSE</li> </ul>	Laucha
<ul style="list-style-type: none"> <li>Umweltamt Stadt Halle</li> </ul>	Nebenarme der Saale im Stadtgebiet von Halle
<ul style="list-style-type: none"> <li>LAF</li> <li>Landratsamt Bitterfeld (Umweltamt)</li> </ul>	Mulde, Muldestausee
<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterhaltungsverband „Untere Saale“</li> </ul>	Mühlgräben Stadtgebiet Halle und Umgebung

### 3.2.2 Dokumentation und Sedimentdatenbank

Als Ergebnis der Bestandsaufnahme von vorliegenden Analysen wurden die recherchierten Daten zur Fortschreibung in einer Datenbank zusammengefasst, die dem Bericht auf einem Datenträger beigelegt ist. Als Vorlage für die Datenbankstruktur diente die im Zuge der Auftragserteilung übermittelte LHW-Excel-Datenbank. Zusätzlich wurde diese Datenzusammenstellung durch das Tabellenblatt zu den erfolgten Unterhaltungsmaßnahmen erweitert. Die einzelnen Sedimentprobenahmepunkte bzw. -standorte sind in der Sedimentdatenbank jeweils flussbezogen von der Quelle zur Mündung chronologisch geordnet, untereinander aufgetragen. Dadurch wird eine mögliche Schadstoffverlagerung oder auch Addition mit weiteren Schadstoffen zum einen über den aufgeführten Zeitverlauf und zum Anderen im Flussverlauf ablesbar.

Die erweiterte Excel-Datenbank trägt auf dem Datenträger den Dateinamen: ***Datenbank\_Sediment\_LHW\_GEOS.xls*** und weist folgende Datenblattzusammenstellung auf:

- Parameterdaten
- Stammdaten MST Zentrifuge
- Daten MST Zentrifuge
- Stammdaten Schwebstoff Monatsmischprobe
- Daten Schwebstoff Monatsmischprobe
- Stammdaten Sediment (erweitert/aktualisiert)
- Daten Sediment (erweitert/aktualisiert)
- Unterhaltungsmaßnahmen (ergänzt)

Für eine Bewertung gemäß dem Klassifizierungs- und Bewertungssystem des Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept <sup>[28]</sup> der belasteten Altsedimente in den Gewässern Sachsen-Anhalts wurde aus dieser erweiterten Excel-Datenbank eine bis auf die Sedimentdaten bereinigte Datenbank als Grundlage erstellt. Diese Datenbank enthält danach die folgenden Datenblätter:

- **Parameterdaten**
- **Stammdaten Sediment**
- **Analysedaten Sediment gemäß dem Klassifizierungs- und Bewertungssystem des Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept <sup>[28]</sup>**
- **Legende nach U 28**

Die Datenblätter zu den Zentrifugendaten als auch zu den Schwebstoffen wurden für die Bewertung nach U 28 entfernt, da sich das Klassifizierungs- und Bewertungssystem des Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept <sup>[28]</sup> auf abgelagerte Sedimentvolumina bezieht, welche hinsichtlich ihres Remobilisierungspotentials eine eventuelle Gefahr für das bzw. die Gewässer darstellen. Als Arbeitsmittel wurde der Datenbank eine Legende zur Bewertung nach U 28 in Form eines Tabellenblattes hinzugefügt. Gemäß der Klassifizierung Schadstoffe / Sedimentmanagement [U28] erfolgte eine farbliche Kennung entsprechend der anzusetzenden Schwellenwerte. Diese Datenbank wird auf dem Datenträger mit der Bezeichnung: ***Datenbank\_Sediment\_Klassifizierung n Sedimentmanagementkonzept.xls*** geführt.

Die Dokumentation der Schlammdeckenbestimmung und Schlammvolumenermittlung findet sich in einer weiteren Excel-Datenbank welche in Papierform der vorliegenden Bearbeitung als Anlage 4 und 5 beigelegt ist. Auf dem dazugehörigen Datenträger wird sie unter der Bezeichnung: ***Anlage 4 und 5 Gesamt\_Anfahrten und Schlammmächtigkeiten.xls*** geführt. Sie enthält ein Übersichtstabelleblatt in Form der Anlage 4 zu den vorgenommenen Anfahrten sowie die zusammengefassten Daten der Schlammmächtigkeitsbestimmung sowie den daraus ermittelten Schlammvolumina an den ausgewählten Flussabschnitten. Weiterhin enthält die Tabelle der Anlage 4 in der vorletzten Spalte die sich aus dem ermittelten Schlammvolumen ergebenden Bewer-

tungsklasse der FGG Elbe nach U 28. Die Protokolle zu den Schlammdickenbestimmungen in Form der Anlage 5 finden sich in den darüber hinaus enthaltenen, flussbezogenen Datenblättern.

Die in allen Datenbanken vergebene ID dient zur Verknüpfung bzw. zur Abfrage der angefahrenen Flussabschnitte mit den recherchierten Altanalysen in der Sedimentdatenbank. Die ID setzt sich aus der Flusskurzbezeichnung, wie „El“ für Elbe + zweistelliger Zahlenkombination, teilweise ergänzt durch Kleinbuchstaben, zusammen. Die zweistellige Zahlenkombination entspricht den angefahren Flussabschnitten im Rahmen der Leistungsphase I. „00“ stellen somit Probenahmestandorte dar, welche keinem der angefahrenen Flussabschnitte zugeordnet werden konnten.

In der Fortschreibung des Arbeitsschrittes C, Leistungsphase 2 werden die Datenbanken durch die neu gewonnenen Analysedaten ergänzt. Eine Bewertung erfolgt über die farbliche Kennzeichnung analog dem angeführten Klassifizierungssystem nach U 28 (Tabelle 3).

### 3.2.3 Bewertungsgrundlage

Für die Bewertung der Analysendaten wurde das im Zuge des Sedimentmanagementkonzeptes für das Elbeeinzugsgebiet erarbeitete Bewertungssystem der FGG Elbe bzw. IKSE herangezogen (Tabelle 3). Es dient als integraler Bestandteil eines komplexen Verfahrens zur Risikobewertung hinsichtlich Schadstoffbelastung („Klassifizierung“), Menge (Schlammvolumen) und Mobilisierbarkeit des schadstoffbelasteten Materials. Die Klassifizierung der Sedimente ist integraler Bestandteil eines mehrstufigen, komplexen Verfahrens zur Risikobewertung mit dem Ziel in der weiteren Verfahrensweise einen möglichen Handlungsbedarf zur Sanierung ableiten zu können.

**Tabelle 3: Klassifizierung der Schadstoffbelastung gemäß Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept Stand Januar 2012**

Nr.	Stoff	Maßeinheit	sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch
			Unterer Schwellenwert		Oberer Schwellenwert
1	Hg	mg/kg	<0,15	0,15-0,47	>0,47
2	Cd	mg/kg	<0,22	0,22-2,3	>2,3
3	Pb	mg/kg	<25	25-53	>53
4	Zn	mg/kg	<(60)-200	(60)-200-800	>800
5	Cu	mg/kg	<14	14-160	>160
6	Ni	mg/kg	<(3)		>(3)
7	As	mg/kg	<7,9	7,9-40	>40
8	Cr	mg/kg	<26	26-640	>640
9	α-HCH	µg/kg	<0,5	0,5-1,5	>1,5
10	β-HCH	µg/kg	<5		>5
11	γ-HCH	µg/kg	<0,5	0,5-1,5	>1,5
12	p,p DDT	µg/kg	<1	1,0-3,0	>3
13	p,p DDE	µg/kg	<0,31	0,31-6,8	>6,8
14	p,p DDD	µg/kg	<0,06	0,06-3,2	>3,2
15	PCB-28	µg/kg	<0,04	0,04-20	>20
16	PCB-52	µg/kg	<0,1	0,1-20	>20
17	PCB-101	µg/kg	<0,54	0,54-20	>20
18	PCB-118	µg/kg	<0,43	0,43-20	>20
19	PCB-138	µg/kg	<1	1,0-20	>20
20	PCB-153	µg/kg	<1,5	1,5-20	>20
21	PCB-180	µg/kg	<0,44	0,44-20	>20
22	Pentachlorbenzen	µg/kg	<1	1-400	>400
23	HCB	µg/kg	<0,0004	0,0004-17	>17
24	Benzo(a)pyren	mg/kg	<0,01	0,01-0,6	>0,6
25	Anthracen	mg/kg	<0,03	0,03-0,31	>0,31
26	Fluoranthen	mg/kg	<0,18		>0,18
27	Summe PAK5	mg/kg	<0,6	0,6-2,5	>2,5
28	TBT	µg/kg	<0,02		>0,02
29	Dioxine und Furane	ng TEQ/kg	<4	4,0-20	>20

(Quelle: Sedimentklassifizierung- „Erläuterungsbericht“<sup>[28]</sup> )

### 3.3 Charakterisierung und Bewertung der einzelnen Fließgewässer

Die Charakterisierung der einzelnen Fließgewässer erfolgte jeweils in Fließrichtung unterteilt in die Elbe- und die Saalenebenflüsse, unter den Gesichtspunkten der Gewässermorphologie, der geogenen Hintergrunddaten sowie der vorliegenden Schadstoffbelastungen aus den Unterlagen U 1-26 und den recherchierten Analysedaten der Datenerfassung der Leistungsphase 1A. Die aufgeführten Tabellen 4.1-10 stellen Auszüge aus der auf dem Datenträger befindlichen Datenzusammenstellung ohne den direkten Quellsnachweis dar, da es sich insgesamt um einen Analysezeitraum aus den Jahren 1991 – 2010 unterschiedlicher Institutionen handelt. Die genauen, einzelnen Quellenangaben sind aus der beigelegten Datenbankzusammenstellung ersichtlich.

#### 3.3.1 Elbenebenflüsse

In Fließrichtung betrachtet, bilden nacheinander die Flüsse: Schwarze Elster, Mulde, Saale und Havel die Elbenebenflüsse.



Abbildung 2: Ausschnitt aus Abbildung 1, Elbenebenflüsse  
([http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Elbe\\_Einzugsgebiet.png&filetimestamp=20080424182045](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Elbe_Einzugsgebiet.png&filetimestamp=20080424182045), Stand 07.12.2011)

##### 3.3.1.1 Schwarze Elster

Die Schwarze Elster gehört mit der Havel zu den rechten Nebenflüssen der Elbe. Auf ihrer Gesamtlänge von 179 km fließt sie durch Sachsen, Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Das Quellgebiet der Schwarzen Elster liegt im Lausitzer Bergland. Großteile des Flussverlaufs liegen in den Bundesländern Sachsen und Brandenburg. Auf sachsen-anhaltinisches Gebiet entfallen nur

die letzten Flusskilometer bis zur Mündung in die Elbe bei Elbe-Flusskilometer 198,5 Gemeinde Elster (Elbe) [U27].

Das Quellgebiet der Schwarzen Elster ist gekennzeichnet durch Granite und Grauwacken des variszischen Grundgebirges, woraus eine geogene Grundbelastung mit Schwermetallen hervorgeht. Im weiteren Verlauf durchfließt die Schwarze Elster im Mittel- und Unterlauf ein vorwiegend durch die pleistozänen Ablagerungen der Elster- und Saalekaltzeit geprägtes Gebiet. Das Flussbett befindet sich hier vorwiegend in fluvialen Sanden.

Auf Grund von immer wiederkehrenden Überschwemmungen an der Schwarzen Elster erfolgten schon frühzeitig Regulierungen in Form von Eindeichungen und Kanalisierungen im Flussverlauf als Hochwasserschutzmaßnahme. Heute gilt der Fluss damit als einer der am stärksten kanalisierten und naturfernsten Flüsse in Deutschland, so dass aktuell an einer Renaturierung der Schwarzen Elster gearbeitet wird. Als Resultat der über weite Flussabschnitte vorherrschenden Regulierung existieren hohe Fließgeschwindigkeiten, die zu einer zunehmenden, erosiven Sohleinschneidung führen. Um dem entgegenzuwirken, wurden zahlreiche Sohlschwellen und Strömunglenker im Flussbett installiert.

Entsprechend der vorrangig hohen Fließgeschwindigkeiten wird überwiegend gröberkörniges Sedimentmaterial (Sand-Kiesfraktion) akkumuliert, so dass es weitestgehend zur Ausbildung von großflächigen Sand- und Kieshegen kommt. Mächtige Schlammablagerungen treten nur untergeordnet und kleinräumig bis lokal begrenzt in Erscheinung.

Anthropogene Schadstoffeinträge erfolgen aus dem Lausitzer Bergbaurevier und über Meliorationsmaßnahmen im Bereich landwirtschaftlicher Nutzflächen.

Unter Beachtung der Klassifizierung gemäß Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept zeigen die recherchierten Analysewerte (Sedimentdatenbank) bei Gorsdorf für den Zeitraum 2003-2006 eine hohe Schadstoffbelastung für die Schwermetalle: Zink, Blei, Cadmium, Nickel, Arsen und Quecksilber (Tabelle 4.1) sowie eine hohe Belastung für einzelne Insektizide (Tabelle 4.2).

**Tabelle 4.1: Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Schwarze Elster**

	Probenahme-	Zn	Pb	Cd	Ni	As	Hg
Probenahmestelle	datum	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Gorsdorf	31.07.2003	789	54	3,7	83	62	1
	28.09.2004	1050	62	2,3	64	63	0,8
	2006	511,33	60	2,4	64	32,67	0,4336

(Quelle: LHW/BfG/LAU)

**Tabelle 4.2: Insektizide, Auszug Sedimentdatenbank, Schwarze Elster**

Probenahmestelle	Probenahme-	pp- DDD_F	pp- DDE_F
	datum	µg/kg TS	µg/kg TS
Gorsdorf	2006	18	42

(Quelle: LHW/BfG/LAU)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedi- mentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch



### 3.3.1.2 Mulde

Die Mulde ist ein linker, nicht schiffbarer Nebenfluss der Elbe. Sie entsteht aus zwei großen Quellflüssen, der längeren Zwickauer Mulde und der größeren Freiburger Mulde, welche sich südöstlich von Leipzig bei Sermuth (Sachsen) zur Mulde vereinigen. Das Flusseinzugsgebiet umfasst große Landesteile Sachsens und insbesondere den weitaus größten Teil der Nordabdachung des Erzgebirges. Mit einer Länge von rund 267 Kilometern gilt sie als der viertgrößte Nebenfluss der Elbe. Auf Grund ihres starken Gesamtgefälles von 600 bis 900 Metern besitzt die Mulde im Ober- bis Unterlauf eine außergewöhnlich hohe Fließgeschwindigkeit, so dass sie in der Literatur oft als der am schnellsten fließende Fluss Mitteleuropas bezeichnet wird [U27].

Nachdem die Mulde das Sächsische Hügelland passiert hat, verlässt sie hinter Bad Dübener Heide Sachsen. Auf sachsen-anhaltinischem Gebiet durchfließt sie zwischen Pouch und Friedersdorf den Bereich des ehemaligen Tagebau Muldestein, welcher mit einem Zu- und Ablaufbauwerk heute den „Muldestausee“ bildet. Unterhalb des Muldenstausees fließt die Mulde an Muldenstein, Jeßnitz, Raguhn und Dessau vorbei und mündet zwischen Dessau und Roßlau nach 147 km in die Elbe [27].

Da der Muldenstausee ähnlich einer großen Sedimentfalle bzw. –senke fungiert, ist für die vorliegende Bearbeitung vorrangig der Mittel- und Unterlauf bis zur Mündung in die Elbe relevant.

Entsprechend der sehr hohen Fließgeschwindigkeiten kommt es einschließlich bis zum Mittellauf überwiegend zur Akkumulation von gröberkörnigem Sedimentmaterial in Form von großflächigen Sand- und Kieshegern. Eine stärkere Sedimentation feiner Schwebeteilchen, akkumuliert zu Schlammablagerungen, tritt erst im Bereich des Unterlaufs bis zur Einmündung in die Elbe in Erscheinung.

Aus zurückliegenden Untersuchungen hat sich erwiesen, dass gerade der Unterlauf sehr stark mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen belastet ist. Als Ursache der Schadstoffbelastung werden zum Einen die Einleitung kontaminierter Abwässer aus der Industrieregion Bitterfeld-Wolfen vor der industriellen Umwälzung im Jahre 1990, als auch hydrologische Veränderungen in den Grundwasserleitern infolge von Überflutungen (Augusthochwasser 2002), insbesondere bei der Flutung der Goitzsche angesehen. Durch die möglichen Veränderungen der hydrologischen Verhältnisse wird nach neuesten Vermutungen von einem kontinuierlichen Zustrom kontaminierten Grundwassers aus der Industrieregion Bitterfeld-Wolfen ausgegangen, wodurch ein langfristiges Gefährdungspotenzial für Mulde und Elbe weiterhin bestehen bleibt [U13/U14].

Die Analysenwerte zeigen nach der Klassifizierung gemäß Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept eine hochgradige Schwermetallbelastung für Zink, Blei, Cadmium, Nickel, Arsen und Quecksilber (Tabelle 5.1). Weiterhin liegen Belastungen mit den Insektiziden alpha-HCH und pp-DDT, -DDD, und -DDE vor. HCH-Verbindungen gelten hierbei als ein Rückstand aus der früheren, seit 1984 allerdings eingestellten Lindan-Produktion in Bitterfeld.

Analysewerte für Dioxine liegen nicht kontinuierlich an allen Probenahmenstellen vor, wurden jedoch lokal ebenfalls in überhöhten Konzentrationen festgestellt (Tabelle 5.2).

**Tabelle 5.1: Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Mulde**

	Probenahme-	Zn	Pb	Cd	Ni	As	Hg	alphaHCH
Probenahmestelle	datum	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	µg/kg TS
oberhalb Stausee	28.09.2004	1300	323	17,5	82	128	0,7	6
unterhalb Stausee	31.07.2003	2370	284	42,2	160	225	0,6	11
Ablauf Stausee	2006	1500	227,25	17,27	83,75	156	-	32,13
Jeßnitz	2007	1222	201	-	89,25	168,25	-	1
Priorau	31.07.2003	1940	373	19,7	110	183	7	87
Dessau	2006	1301,17	288,5	12,95	82	192,33	1,283 2	35,75

(Quelle: LHW/BfG/LAU)

**Tabelle 5.2: Insektizide und Dioxine/Furane, Auszug Sedimentdatenbank, Mulde**

	Probenahme-	pp-DDT_F	pp-DDD_F	pp-DDE_F	I-TEQ
Probenahmestelle	datum	µg/kg TS	µg/kg TS	µg/kg TS	ng/kg
Ablauf Stausee	2006	2,68	53	19,25	-
Jeßnitz	2007	2,32	16,32	28	>20
Priorau	31.07.2003	-	-	-	-
Dessau	2006	32,96	80,32	28,68	-
Gütestation Des- sau	29.11.2007	-	-	-	119

(Quelle: LHW/BfG/LAU)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedi- mentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch

### 3.3.1.3 Saale

Die Saale ist mit einer Gesamtlänge von 413 km nach der Moldau der zweitlängste Nebenfluss der Elbe. Sie fließt linksseitig der Elbe und mündet bei Barby am Elbkilometer 291 in diese ein. Sie nimmt gemeinsam mit der Havel Platz zwei hinter der Moldau unter den wasserreichsten Nebenflüssen ein. Die Saale entwässert von der Quelle bis zur Mündung ein Gebiet von insgesamt 24.100 km<sup>2</sup> [U27].

Unter den ausgewählten Nebenflüssen münden die Bode, Wipper, Unstrut, Weiße Elster und Schlenze in die Saale. Darüber hinaus existieren zahlreiche Altarme und Mühlgräben mit permanentem Durchfluss. Derartige Strukturen sind charakterisiert durch geringere Fließgeschwindigkeiten und verminderten Durchfluss, da die Funktion derartiger Strukturen heutzutage nur untergeordnet, zum Beispiel bei Hochwasserereignissen als Umfluter, eine aktive Rolle einnimmt, so dass die Voraussetzungen für eine Sedimentation von Schwebfracht und feinkörnigen Sedimenten gegeben ist. Sie bergen darüber hinaus ein Remobilisierungspotential bei intensiven Hochwasserereignissen.

Direkteinleitungen im Einzugsgebiet der Saale erfolgten vor 1990 vorrangig durch die chemische Industrie (Leuna, Buna), Papier- und Zellstoffindustrie (Merseburg, Blankenstein), die Textil- und Lederindustrie (Hirschberg, Weißenfels) und kommunale Abwässer der größeren Anrainerstädte sowie untergeordnet über die Zuflüsse der genannten Nebenflüsse.

Entsprechend der vorliegenden Analysedaten sind die Schlämme mit Schwermetallen, im hallesischen Raum vor allem mit Quecksilber, stark belastet. Vorhandene Einzelwerte aus der BfG-Datenbank geben darüber hinaus einen Hinweis auf überhöhte Konzentrationen an Dioxinen und Furanen.

Auf Grund der Gewässerstruktur lagern im gesamten Flussquerschnitt vorrangig Sand-Kies-Ablagerungen, Schlammablagerungen beschränken sich auf Schleusenbereiche sowie strömungsberuhigte Zonen oder Nebenstrukturen wie Mäander, Altarme sowie temporäre Kolke. Insbesondere den künstlich geschaffenen Mühlgräben kommt hierbei eine Sonderstellung zu, da diese mangels Bewirtschaftung heutzutage größtenteils funktionslos sind. Aus diesem Grunde werden ausgewählte Mühlgräben oder ähnliche Nebenstrukturen im nachfolgenden Abschnitt gesondert betrachtet.

Analysewerte für Flussabschnitte der Saale liegen vor allem für Schleusen- und Wehrbereiche vor. Insgesamt ist eine Zunahme der Schadstoffkonzentrationen im Unterlauf zu verzeichnen. Die Tabellen 6.1-6.3 enthalten ausgewählte Schadstoffkonzentrationen als Auszüge aus der zusammengestellten Datenbank.

**Tabelle 6.1: Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Saale**

Probenahmestelle	Probenahme- datum	Zn mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Hg mg/kg TS
Spülfeld Saaleschleuse Dürrenberg	30.01.2003	664	86,0	1,30	76,0	43,3	0,55
Weißenfels, ob. Herrenmühlenschleuse	22.07.2010	536	108,0	2,30	75,5	50,9	0,67
Rippach, Mündung bei Dehlitz	22.07.2010	268	58,0	0,37	47,7	38,2	0,55
Planena, ob. Schleusengraben	27.07.2010	552	71,7	1,50	69,3	50,5	0,99
Halle-Trotha	27.07.2010	806	99,4	2,90	104,5	85,8	2,30
Rothenburg, ob Schleuse	28.07.2010	2048	221,0	9,90	296,5	113,1	40,00
Bernburg, Schleusenkammer	29.07.2010	1666	339,0	12,00	272,7	65,6	17,00
Calbe im Staubereich des Wehres links	20.08.2003	1130	210	3,7	180	68	14
Groß Rosenberg, rechts, oberhalb Fähre	20.08.2003	1870	360	7,7	320	89	33
Groß Rosenberg, rechts, oberhalb Fähre	14.09.2004	2030	280	3,5	180	86	9,9
Groß Rosenberg, rechts	2006	1913	283,8	7,3	125,4	60,6	4,94
Barby, Mündung Saale-Elbe	2010	1574,3	217	5,7	143,81	59,38	3,5

(Quelle: LHW Flussbereiche)

**Tabelle 6.2: Insektizide und Dioxine/Furane, Auszug Sedimentdatenbank, Saale**

Probenahmestelle	Probenahme- datum	pp-DDT_F µg/kg TS	pp-DDD_F µg/kg TS	pp-DDE_F µg/kg TS	I-TEQ ng/kg
Weißenfels, oh Herrenmühlenschleuse	22.07.2010	4,80	5,80	6,00	25,20
Rippach, Mündung bei Dehlitz	22.07.2010	692,00	405,00	22,00	18,00
Planena, ob. Schleusengraben	27.07.2010	3,80	8,80	9,90	-
Halle-Trotha	27.07.2010	2,00	14,00	11,00	-
Rothenburg, ob. Schleuse	28.07.2010	2,60	20,00	1,90	-
Bernburg, Schleusenkammer	29.07.2010	1,70	30,00	27,00	-
Calbe im Staubereich des Wehres links	20.08.2003	6,8	16	13	-
Groß Rosenberg, rechts, oberhalb Fähre	20.08.2003	10	18	7,2	-
Groß Rosenberg, rechts, oberhalb Fähre	14.09.2004	10	<0,50	4,4	-
Groß Rosenberg, rechts	2006	0,24	13	33	-
Gütestation Rosenberg	29.11.2007	-	-	-	51
Barby, Mündung Saale-Elbe	2010	-	-	-	52

(Quelle: LHW Flussbereiche)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedimentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch

Tabelle 6.3: PAK, Auszug Sedimentdatenbank, Saale

	Probenahme-	Ant	FA	BaP	PAK 5
Probenahmestelle	datum	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Spülfeld Saaleschleuse Dürrenberg	30.01.2003	0,130	0,728	0,363	2,37
Weißenfels, oh Herrenmühlenschleuse	22.07.2010	0,060	0,500	0,270	1,18
Rippach, Mündung bei Dehlitz	22.07.2010	0,140	0,390	0,140	0,62
Planena, ob. Schleusengraben	27.07.2010	0,097	0,610	0,270	1,23
Halle-Trotha	27.07.2010	0,270	1,300	0,430	1,66
Rothenburg, ob. Schleuse	28.07.2010	0,610	2,100	0,210	0,94
Bernburg, Schleusenammer	29.07.2010	0,710	3,700	0,960	3,45
Calbe im Staubereich des Wehres links	20.08.2003	0,85	5,24	2,33	-
Groß Rosenburg, rechts, oberhalb Fähre	20.08.2003	0,73	1,78	0,84	-
Groß Rosenburg, rechts, oberhalb Fähre	14.09.2004	0,063	0,35	0,11	-
Groß Rosenburg, rechts	2006	0,133	0,83	0,31	-

(Quelle: LHW Flussbereiche)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedi- mentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch

Die Rolle mäandrierender Nebenstrukturen der Saale wird im Folgenden als Beispiel für das hall-  
esche Stadtgebiet erläutert.

Die Wilde Saale im haleschen Stadtgebiet besteht aus zwei Nebenarmen der Saale. Sie umflie-  
ßen jeweils westlich, als orographisch linker Nebenarm der Saale, die Peißnitz im Norden und  
die Rabeninsel im Süden der Stadt.

Die vorhandenen Mühlgräben befinden sich im nördlichen Stadtgebiet. Sie umfließen jeweils  
östlich, als orographisch rechter Nebenarm der Saale, zum einen die Ziegelwiese und zum ande-  
ren die Schleuseninsel in Halle-Trotha.

Begünstigt durch eine zum Teil viel geringere Fließgeschwindigkeit als in der Hauptsaaale erfolgt  
eine vermehrte Akkumulation kleinster bis mittlerer Schwebteilchen, die nachhaltig zu einer wei-  
teren Verringerung der Durchflussmengen durch die einsetzende Verschlammung führt. Auf  
Grund der bekannten Schadstoffbelastung der Saale ist in den Nebenstrukturen mit einem ver-  
gleichbaren Schadstoffinventar zu rechnen. Hauptverursacher für die heute noch vorhandenen  
Sedimentbelastungen waren überwiegend industrielle Abwässer der chemischen Werke in Leuna  
und Buna und die Abwässer mehrerer Zellstoff-, Leder- und Chemiewerke sowie zusätzlich die  
kommunalen Abwässer aus den Ballungsräumen Jena und Halle/Merseburg.

Vergangene Untersuchungen [U2] im Bereich des Mühlgrabens [U1] und der Wilden Saale [U2]  
aus dem Peißnitz-Abschnitt von 1991 und 1992 ergaben für die untersuchten Schlämme neben  
einer starke Kohlenwasserstoff-Belastung nach LAGA im Bereich > Z2, eine nach der aktuell  
aufgestellten Klassifizierung gemäß Schadstoff/Sedimentmanagementkonzept [U28], eine **hoch-  
gradige Schwermetallbelastung, insbesondere mit Blei, Nickel und Quecksilber** (Tabelle

7.1 und 7.2). Die aufgeführten Tabellenwerte stellen die Maximalwerte der damaligen Analyse als Auswahl dar. Vergleichbare Nebenstrukturen mit ähnlich hohen Belastungen sind der Saale-Altarm bei Calbe/Tippelskirchen, der Wettiner Mühlgraben sowie der Mühlgraben zwischen Hohenweiden und Holleben. Die kompletten Analysenwerte sind dazu in der aufgestellten, zugehörigen Sedimentdatenbank enthalten.

**Tabelle 7.1: Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Mühlgraben-Halle**

Probenahmestelle	Probenahme- datum	Zn mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Hg mg/kg TS
Abzweig Gerbersaale	20.09.1991	761	76,0	3,60	127,0	61,0	17,00
vor der Klausbrücke	20.09.1991	1840	162,0	5,00	251,0	137,0	25,00
nördl. der Klausbrücke Probe 1	18.12.1991	403	177,3	3,50	250,3	159,9	36,00
Klausbrücke	20.09.1991	702	202,0	12,00	140,0	24,0	7,70
Mühlpforte	20.09.1991	1800	169,0	4,20	295,0	108,0	32,00
südl. Peißnitzinsel	20.09.1991	1220	167,0	6,70	520,0	133,0	356,00
Flutgraben	20.09.1991	1320	262,0	2,10	202,0	43,0	389,00
Peißnitz	20.09.1991	1540	448,0	24,00	497,0	121,0	53,00
Ziegelwiese, Höhe Sportplatz	20.09.1991	2530	233,0	11,00	399,0	174,0	93,00
Ziegelwiese	20.09.1991	2110	338,0	19,00	493,0	177,0	62,00
Einmündung Saale	20.09.1991	1600	295,0	16,00	568,0	122,0	72,00

(Quelle: Staatliches Amt für Umweltschutz Halle, Sachsen-Anhalt)

**Tabelle 7.2: Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Wilde-Saale**

Probenahmestelle	Probenahme- datum	Zn mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	Hg mg/kg TS
Einmündung Elisa- beth-Saale	27.03.1992	947	172,0	10,00	304,0	71,6	14,60
Schafbrücke	27.03.1992	446	78,2	3,30	168,0	60,6	13,50
Gimritzer Damm	27.03.1992	110	13,9	0,60	33,1	26,2	3,30
Gutsbrücke	27.03.1992	1580	203,0	9,70	432,0	120,0	118,00
Neue Brücke	27.03.1992	1060	137,0	7,50	363,0	96,9	76,70
Gimritzer Damm	27.03.1992	355	42,9	1,30	65,6	37,7	8,20
Schwanenbrücke	27.03.1992	1950	160,0	6,70	283,0	112,0	21,80
Nähe Weinberg	27.03.1992	697	95,4	5,40	327,0	57,7	19,90
Höhe Auwald	27.03.1992	1320	179,0	13,00	335,0	110,0	28,10
Höhe Auwald	27.03.1992	1600	279,0	20,00	634,0	139,0	34,00
Höhe Auwald	27.03.1992	297	56,1	2,00	122,0	37,9	14,70
Höhe NSG	27.03.1992	336	34,4	1,40	82,5	31,6	7,50
Saale-Einmündung	27.03.1992	1700	229,0	14,00	622,0	129,0	38,60

(Quelle: Staatliches Amt für Umweltschutz Halle, Sachsen-Anhalt)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedi- mentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch

Die Hauptmasse der Schadstoffbelastung konzentrierte sich zum damaligen Zeitpunkt in den obersten Sedimentationsbereichen bis 1 m Tiefe. Weiterhin wurde eine Belastungszunahme der Schadstoffkonzentrationen von Süd nach Nord und damit in Abflussrichtung festgestellt. Zusätzlich wurde an Hand einer stark belasteten Quecksilberprobe das Remobilisierungspotential im Porenwasser untersucht. Das Ergebnis lag unterhalb der Nachweisgrenze.

Entsprechend des innerstädtischen Flussverlaufs entlang von Naturschutz- und Naherholungsgebieten sind hier die Art und die Höhe des Remobilisierungspotentials bei strömungsintensiven Hochwasserereignissen mit Überflutung der Auen und nachträglicher Akkumulation von besonderem Interesse.

#### **3.3.1.4 Havel**

Die Havel ist mit 334 km Länge der längste rechtsseitige Nebenfluss der Elbe. Sie entspringt in Mecklenburg-Vorpommern, durchfließt von Nord nach Süd Brandenburg und Berlin und mündet in ihrem weitem Verlauf nach Westen im nördlichen Sachsen-Anhalt in die Elbe. Die Havel besitzt nach Moldau und Saale die drittgrößte Wassermenge unter den Nebenflüssen der Elbe. 285 Flusskilometer verlaufen in Brandenburg [U27]. Auf Sachsen-Anhalt beschränkt sich der Unterlauf bis zur Elbemündung kurz hinter Havelberg an der Wehranlage Neuwerben.

Die Wassertiefe und Wasserführung wird fast im gesamten Verlauf durch Wehre und Schleusen reguliert. Dadurch ist der größte Teil des Flusslaufs schiffbar und erfährt eine starke touristische Nutzung. Die überwiegend offene Gewässerstruktur ist und durch einen permanenten Durchfluss geprägt, so dass vorrangig Sand-Kiesablagerungen im Flussquerschnitt auftreten. Feinere Sedimentablagerungen oder Schlämme sind überwiegend auf Staustufen (Schleusen) oder Nebenstrukturen und Mäander, wie z. Bsp. Hafenbecken und Stadtgraben Havelberg, beschränkt.

Industrielle Direkteinleiter sind auf dem Gebiet von Sachsen-Anhalt nicht bekannt. Das Einleiten ungeklärter, kommunaler Abwässer findet spätestens nach der Zentralisierung der Abwasserentsorgung nicht mehr statt.

Nach [U4/6/26] ist lediglich eine erhöhte Salzbelastung der Sedimente, die als Summe auf die geogene Hintergrundbelastung und auf die andauernde Braunkohletagebautätigkeit im Einzugsgebiet der Spree zurückzuführen sind sowie eine geringe organische Belastung im Bereich der Havel bekannt.

Entsprechend der Klassifizierung nach dem Sedimentmanagementkonzept [U28] liegen **keine** nennenswerten Konzentrationen an Schad- und Spurenstoffen vor.

### 3.3.2 Saalenebenflüsse

In Fließrichtung betrachtet, münden die zu betrachtenden Nebenflüsse wie folgt in die Saale: Unstrut, Laucha, Weiße Elster, Schlenze, Wipper und Bode.



Abbildung 3: Ausschnitt Abbildung 1, Saalenebenflüsse

([http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Elbe\\_Einzugsgebiet.png&filetimestamp=20080424182045](http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:Elbe_Einzugsgebiet.png&filetimestamp=20080424182045), Stand 07.12.2011)

#### 3.3.2.1 Unstrut

Die Unstrut ist ein linksseitiger Nebenfluss der Saale. Sie entspringt westlich von Kefferhausen bei Dingelstädt in Nordthüringen im südlichen Eichsfeld und mündet nach 192 km im Großjenaer Blütengrund bei Naumburg in die Saale.

Das Einzugsgebiet der Unstrut umfasst nahezu das gesamte Thüringer Becken nebst einem Teil der westlichen und nördlichen Randplatten, kleinere Teile des nördlichen Thüringer Waldes und kleine Teile des Südharzes. In den niederschlagsreicheren Randgebirgen des Thüringer Beckens entspringen zudem die wasserreicheren Zuflüsse, wie auch die Unstrut selbst. Sie stellt damit den wasserreichsten Zufluss der Saale dar.

Wichtige Zuflüsse der Unstrut sind linksseitig die Wipper (thüringische), die Helbe und die Helme sowie rechtsseitig die Gera, die Gramme und die Lossa [U27].

Der Zechstein und die Triasformationen des Buntsandsteins und Muschelkalks prägen das Gesicht des Unstrutverlaufs. Hieraus resultiert eine erhöhte Salzfracht (Sulfat/Chlorid) als geogene Hintergrundbelastung.

Wie im Bereich der Havel wird die Wassertiefe und Wasserführung der Unstrut im gesamten Verlauf durch Wehre und Schleusen reguliert, um eine durchgängige Schiffbarkeit für Sport- und Motorboote zu ermöglichen. Die Unstrut erfährt daher überwiegend eine touristische Nutzung, industrielle Direktleitungen sind nicht bekannt. Das Einleiten ungeklärter kommunaler Abwässer findet spätestens nach der Zentralisierung der Abwasserentsorgung nicht mehr statt.



Zur Gewährleistung der Schleusentätigkeit müssen die Schleusengräben nach Beendigung der Schließzeit in den Wintermonaten beräumt werden. Dies geschieht im Spülverfahren. Die Analysenwerte (LHW Flussbereiche) der auf dem Spülfeld abgelagerten Schlämme zeigen für Schwermetalle eine leichte Erhöhung gegenüber den geogenen Hintergrundwerten und halten nach der Klassifizierung des Sedimentmanagementkonzeptes [U28] überwiegend den mittleren Schwellenwert ein. **Hohe- bis sehr hohe Konzentrationen** liegen nur für die **Schwermetalle Nickel** und **stellenweise für Blei und Quecksilber** vor.

Weiterhin ist eine **durchgängige Auffälligkeit für die PAK-Komponente Fluoranthren** oberhalb des obersten Schwellenwertes angezeigt.

### 3.3.2.2 Laucha

Wie die Bode, ist auch die Laucha ein linker Nebenfluss der Saale und verläuft komplett in Sachsen-Anhalt. Sie entspringt 1,5 km westlich von Schafstädt und fließt mit einem West-Ost-Gefälleverlauf bei Schkopau in die Saale [U27].

Das zunächst natürliche Flussbett geht in Bad Lauchstädt kurzzeitig in ein künstlich kanalisiertes Flussbett über. Bis zur Gemeinde Schafstädt sind keine künstlichen Zuläufe bekannt. Ab Schafstädt bis Bad Lauchstädt werden kommunale und gewerbliche Abwässer in die Laucha abgeleitet. Im weiteren Verlauf bis Schkopau verläuft die Laucha unmittelbar am Deponiefuß der Hochhalde Schkopau (DHS), wodurch eine nachweisliche Anreicherung mit Deponieschadstoffen durch infiltrierende und zufließende Haldensickerwässer erfolgt [U16]. Insbesondere für Quecksilber wird nach der Klassifizierung gemäß Schadstoff / Sedimentmanagementkonzept [U28] der oberste Schwellenwert weit überschritten. Daneben treten weitere Schwermetalle sowie Dioxine und Furane in mittleren Konzentrationen auf.

Verfolgt man den Verlauf der Laucha an Hand der vorliegenden Analysenwerte, so sind entlang der DHS stark ansteigende Konzentrationen zu verzeichnen. Die DHS beeinträchtigt damit die Laucha negativ in ihrer Gesamtbeschaffenheit.

### 3.3.2.3 Weiße Elster

Die Weiße Elster ist ein rechter Nebenfluss der Saale. Sie entspringt im tschechischen Elstergebirge östlich von Aš (Asch) und mündet nach insgesamt 248 Fluss-Kilometern im halleschen Stadtteil Beesen in die Saale [U27].

Der Flussverlauf in Sachsen-Anhalt beschränkt sich in zwei kurzen Abschnitten auf den Unterlauf der Weißen Elster, zum einen im Raum Zeitz im Süden und zum anderen südöstlich der Stadt Halle.

Durch landwirtschaftliche Nutzung und Flusslaufregulierungen erfolgten in den letzten zwei Jahrhunderten starke Eingriffe in den natürlichen Flussverlauf. Zum Hochwasserschutz erfolgte eine starke Begradigung, Kanalisierung und Eindeichung mit der Folge einer fortschreitenden, erosiven einschneidenden Eintiefung.

Als Folge der vorgenommenen Wasserhaltungsmaßnahmen des Braunkohlenabbaus zu DDR-Zeiten wurde das Flussbett zudem zwischen den sächsischen Städten Zwenkau und Leipzig verlegt und zum Teil betoniert und asphaltiert.

Das Einzugsgebiet der Weißen Elster beträgt bis zur Saalemündung 5360 km<sup>2</sup>. Die bedeutendsten Nebenflüsse sind die Pleiße (1508 km<sup>2</sup>), die Weida (460 km<sup>2</sup>), die Parthe (365 km<sup>2</sup>) und als Nebenbach der Pleiße die Wyhra (429 km<sup>2</sup>) [U27].

Entsprechend des Flussverlaufes, von der Quelle im Elstergebirge zur Mündung in eine holozän geprägte Flussaue im Raum Halle-Leipzig, nehmen die verschiedenen geologischen Einheiten einen geogenen Einfluss auf die Geochemie der Flussfracht. Der Oberlauf der Weißen Elster umfasst Mittelgebirgsanteile bis zu einer Höhe von +800 m NN, wodurch ein erhöhter, geogener Eintrag von Metallen und Seltenen-Erden-Elementen erfolgt. Der überwiegende Teil des Unterlaufes durchquert die Leipziger Tieflandsbucht mit allgemein niedrigen geogenen Metallgehalten [U11].

Die erhöhten Metallkonzentrationen im Flusseinzugsgebiet der Weißen Elster werden in erster Linie auf Eintragsquellen der Altindustrie zurückgeführt. Es handelte sich dabei um Bergbauabwässer, Abwässer der metallverarbeitenden Industrie, Abwässer der Zellstoff- und chemischen Industrie, der Leder- und Kunstlederverarbeitung, der Holzindustrie, der Landwirtschaft, kommunaler Abwässer, Abprodukten des Straßenverkehrs und Flugaschefächern der petrochemischen und braunkohleverarbeitenden Industrie.

An Hand der Analysewerte aus [U8/15] ist eine fortschreitende Verringerung der Schwermetallkonzentrationen für den Zeitraum von 1991-2001 ablesbar. Aktuellere Sedimentanalysen, die im Rahmen des Projektes recherchiert wurden, belegen jedoch eine bis dato vorhandene bzw. anhaltend hohe Schwermetallbelastung durch Altsedimente im Mittel- und Unterlauf der Weißen Elster (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Schwermetalle, Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Weiße Elster**

Probenahmestelle	Probenahme- datum	Zn mg/kg TS	Cd mg/kg TS	Cr mg/kg TS	Hg mg/kg TS
Zeitz	01.11.2000	1375	3,48	92,0	0,55
Zeitz	01.11.2000	1562	2,99	96,0	0,50
Zeitz	06.02.2001	1286	4,01	99,0	0,45
Zeitz	06.02.2001	1235	4,02	101,0	0,45
Oberthau	01.11.2000	1580	6,23	207,0	1,30
Oberthau	06.02.2001	1790	6,39	234,0	1,56
Oberthau	07.02.2001	1757	7,15	189,0	1,04
Ammendorf	01.11.2000	1926	8,02	295,0	1,66
Ammendorf	06.02.2001	1705	6,65	207,0	1,44
Ammendorf	07.02.2001	1648	7,28	201,0	1,17

(Quelle: Abhandlungen d. Sächsischen Ak. Band 58, Heft 6)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedi- mentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch

#### 3.3.2.4 Schlenze

Im Gegensatz zu den größeren Nebenflüssen entspricht die Schlenze eher einem 15 km langen Bach [U27] mit einem Fließquerschnitt zwischen 0,50-5 m, im Mittel von 2 m. Sie entspringt südlich von Polleben und mündet bei Friedeburg im Mansfelder Land in die Saale.

Ihren charakteristischsten Zufluss stellt der sogenannte Schlüsselstollen bei km 12 kurz vor Friedeburg dar. Es handelt sich hierbei um einen bergbaulichen Stollen zur Entwässerung der Schächte im Mansfelder Kupferbergbaurevier. Dieser Schlüsselstollen ist mit 32,3 km Länge einer der längsten seiner Art in Europa. Neben diesem schwermetallhaltigen Abfluss in die Schlenze erfolgten Einleitungen unzureichend behandelter, kommunaler Abwässer sowie Zuflüsse von nährstoffbelasteten Wässern. Bis auf die Zentralisierung der kommunalen Abwässer in modernen Kläranlagen, wodurch in erster Linie geklärte Abwässer eingeleitet werden, erfolgt weiterhin ein Zufluss der Bergbauwässer aus dem Schlüsselstollen bei Friedeburg sowie der Zufluss landwirtschaftlicher Dränagewässer.

Aktuelle Analysendaten aus dem Bereich des Unterlaufs belegen eine mittel- bis hochgradige Schwermetallbelastung. Vergleichsdaten aus dem Ober- bis Mittellauf liegen bisher noch nicht vor.

#### 3.3.2.5 Wipper

Auch die Wipper ist ein linker Nebenfluss der Saale. Ihr gesamter Flussverlauf von etwa 85 km liegt auf dem Gebiet des Landes Sachsen-Anhalt. Sie wird als Gewässer erster Ordnung geführt [U27]. Die Wipper entspringt bei Stolberg im Harz und mündet bei Bernburg in die Saale. Im Oberlauf bildet die Wipper einen typischen Gebirgsfluss mit einem steinigem Sand-Kiesbett, Schlammablagerungen treten nur untergeordnet bis gar nicht auf. Mächtige Schlammablagerungen treten erst im Unterlauf zwischen Aschersleben und Bernburg, nach Einmündung mehrerer Nebenflüsse und kleinere Zuläufe, an Wehr- und Staustufen auf, bis dann ab Ilberstedt, am Ende des Wippertals bis zur Mündung bei Bernburg, eine gleichmäßig ruhige Fließgeschwindigkeit gute Voraussetzungen für eine flächenhafte Sedimentation bietet.

Aus den vorliegenden Analysenwerten aus U11 geht eine geogene Hintergrundbelastung aus dem Südharz hervor, so dass bereits einzelne Schwellenwerte überschritten werden. Die typischen Schwermetalle wie Mangan, Zink, Blei und Kupfer liegen somit geogen bedingt bereits in angereicherter Form vor (Tabelle 9.1).

Auffällig ist eine sprunghafte Erhöhung der Schwermetallgehalte zwischen Leimbach und Hettstedt, da in Hettstedt die erz- und metallverarbeitende Industrie ansässig war und entsprechende Einleitungen existierten. Entsprechend der Verlagerung und Akkumulation ist die erhöhte Schwermetallbelastung im Unterlauf bis zur Mündung nachweisbar, wenn auch durch den Verdünnungseffekt die Konzentration leicht abnimmt. Die Schwermetallgehalte für Zink, Blei, Nickel und vor allem Kupfer (Kupferschiefer-Bergbau) liegen in erhöhter Konzentration vor. Die weiteren Schwermetalle Cadmium, Arsen und Quecksilber bleiben zumeist unter dem mittleren Schad-

stoffschwellenwert. Neben den Schwermetallen liegen zum Teil PAK-Werte in überhöhter Konzentration vor (Tabelle 9.2).

**Tabelle 9.1: Auszug Sedimentdatenbank, geogene Hintergrundbelastung in der Wipper**

Probenahmestelle	Zn	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	As	Hg
	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
<b>Leimbach, Vatterode</b>	<b>137</b>	<b>40,2</b>	<b>0,21</b>	<b>49,0</b>	<b>87,0</b>	<b>43,0</b>	<b>16,0</b>	<b>1,40</b>
<b>Warmisdorf, Cölbick</b>	<b>210</b>	<b>50,0</b>	<b>0,45</b>	<b>52,0</b>	<b>234,0</b>	<b>42,0</b>	<b>20,0</b>	<b>1,14</b>

(Quelle: Abhandlungen d. Sächsischen Ak. Band 59, Heft 6)

**Tabelle 9.2: Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Wipper**

Probenahmestelle	Probenahmest-datum	Zn mg/kg TS	Pb mg/kg TS	Cu mg/kg TS	Ni mg/kg TS	FA mg/kg TS	PAK 5 mg/kg TS
Wippra, OH. Wehr	06.09.2004	99	20,7	31,8	54,5	<0,01	<0,6
Wippra I	31.01.2007	240	133,0	49,0	44,0	0,300	0,38
Leimbach uh. Wehr li.	12.02.2007	370	127,0	146,0	30,0	0,460	0,70
Hettstedt II	01.02.2007	820	200,0	4660,0	138,0	0,630	0,72
Aderstedt	2006	923	285,5	443,0	65,8	0,520	-
Ilberstedt II	13.02.2003	898	295,0	600,0	47,5	0,945	1,36
Mehringen	05.04.2005	1670	770,0	3170,0	140,0	0,630	3,05
Klein Schierstedt, uh. Wehr	15.05.2007	1570	1190,0	1050,0	55,0	2,100	2,92

(Quelle: LHW, FB Sangerhausen)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedi-mentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch

### 3.3.2.6 Bode

Die Bode ist ein linker Nebenfluss der Saale und verläuft komplett in Sachsen-Anhalt. Sie entspringt mit zwei Quellflüssen, der Warmen und der Kalten Bode, im Brockengebiet des Hochharzes und entwässert dieses in nordöstlicher Richtung, bis sie nach 169 km bei Nienburg in die Saale bei km 27,6 einmündet. Das Einzugsgebiet der Bode umfasst insgesamt 3229 km<sup>2</sup>. Die Bode bildet geomorphologisch das größte Talsystem innerhalb des Harzes und verläuft durch die welligen Hochflächen des Unterharzes. Sie windet sich zwischen Treseburg und Thale durch ein Engtal, das eigentliche Bodetal, dessen unterster Abschnitt die tiefste außeralpine Felschlucht Deutschlands und seit 1937 ein Naturschutzgebiet darstellt. Im Oberharz befindet sich gleichzeitig das größte Talsperrensystem des Harzes. Deren Teil-Einzugsgebiete betragen

für die Talsperre Wendefurth 309,2 km<sup>2</sup>, für die Rappbodevorsperre und die Rappbodetalsperre 269,0 km<sup>2</sup> und für die Talsperre Königshütte 154,2 km<sup>2</sup> [U27].

Im Oberlauf entspricht die Bode einem eingegengten, wilden Gebirgsfluss mit einem steinigem Sand-Kiesbett, Schlammablagerungen treten somit untergeordnet bis gar nicht auf. Direkteinleitungen erfolgten im Oberlauf vor 1990 in erster Linie durch das Eisenhüttenwerk Thale sowie durch kommunale Abwässer. Weiterhin erfolgen Zuflüsse durch den Erzbergbau beeinflusster Wässer sowie aus dem rechtsseitigen Nebenfluss Selke mit ähnlicher Belastung durch den Erzbergbau.

Im Unterlauf, nach Verlassen des Harzes, durchfließt die Bode zunehmend verbreitert das nördliche Harzvorland und in großem Bogen den Landkreis Börde und den Salzlandkreis. Die Fließgeschwindigkeit verringert sich entsprechend, so dass eine Sedimentation feiner Sedimente in strömungsberuhigten Abschnitten erfolgt.

Neben der Einleitung behandelter, kommunaler Abwässer, erfolgt bis heute eine mehrfache Direkteinleitung der geklärten Haldenwässer der industriellen Absetzanlage (IAA) Unseburg des SODA-Werkes Staßfurt in die Bode. Diese Wässer beinhalten technologiebedingt eine erhöhte Salzfracht [U21].

Zusätzlich zur anthropogenen Belastung nimmt die geogene Hintergrundbelastung durch den Verlauf der Bode von der Quelle im Oberharz über die Egelner Mulde (Braunkohlevorkommen) und den Salzsattel bei Staßfurt eine gesonderte Stellung ein [U11].

Probeentnahmen zwischen Thale (Harz) und Quedlinburg (Harzvorland) aus dem Jahre 2010 weisen erhöhte Zink-, Chrom- und Kupfer-Gehalte im Feststoff auf, die mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Erzbergbau zurückgeführt werden können. Im Rahmen einer Klassifizierung nach dem Sedimentmanagementkonzept [U28] wird der oberste Schwellenwert für die Schwermetalle Blei und Nickel nahezu im gesamten Flussverlauf überschritten. Neben den Schwermetallen wurden weiterhin erhöhte PAK-Werte festgestellt. Kontinuierliche Messreihen liegen dafür jedoch nicht vor (Tabelle 10).

Gleiches trifft für den Schadstoffkomplex der Dioxine und Furane zu, welche in erhöhter Konzentration im Raum Staßfurt festgestellt wurden. Deren Konzentration erhöhte sich seit 1995 im Laufe der Zeit flussabwärts, so dass wahrscheinlich ein aktiver Transport der Uferlandsedimente bzw. Schwebstoffe einschließlich deren gespeicherte Schadstoffe in Richtung Saale und weiter in die Elbe stattfindet.

**Tabelle 10: Auszug Sedimentdatenbank, Analysewerte Bode**

	Probenahme-	Pb	Cu	Ni	FA	BaP	PAK 5	I-TEQ
Probenahmestelle	datum	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	ng/kg
Ortslage Thale, li. An- landung	26.11.2008	83	715	264	-	-	-	-
Quedlinburg Turnstraße, unt. Abs.	07.05.2009	110	159	67	-	-	-	-
Neinstedt; Friedensbrü- cke	15.03.2007	144	200	86	-	-	-	-
Wegeleben	28.04.2010	85	43	41	1,900	0,670	2,64	-
Neugattersleben	18.12.2007	172	111	56	0,92	0,45	-	85
Einmündung Saale	29.07.2010	158	114,49	42,91	0,91	0,39	1,69	374

(Quell: LHW Sachsen-Anhalt, FB Halberstadt und BfG-Datenbank)

Schwellenwertkennzeichnung gemäß Sedi- mentschadstoffklassifizierung <sup>[28]</sup>		
sehr niedrig - niedrig	mittel	hoch - sehr hoch

### 3.4 Unterhaltungsmaßnahmen

Mit dem Wegfallen von den industriellen Direkteinleitungen bzw. den steigenden Anforderungen an geklärte Abwässer stellten sich zunehmende Verbesserungen der Wasserqualitäten ein. Parallel verloren Wehre und Mühlgräben ihre wirtschaftliche Bedeutung bzw. wurden zunächst funktionslos. Mit Hinblick auf die Nutzung erneuerbarer Energien erfahren alte Mühlenstandorte zunehmend eine Revision.

Die Aufrechterhaltung der Funktionstüchtigkeit oder Revision bedarf kostspieliger Unterhaltungsmaßnahmen. So müssen Entschlammungen oder Verspülungen sowie Sanierungen im Bereich von Wehrtafeln und Schleusentoren saisonal immer wieder vorgenommen werden. Langfristig sind zum Beispiel in den betroffenen Flussabschnitten der Bode und Wipper Wehrrückbauten bzw. die Herstellung von Sohlgleiten geplant, um dauerhaft eine ökologische Durchgängigkeit gewährleisten zu können.

Gleichfalls bedürfen Sanierungen und Renaturierungen von Flussabschnitten eines größeren Eingriffs in die Flussmorphologie als auch in den Lebensraum aquatischer Lebensgemeinschaften. Eine Remobilisierung vorhandener Schadstoffe ist dabei meist unvermeidlich. Art und Umfang der Schadstoffremobilisierung hängt dabei entscheidend von den angesetzten Maßnahmen als auch Schutzvorkehrungen ab.

Insgesamt rücken die Flüsse heutzutage wieder zunehmend in öffentliches als auch wirtschaftliches Interesse. Auf der einen Seite stehen die Erhaltung und Erweiterung der aquatischen Lebensgemeinschaften und auf der anderen Seite die wirtschaftliche Nutzung für die Industrie und den Tourismus sowie zunehmend für die energetische Nutzung von Wasserkraft.

Saisonale, wiederkehrende Maßnahmen zur Erhaltung der Schleusenfunktionstüchtigkeit müssen jährlich zum Saisonauftakt mit Beginn des Frühjahrs, vor der einsetzenden Schleusentätigkeit für den Sportboottourismus durchgeführt werden, da sich über die Wintermonate zumeist dm- bis m-mächtige Schlammablagerungen vor den Schleusentoren aufstauend ablagern, so dass eine Öffnung nicht möglich ist. Dies ist für die Schleusen des Saale-Mittellaufs sowie der Unstrut maßgebend.

Im Falle der funktionslosen Wehre im Bereich der Bode als auch der Wipper wird, wie bereits erwähnt, ein Rückbau und Neubau sogenannter, naturnaher Sohlgleiten angestrebt. Betrachtete Wehre im Mittellauf der Weißen Elster werden nicht mehr bewirtschaftet, Wehrtafeln sind dauerhaft geöffnet oder auch entfernt. Eine Unterhaltung bzw. Instandhaltung konnte während der Befahrung des Unterlaufs nur für das Hubschütz Döllnitz in Erfahrung gebracht werden.

**Tabelle 11.1: Unterhaltungsmaßnahmen**

Nebenfluss	Flussabschnittsbereiche	Maßnahmen	Bemerkungen
<b>Bode</b>	Wehre und Mühlgräben	Entschlammungen	in unregelmäßigen Abständen zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit, Lagerung in Schlammbecken, kostspielige Entsorgung
<b>Havel</b>	Wehre	Sanierung	Erhaltung und Herstellung der Funktionstüchtigkeit
<b>Laucha</b>	Ober- bis Unterlauf	Umverlegung und Renaturierung	Kontamination durch die Hochhalde Schkopau
<b>Luppe</b>	-	keine bekannt	-
<b>Mulde</b>	Wehre/Staustufen	Sanierung	Rückbau oder Sanierung, zum Teil zur energetischen Nutzung
<b>Saale</b>	Schleusen/Mühlgräben im Mittellauf, nicht schiffbaren Bereich im LSA bis Bad Dürrenberg	Verspülungen (Schleusen) und Entschlammungen (Mühlgräben)	saisonal zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit der Schleusen, Entschlammung und Sanierung, teilweise zur energetischen Wiedernutzbarmachung
<b>Schlenze</b>	Unterlauf	Renaturierung	sichtbare Ufersanierungen im Unterlauf
<b>Schwarze Elster</b>	Unterlauf	Renaturierung	Einbau von Sohlschwellen und Strömunglenker zur Fließgeschwindigkeitsreduzierung
<b>Unstrut</b>	Bootsschleusen	Entschlammungen	saisonal zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit, Lagerung in Schlammbecken, kostspielige Entsorgung
<b>Weiße Elster</b>	Unterlauf	Renaturierung und Sanierung	Rückbau oder Erhaltung und Herstellung der Funktionstüchtigkeit
<b>Wipper</b>	Wehre und Mühlgräben	Sanierung und Entschlammungen	in unregelmäßigen Abständen zur Erhaltung der Funktionstüchtigkeit, Lagerung in Schlammbecken, kostspielige Entsorgung, teilweise Herstellung von Sohlgleiten (Wehrrückbau)

Dokumentierte Unterhaltungsmaßnahmen in Form von Sedimententnahmen wurden uns lediglich vom Flussbereich Sangerhausen für die Unstrut übermittelt und finden sich in der Tabelle 11.2 wieder. Die in der Tabelle 11.1 enthaltenen Informationen stammen zum Großteil aus den münd-

lich gemachten Angaben der Flussbereichsleiter, welche im Rahmen der Flussbefahrungen ausgetauscht wurden. Bei Einzelbefahrungen war der visuelle Eindruck des Standortes bzw. Gegenstandes maßgebend.

**Tabelle 11.2: Unterhaltungsmaßnahmen an den Schleusen der Unstrut**

Gewässerabschnitt Unstrut	Unterhaltungsmaßnahmen/Sedimentnahmen, Jahr [m <sup>3</sup> ]								
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Schleuse Wendelstein	707,00	-	-	-	-	-	216,00	870,00	905,00
Schleuse Tröbsdorf	622,00	-	-	-	-	-	-	500,00	339,15
Schleuse Laucha	1130,40	593,00	520,92	517,64	289,26	348,00	302,70	460,00	545,20
Schleuse Zeddenbach	384,00	-	-	-	-	-	-	440,00	189,00
Schleuse Freyburg	260,11	-	-	-	-	-	-	160,00	-

### 3.5 Zusammenstellung von Ursachen der Schadstoffbelastung

Aus der Betrachtung und Auswertung aller bisher vorliegenden Analysendaten geht eine starke Schwermetallbelastung in den Nebenflüssen der Elbe einschließlich Saale und deren Nebenflüssen hervor.

Es handelt sich hierbei überwiegend um historische Schadstoffbelastungen aus den Zeiträumen vor 1990. Zur damaligen Zeit war die Abwasserbehandlung aller Industriezweige zumeist ungenügend, Einleitungskriterien bestanden für belastete Abwässer in erster Linie formal und wurden oder konnten nur bedingt eingehalten werden, so dass dadurch entsprechend hohe Konzentrationen an Schadstoffen zur Einleitung kamen.

Die Klärung kommunaler Abwässer erfolgte ebenfalls unzureichend. Es waren zumeist mechanisch arbeitende Kläranlagen vorhanden. Biologische Kläranlagen fehlten nahezu vollständig. Hinzu kommt die atmosphärische Deposition, vorrangig aus Verbrennungsprozessen der Industrie und verbleiten Ottokraftstoffen bis Anfang der 90-er Jahre.

Maßgeblich hohe Belastungen liegen an Hand der vorhandenen Daten in den Fließgewässern: *Saale einschließlich Nebengewässer, Schwarze Elster, Mulde, Weiße Elster, Bode, Wipper, Luppe, Laucha und Schlenze* vor.

Die *Unstrut* weist überwiegend geringe bis mittlere Schadstoffbelastungen, die *Havel* nur geringe bis keine Schadstoffbelastungen auf.

Die vorliegenden Analysedaten spiegeln sehr deutlich eine Kombination dieser Prozesse wider. Problematisch erscheinen sich einstellende hydrologische Veränderungen in den Grundwasserleitern als hydraulische Folgen von Hochwasserereignissen und Grundwasserwiederanstieg in ehemaligen Bergbauregionen, da hierbei eine Remobilisierung von Schadstoffen stattfindet, die zuvor auf einen nicht durchströmten Teufenbereich oder innerhalb der obersten Bodenzonen beschränkt waren [U14].

Die komplette Zusammenstellung aller verwendeten Analysendaten befindet sich in der erstellten Datenbank auf dem beigefügten Datenträger.



## 4 Sedimentuntersuchungen

### 4.1 Methodik zur Ermittlung potentieller Sedimentbereiche

Im Rahmen der Datenrecherche für die Erstellung der Sedimentdatenbank bei den zuständigen Abteilungen der verschiedenen Flussbereiche des LHW erfolgte parallel eine zielgerichtete Anfrage zu Hinweisen möglicher Sedimentationsbereiche im betreffenden Flussabschnitt.

Auf Grund der Komplexität der Flussabschnitte wurde auf Vorschlag der zuständigen Bereichsleiter oder Bearbeiter Termine zu gemeinsamen Flussbefahrungen vereinbart, so dass im Vorfeld der Sedimentuntersuchungen potentielle Sedimentbereiche in den jeweiligen Nebenflüssen zum Teil direkt angefahren und somit vorab ausgehalten werden konnten. In den dazu aufgestellten Befahrungsprotokollen, welche dem Bericht am Ende als Anlage 6 beigefügt sind, wurden ausgewählte Sachdaten protokollarisch, beispielhaft wie folgt erfasst:

Gewässer:	Bode	Lfd. Nr.	5d
Ort:	Wehr in Staßfurt	RW:	4469550
Datum:	06.09.2011	HW:	5747175
Uhrzeit:	17:05		
Durchgeführt durch:	D. Nehring, C. Gleißner		
Weitere Anwesende:	Herr Möhring (LHW FB Halberstadt)		
Sedimentationsbereiche:	seitlich vor dem Wehr (rechts)		
Substrat:	Schlammanlandungen		
Geschätzte Mächtigkeit:	metermächtig		
Anmerkungen:	Eigentum SODA → Brauchwassernutzung, Walzwehr, Beprobung vom Wehr aus möglich		
Anfahrt:	Staßfurt, August-Bebel-Straße, Am Schütz einbiegen		

Zusätzlich enthalten die Protokolle Bilddokumentationen in Form eines Google Earth Satellitenbildes als Anfahrtsbeschreibung sowie Abbildungen vom Standort und den potentiellen Sedimentbereichen. Die Kerninformationen aus den Begehungsprotokollen der Anlage 6 sind zusätzlich in der Datenbank-Tabelle der Anlage 4 enthalten.

Insgesamt wurden, verteilt auf alle Flussabschnittsbereiche, zunächst ca. 120 Punkte angefahren und diese als erstes Ergebnis mit Hinweisen auf die recherchierten Sedimentbelastungen im Rahmen einer Präsentation beim LHW in Halle vor- und zur Diskussion gestellt. Neben der Ergebnisvorstellung wurde die geplante Vorgehensweise im Teilschritt B, Schlammdeckenbestimmung, erläutert. Hierbei wurde festgelegt, dass zur Abbildung eines Schlammkörpers bzw. der flächenhaften Schlammablagerungen in Abhängigkeit zum Querprofil und der Gewässermorphologie ca. 3 bis 15 Schlammsondierungen veranschlagt werden können.

Im Ausgang dieser Präsentation wurden weiterhin die angefahrenen Nebenflüsse in 3 Kategorien hinsichtlich ihrer Bedeutung innerhalb der vorliegenden Bestandsaufnahme belasteter Altsedimente durch die zuständigen Koordinatoren des LHW eingeteilt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem vorhandenen und bereits bekannten Schadstoffpotential sowie einer möglichen Remobilisierung der Schadstoffe und Verfrachtung in Richtung Elbe.

In die Kategorie I wurden die Flüsse: Bode, Saale, Schlenze und Weiße Elster,

in die Kategorie II die Flüsse: Havel und Schwarze Elster und

in die Kategorie III die Flüsse: Laucha, Luppe, Mulde, Unstrut und Wipper eingeteilt.

Der Mulde kam bei der Betrachtung generell eine Sonderstellung zu. Diese war hinsichtlich potentieller Sedimentbereiche zu erfassen, für den weiteren Teilschritt B jedoch nicht zu berücksichtigen. Die weitere Bearbeitung erfolgt gesondert über die Landesanstalt für Altlastenfreistellung (LAF) im Zusammenhang mit einem parallel laufenden Projekt zur Frachtabschätzung des Spittelwassers auf Grundlage der durch G.E.O.S. vorgestellten Vorgehensweise.

Diese kategorische Einteilung wurde vorgenommen, da die zur Verfügung stehenden Peilstangensondierungen zur Schlammdeckenbestimmung auf 300 Stück begrenzt waren und den potentiellen Sedimentbereichen der Nebenflüsse der I. und II. Kategorie der Vorrang zu gewähren war. Eine Berücksichtigung der Nebenflüsse der III. Kategorie sollte nur bei einem erheblichen Überschuss an Sondierungen erfolgen.

Ziel der Felduntersuchungen war es, diesbezügliche Bereiche in den jeweiligen Flussläufen auszuhalten, die im Rahmen des Sedimentmanagementkonzeptes sanierungswürdig erscheinen.

Weiterhin wurde festgelegt, dass vor den Schlammdeckenbestimmungen die Nebenflüsse der Kategorie I im Bereich des Unterlaufs detaillierter aufzuschlüsseln sind, um auch diese Befahrungsergebnisse in den Vorschlag zur Verteilung der Peilstangensondierungen mit einfließen zu lassen, im Speziellen betraf dies die Bode, die Nebenstrukturen der Saale (Mühlgräben, Mäander und Altarme) sowie die Schlenze. Aus der Erweiterung ergaben sich somit insgesamt 141 angefahrne Punkte, teilweise mit den zusätzlichen Bezeichnungen: a, b, c.

Die Aufteilung der Peilstangensondierungen auf die einzelnen Flussabschnitte erfolgte in Abstimmung mit den zuständigen Koordinatoren des LHW im Ergebnis der Projektbesprechung vom 16.09.2011. Es wurden insgesamt 47 Flussbereichsabschnitte entlang der Nebenflüsse der I. und II. Kategorie festgelegt. Dabei wurde versucht, eine gleichmäßige Verteilung an Querprofilen zwischen Mündungs- und Quellbereich vorzunehmen, um möglichst eine Gesamtverteilung der Schlammablagerungen über den zu betrachtenden Flusslauf zu erhalten, mit dem Ziel Anhaltspunkte zur Verlagerung und Remobilisierung der Altablagerungen zu erhalten.

Die detaillierte Verteilung der Sondierungen zur Schlammdeckenmessung findet sich unter der Tabelle in Anlage 4: Spalte Anzahl der Peilstangensondierungen, im Anlagenteil des vorliegenden Berichtes.

Die Gesamtheit aller Anfahrpunkte geht ebenfalls aus der Tabelle in Anlage 4: Anfahrten, Peilstangensondierungen, Schlammmächtigkeiten und Schlammvolumina hervor. In der nachfolgenden Tabelle 12 sind die Summe aller angefahrenen Punkte sowie die Anzahl der Peilstangensondierungen je Nebenfluss zusammenfassend aufgeführt.

**Tabelle 12: Anzahl der Anfahrpunkte**

Flussabschnitt	Anzahl der angefahrenen Punkte	Stellenwert/Kategorie zur Verteilung der Peilstangensondierungen	Gesamtanzahl der Peilstangensondierungen je Nebenfluss
Bode	29	I	70
Havel	6	II	22
Laucha	7	III	0
Luppe	1	III	0
Mulde	13	III	0
Saale	39	I	155
Schlenze	6	I	6
Schwarze Elster	9	II	24
Unstrut	6	III	0
Weißer Elster	10	I	25
Wipper	16	III	0
<b>Gesamtsumme</b>	<b>141</b>	<b>-</b>	<b>302</b>

#### **4.2 Methodik zur Untersuchung der Mächtigkeit der vorliegenden Sedimentablagerungen**

Zur Bestimmung der spezifischen Schlammmächtigkeiten wurden insgesamt 302 Peilstangensondierungen durchgeführt.

Im ersten Arbeitsschritt zur Ermittlung der Sedimentmächtigkeiten wurde im Querprofil des Flusslaufs die Gewässerbreite bestimmt, um in Abhängigkeit zu dieser die zuvor festgelegte Anzahl der Peilstangensondierungen in einem Abstand von 2-5 m zu verteilen (siehe dazu Tabelle Anlage 4). Die Verteilung der geplanten Peilstangensondierungen wurde im Rahmen der durchgeführten Feldarbeiten im Einzelnen spezifisch angepasst und protokolliert.

Sofern Schlammablagerungen angetroffen wurden, erfolgte dazu in einem weiteren Arbeitsschritt eine Verdichtung im Profilverlauf sowie eine Ausweitung im Verlauf der Fließrichtung, mit dem Ziel, möglichst einen geometrischen Körper für die Volumenberechnung im Bereich der Probenahmen abbilden zu können.

Zur überschlägigen Berechnung der vorliegenden Schlammvolumina wurden die im Feld protokollierten Schlammmächtigkeiten aufgearbeitet und ausgewertet. Die vollständige Aufstellung ist dem vorliegenden Bericht unter der Anlagennummer 5 beigelegt.

Die Ermittlung der spezifischen Sedimentablagerungen, deren Mächtigkeit sowie die Abschätzungen der Konsistenzen bzw. Lagerungsdichten wurden am jeweiligen Flusstandort in 2 Arbeitsschritten durchgeführt:

1. Die Ermittlung der Schlammoberkante bzw. der Wassertiefe erfolgte mit einer Konstruktion nach Art einer Secchischeibe. Die Hilfskonstruktion bestand aus einem leichten Rammgestänge, an dem zwischen unterer Rammspitze und dem metrigen Gestänge eine 30 cm große Plastikscheibe zwischengesetzt wurde. Zur besseren Sichtbarkeit in tieferen oder trüberen Gewässern wurde diese Plastikscheibe in einem Leuchtgelben Farbton gewählt.
2. Im direkten Anschluss erfolgte die Schlammdeckenmessung mit einer metrigen 22 mm Schlitzsonde an einem leichten Rammgestänge mit Dezimeterinteilung als Peilstange. Die Verwendung einer Schlitzsonde ermöglichte dabei eine zu Tage Förderung des vorhandenen Sedimentsubstrats, so dass eine erste, orientierende, geologische und organoleptische Sedimentansprache erfolgen konnte. Eine direkte Probenahme erfolgte im Rahmen dieser Untersuchungen noch nicht.

Der Umfang der jeweiligen Arbeiten wurde protokolliert und fotodokumentiert. Beispielfhaft ist die Vorgehensweise bei den Peilstangensondierungen im beigefügten Farbanhang dokumentiert.

### **4.3 Ergebnisse und Auswertungen der Sedimentuntersuchungen**

#### **4.3.1 Sedimentablagerungen**

In den betrachteten Nebenflüssen der Saale und Elbe einschließlich Saale-Oberlauf wurden die typischen Flusssedimente von tonig-schluffig bis sandig-kiesig mit stellenweise auftretenden Steinen bzw. Geröllen angetroffen. Interessant und für die Betrachtung hinsichtlich belasteter Altsedimente relevant ist die Feinkornfraktion  $< 0,063$  mm bzw.  $< 63$   $\mu\text{m}$  (Kornfraktion Ton-Schluff). In der Regel handelt es sich hierbei um schwarzgraubraune, anoxische Faulschlämme in denen die Schadstoffe eingelagert und dadurch gebunden sind.

Im Bereich der Flussoberläufe mit Quellgebieten in Mittelgebirgen oder Hügelländern tragen die Sedimente nahezu durchweg überwiegend sandig-kiesigen Charakter und weisen oxische Bedingungen auf. Entsprechend des vorhandenen Gefälles sind die Fließ- und Transportgeschwindigkeiten relativ hoch, so dass eine Ablagerung an ausgebildeten Mäandern oder Kolken nur selten angetroffen wurde. Flächenhaft auftretende, feinkörnige Sedimentablagerungen wurden im Bereich der Oberläufe nur an Wehrschwellen aufgefunden.

Etwa ab den Mittelläufen der Flussabschnitte herrschen deutlich verringerte Fließgeschwindigkeiten vor, so dass an den *Gleithängen* durchweg *schwarzgraubraune Faulschlammablagerungen* mit unterschiedlich ausgebildeten Pflanzenresten und Grobkornanteilen *als breiter Ablagerungs-*

*streifen akkumuliert werden.* Auf Grund der immer noch relativ hohen Fließgeschwindigkeiten lagert im *Stromstrich* fast durchweg *Sand und Kies*.

Ein Auftreten von *Schlammablagerungen* über den gesamten Gewässerquerschnitt *beschränkt sich überwiegend auf Staubereiche (künstliche Schwellen und Wehrkörper) oder Flussabschnitte mit sehr geringem Gefälle*, wie sie vorrangig in den Unterläufen anzutreffen sind.

Neben diesen strömungsberuhigten Flussabschnitten der Unterläufe sind es vor allem die *mäandrierenden Nebenstrukturen* sowie die nur noch stark eingeschränkt genutzten *Mühlgräben*, in denen sich *Schlämme über die gesamte Gewässersohle*, zum Teil mehrere Meter mächtig, akkumuliert haben.

Eine Beschreibung der angetroffenen Substrate befindet sich zum einen in der Tabelle 12 der Anlage 4 und in der Anlage 5, den Protokollen zu den Peilstangensondierungen sowie in den Begehungsprotokollen der Anlage 6, die im Vorfeld als auch parallel zu den Untersuchungen im Rahmen der Datenrecherche erstellt wurden.

#### 4.3.2 Mächtigkeiten der Schlammablagerungen

Je nach Gewässermorphologie, -geometrie sowie den Abfluss- bzw. Durchflussraten sind die Schlammablagerungen in dem gesamten Gewässerquerschnitt oder nur in den Uferbereichen anzutreffen. Im Vergleich von Ober- und Unterlauf nimmt die Häufigkeit als auch Mächtigkeit von Schlammablagerungen im Unterlauf mit abnehmender Fließgeschwindigkeit deutlich zu.

Die angetroffenen Schlammablagerungen liegen zumeist im Schwankungsbereich 0,50 – 1,00 m und nur stellenweise darüber bis < 2 m. Im Maximum wurden Mächtigkeiten bis 3 m angetroffen. Tabelle 13 enthält eine Übersicht über die verbreiteten Schlammmächtigkeiten in den betrachteten Flussabschnitten.

**Tabelle 13: Auswertungskategorien Schlammmächtigkeiten**

Mächtigkeitskategorie	Mächtigkeitsbereich [m]	Flussabschnittsbereich/Lokalität
I	0,00 – 0,50	alle Gewässer
II	0,50 – 1,00	Bode, Havel, Saale einschließlich Mühlgräben, Unterlauf Schlenze, Weiße und Schwarze Elster
III	1,00 – 1,50	Bode, Havel, Saale einschließlich Mühlgräben, Weiße Elster
IV	1,50 – 2,00	Bode: Alte Bode Neugattersleben, Saale: Mühlgraben Halle-Trotha, Hollebener Mühlgraben, Schleusengraben Wehr Oeblitz Weiße Elster: Wehr Profen
V	> 2,00	Bode: Wehr Staßfurt (SODA), Havel: Hafeneinfahrt Yachthafen Saale: Altarm Calbe/Tippelskirchen, Mühlgraben Wettin

Nach Auswertung aller Schlammprofile wurden insgesamt 5 Mächtigkeitkategorien gebildet. Die in der Tabelle ausgewiesene Mächtigkeitkategorie V beschränkt sich nahezu auf abgeschlossene Strukturen wie das dem Wehr Staßfurt vorgelagerte Becken, das Hafenbecken von Havelberg oder den Saale-Altarm bei Calbe/Tippelskirchen mit Schlammmächtigkeiten größer 2 m. In diesen Bereichen liegen günstige Voraussetzungen, wie sehr geringe Fließgeschwindigkeit bei einem sehr breiten Querschnittsprofil, für eine großflächige Sedimentation vor. Wahrscheinlich fungieren diese Bereiche vorwiegend als Sedimentfallen mit sehr hohem Ein- und eher geringem bzw. ggf. periodischem Austrag an Sediment (z. B. bei Hochwasser).

Die nächst niedrigerer Kategorie betrifft Flussabschnittsbereiche mit Schlammmächtigkeiten größer 1,50 m bis maximal 2,0 m.

Die Mächtigkeitkategorie II und III repräsentiert sedimentationsbegünstigte Flussabschnitte mit Schlammablagerungen in zwischen 0,50 bis maximal 1,50. Die Mächtigkeitkategorie I (bis maximal 0,50 m Schlammmächtigkeit) repräsentiert in erster Linie die Flussoberläufe aller betrachteten Flüsse.

Die genaue Verteilung ist den Karten der Anlage 1-3 bzw. sowie aus der Tabelle Anlage 4 des Berichtes und der Sediment-Datenbank auf dem beiliegenden Datenträger zu entnehmen.

### **4.3.3 Schlammvolumina**

Die in der Tabelle Anlage 4 angegebenen Schlammvolumina wurden überschlägig an Hand der vorgefundenen Gewässergeometrie ermittelt. Dazu wurden zunächst die Schlammmächtigkeiten im Verlauf der Querprofile, wie unter Punkt 4.2 beschrieben, ermittelt.

Für die Volumenbestimmung wurde die Ausdehnung der Schlammablagerungen im Querprofil als auch im Verlauf der Fließrichtung bzw. bei abgeschlossenen Gewässerstrukturen die Längsausdehnung der gesamten Fließstruktur herangezogen. Durch die begrenzte Anzahl an Peilstangensondierungen konnte in den offenen Fließgewässern nur bedingt eine Eingrenzung in der Längsausdehnung über die vorgenommenen Querprofile erfolgen. Für derartige Flussabschnittsbereiche ohne eindeutiger Bereichseingrenzung, d.h. die Sedimentablagerungen setzten sich in beiden Fließrichtungen unbegrenzt fort, wurde nach visueller Einschätzung der Homogenität für die entsprechenden Bereiche zunächst eine Hochrechnung auf max. 100 m Länge gewählt. Unter dieser Voraussetzung wurden im Nachgang die betrachteten Einzelabschnitte zu einer Gesamtstruktur zusammengefasst, um eine orientierende Gesamtaussage über das mögliche Schlammvolumen in Hinblick auf eine Priorisierung für Sanierungsmaßnahmen zu bekommen. Eine genauere Aussage über eine Schlammverteilung auf mehrere Kilometer oder den gesamten Flusslauf ist bei dem derzeitigen Leistungsumfang nur auf kleinräumig abgeschlossene bzw. eindeutig eingrenzbar Strukturen möglich gewesen. Hierfür müssten Peilstangensondierungen im gleichmäßigen Raster von der Quelle bis zur Mündung einschließlich Querprofilen vorgenommen

werden. Die vorliegende Arbeit bezieht sich in erster Linie auf eingrenzbar Sedimentanhäufungen in strömungsberuhigten Flussabschnitten.

Derartige eingrenzbar oder abgeschlossene Strukturen stellen im Wesentlichen die Altarme/Mäander, Becken vor Wehrkörpern oder Schleusen, Hafenbecken sowie Mühlgräben dar. Für diese Bereiche lassen sich annähernd genaue Berechnungen aufstellen. Im Bereich offener Gewässerstrukturen war die Homogenität der Gewässermorphologie im Zusammenhang mit der vorgefundenen Verbreitung der Schlammablagerungen im Gewässerbett maßgebend.

Nach der aufgestellten Hochrechnung beschränken sich mächtige Schlammvolumina > 10.000 m<sup>3</sup> auf nahezu abgeschlossene Nebenstrukturen oder die betrachteten Mühlgrabenabschnitte. Das größte Volumen an Schlämmen lagert demnach mit einem berechnetem Volumen von 83.108 m<sup>3</sup> im Yachthafen von Havelberg, das zweitgrößte mit einem Volumen von 41.975 m<sup>3</sup> beherbergt der Saale-Altarm bei Calbe-Tippelskirchen, gefolgt vom Altarm der Schwarzen Elster bei Gorsdorf mit einem Volumen von 30.485 m<sup>3</sup>.

Weitere mächtige Volumina liegen in den Nebenstrukturen der Saale von Wettin, Holleben/Hohenweiden und Halle sowie der Alten Bode bei Neugattersleben.

Eine Ausnahme bildet der Flutkanal der Weißen Elster mit eine befestigten Sohle aus Betonelementen. Ausgehend von einer flächenhaften Sedimentüberdeckung von 0,80 m über der befestigten Sohle, ergibt sich auf der Fläche des anfänglich kanalisierten Abschnitts ein rechnerisch ermitteltes Sedimentvolumen von 57.600 m<sup>3</sup>, wobei es sich bei den vorliegenden Sedimentablagerungen um gut konsolidierte, steife bis halbfeste, humose Aueablagerungen handelt.

Im fließenden Hauptgewässer beschränken sich die angegeben Volumina auf die jeweiligen Gleithänge. Bereiche der unmittelbaren Fließrinnen weisen zumeist nur eine sehr geringe Schlammächtigkeit auf. Die Zusammenstellung der Schlammvolumina einschließlich Berechnungsgrundlage ist der Tabelle Anlage 4 sowie der Anlage 5: Protokolle zu den Peilstangensonierungen des Berichtes sowie der Sediment-Datenbank auf dem beiliegenden Datenträger zu entnehmen.

#### **4.3.4 Möglichkeiten der Remobilisierung**

Grundvoraussetzung für eine Remobilisierung von Altablagerungen und hierbei im Speziellen in Form von Schlämmen stellt ihr Vorhandensein im betrachteten Gewässerbett dar. Wie unter Punkt 4.3.1 aufgeführt, beschränken sich diese nach dem Sedimentmanagementkonzept in sanierungswürdigen Volumina vorrangig auf strömungsberuhigte Nebenstrukturen. Im offenen Fließgewässer treten derartige Ablagerungen zumeist nur beschränkt auf Gleithänge oder Strömungsschatten auf und werden nicht als dauerhaft stationär, sondern eher einer flussdynamisch-zyklisch-periodischen Abtragung und Umlagerung unterliegend, z. Bsp. jährliche Hochwasserereignisse, eingeschätzt. Für diese Bereiche wird ein hohes Remobilisierungspotential gesehen.

Gleiches gilt für Schlammablagerungen im Bereich von Schleusen und Wehren die einer aktiven Bewirtschaftung zur Funktionserhaltung unterliegen. Aus ökonomischer Sicht wird aktuell an den meisten bewirtschafteten Schleusengräben eine regelmäßige Verspülungen der abgelagerten Schlämme in den jeweiligen Fluss vor der Schleusenöffnung im Frühjahr vorgenommen, wodurch eine tendenzielle Remobilisierung zu 100% erfolgt. Eine Ausbaggerung und Lagerung der Schlämme in sogenannten Schlammabsetzbecken wird nur noch untergeordnet bis gar nicht praktiziert. Der Grund dafür liegt in der zumeist überhöhten Schadstoffkonzentration in den ausgebagerten Schlammablagerungen, was nachträglich zu Entsorgungsproblemen hinsichtlich Annahmekriterien und Entsorgungskosten führte.

Unter Betrachtung der teilweise sehr mächtigen Schlammablagerungen in den strömungsberuhigten Abschnitten der Unterläufe und vor allem der Nebenstrukturen der betrachteten Flüsse wird das Potential einer Mobilisierung der Altablagerungen als gering eingeschätzt, da es sich hierbei um eine langjährige Akkumulationsphase handeln muss.

Die Gefahr einer Remobilisierung ist in jedem Falle sehr stark von der Energie des einsetzenden Ereignisses abhängig. Eine energiegeladene Ausräumung des Flussbetts findet eher in den Oberläufen und Hauptströmen der Flüsse statt. Nach dem Übergang aus den Mittelgebirgen und Hügelländern treten Hochwasserereignisse zumeist mit einer flächenhaften Überschwemmung der eingedeichten Auen in Erscheinung, eine tiefgreifende Ausräumung erfolgt eher nicht.

Teilweise konnte in den vorgenommenen Sondierungen eine Überdeckung der Altablagerungen mit rezent abgelagerten Sanden und Kiesen beobachtet werden, was für einen stationären Zustand und damit für eine anhaltende Akkumulation weiterer Sedimente spricht.

Sofern nicht gezielte Ausbaggerungen und Verspülungen oder das Ziehen von Wehrtafeln erfolgen, werden die Altablagerungen in den Nebenstrukturen sowie funktionslosen und gleichzeitig funktionsuntüchtigen Wehren mit gegebenem Kenntnisstand als überwiegend stationär angesehen.

## **5 Zusammenfassung der Ergebnisse zur Leistungsphase 1**

Die vorliegende Arbeit beinhaltet eine Bestandsaufnahme belasteter Altsedimente in ausgewählten Gewässern Sachsen-Anhalts.

Aus der Datenrecherche geht insgesamt eine bis dato vorhandene hohe Schadstoffbelastung in den Nebenflüssen der Elbe einschließlich Saale und deren Nebenflüssen hervor. Es handelt sich hierbei überwiegend um historische Schadstoffbelastungen aus den Zeiträumen vor 1990. Insbesondere Schwermetalle liegen in stark überhöhten Konzentrationen vor. Für die Schadstoffe PAK, Dioxine/Furane oder Insektizide sind gegenüber den Schwermetallen keine kontinuierlichen Messreihen vorhanden. Das Vorhandensein dieser Schadstoffe in erhöhten Konzentrationen wurde erst in den letzten Jahren kontinuierlich belegt.



Maßgeblich hohe Belastungen liegen an Hand der vorhandenen Daten in den Fließgewässern: *Saale einschließlich Nebengewässer, Schwarze Elster, Mulde, Weiße Elster, Bode, Wipper, Luppe, Laucha und Schlenze* vor.

Die *Unstrut* weist überwiegend geringe bis mittlere Schadstoffbelastungen, die *Havel* nur geringe bis keine Schadstoffbelastungen auf.

Nach Abschluss der Grundlagenermittlung zu den Sedimentablagerungen in ausgewählten Nebenflüssen der Elbe und Auswertung der vorhandenen Sedimentmächtigkeiten an zuvor ausgewählten charakteristischen Flussbereichen bleibt festzustellen, dass auch rezent noch mächtige Altablagerungen in den Mittel- und Unterläufen existieren und somit in gewissem Maße eine Gefährdung durch eine Remobilisierung vorliegt, da von einer Kontamination bei vorhandenen Altablagerungen in jedem Falle auszugehen ist. Wie zu erwarten, steigen die Mächtigkeiten und flächenhafte Ausdehnungen der vorgefundenen Schlämme in Fließrichtung an, was einer prinzipiellen Verlagerung zur Mündung entspricht. Eine Akkumulation erfolgt vorrangig in den Unterläufen und Nebenstrukturen der Flüsse mit stark verminderten Fließgeschwindigkeiten als Grundvoraussetzung für eine Sedimentation transportierter Schwebfrachten.

Die Höhe des Remobilisierungspotentials ist im Ergebnis von mehreren Faktoren abhängig. Das größte Potential in Form einer aktiven Mobilisierung der in den Altsedimenten gespeicherten Schadstoffe, wird in den zyklischenerspülungen an bewirtschafteten Schleusen gesehen. Die vorgefundenen Schlammablagerungen außerhalb dieser Bereiche werden auf Grund der vorgefundenen Mächtigkeiten als überwiegend stationär angesehen und würden damit im Ist-Zustand ein eher geringes Remobilisierungspotential bergen.

Als Ausblick auf die Sedimentprobenahme der Leistungsphase 2 werden auf der Grundlage der vorgefundenen Schlammvolumina und möglichen Schadstoffe entsprechend der vorliegenden Bestandsaufnahme insgesamt 60 teufenbezogene Probenahmen vorgenommen und auf ihre Schadstoffbelastung gemäß den Kriterien des Sedimentmanagementkonzeptes [28] untersucht.

Analog zur ersten Leistungsphase gleichzeitig wird das Arc-View-Projekt als auch die Sedimentdatenbank mit dem Bewertungs- und Klassifizierungssystem der ad hoc-AG Schadstoffe / Sedimentmanagement der FGG Elbe / IKSE [28] durch die aktuellen Analysedaten ergänzt, um dadurch eine noch mal höhere Priorisierung auf mögliche Sanierungsmaßnahmenbereiche erhalten zu können.

## 6 Verwendete Unterlagen

- [U1] Dr. R. Lippert & J. Schmolke / ITW-Ingenieurberatung GmbH: Projekt Mühlgraben, Halle. Gefahrenbeurteilung – Gefährdungsabschätzung - Sanierungskonzept. Institut für Grundwasser- und Bodenschutz, Iserlohn, 31.03.1992.
- [U2] Chemischen Laboratorium Dr. Weßling GmbH & Co. KG: Projekt „Wilde Saale“ Abschlußbericht zur Untersuchung von Boden-, Bodenluft-, Schlamm- und Wasserproben. Halle, 30.03.1992.
- [U3] C. Schneider, M. Lauer, M. Borkert: Ergebnisbericht Untersuchung und ökologische Bewertung der Bodenkontaminationen in der Saaleaue der Stadt Halle. GFE GmbH, Halle, 04.06.1993.
- [U4] Dr. J. Pelzer & K. Grünwald: Stellungnahme zur Schadstoffbelastung von Sedimenten der Unteren Havel-Wasserstraße. BfG-0829, Berlin, 16.05.1994.
- [U5] Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz: Fallstudie Saale zur Baggergutproblematik in der Elbe. Berlin, Juni 1995
- [U6] Dr. J. Pelzer: Orientierende Untersuchungen zur Schadstoffbelastung von Sedimenten an Militärfurten der Unteren Havel-Wasserstraße (km 34,8 ...153,1) und des Havelkanals (km 11,4 ...23,6). BfG-0968, Berlin, 14.05.1996.
- [U7] Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe: Umgang mit belastetem Baggergut an der Elbe – Zustand und Empfehlungen. Oktober 1996.
- [U8] Müller, A., Hanisch, C., Zerling, L., Lohse, M. & Walther, A.: Schwermetalle im Gewässersystem der Weißen Elster. Abhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse Band 58, Heft 6, Akademie Verlag GmbH, Berlin 1998.
- [U9] Winde, F.: Schlammablagerungen in städtischen Fließgewässern – Ursachen, Schwermetallbelastung und Remobilisierbarkeit untersucht an Nebenarmen der Saale im Stadtgebiet von Halle. Hallesche Studien zur Geographie. Band 2. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg. Halle (Saale) 1998.
- [U10] Zerling, L., Müller, A., Jendryschik, K., Hanisch, C. & Arnold, A.: Der Bitterfelder Muldenstausee als Schadstoffseneke. Abhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse Band 59, Heft 4, Verlag der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig 2001.
- [U11] Müller, A., Zerling, L. & Hanisch, C.: Geogene Schwermetallgehalte in Auensedimenten und –böden des Einzugsgebietes der Saale. Abhandlungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse Band 59, Heft 6, Verlag der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig 2003.

- [U12] Zerling, L., Hanisch, C., Junge, F.W. & Müller, A.: Heavy Metals in Saale Sediments – Changes in the contamination since 1991. Acta hydrochim. hydrobiol. 31. 4 – 5. 368 – 377. 2003.
- [U13] Schwebstoff- und Schwermetalldeposition im Bitterfelder Muldenstausee während des August-2002-Hochwassers der Mulde. Beitrag zum Statusseminar des BMBF-Ad-hoc-Verbundprojektes „Schadstoffbelastung im Mulde- und Elbe-Einzugsgebiet nach dem Augusthochwasser 2002“, Freiberg, 27.-29.08.2003.
- [U14] Franke, S., Heinzel, N., Specht, M., Francke, W.: Organische Schadstoffe im gebiet der unteren Mulde – Non Target Screening: Analytik von Wasser, Grundwasser und Sediment – Ergebnisse und Konsequenzen. Schadstoffbelastung nach dem Elbe-hochwasser 2002, Endbericht BMBF-FKZ PTJ 0330492, Universität Hamburg 2004.
- [U15] Ulrich Förstner, Susanne Heise, René Schwartz, Bernhard Westrich & Wolfgang Ahlf: Historical Contaminated Sediments and Soils at the River Basin Scale – Examples from the Elbe River Catchment Area. Journal of Soils and Sediments. Volume 4, Number 4, 247-260, DOI: 10.1007/BF02991121. 2004.
- [U16] Hanisch, C., Zerling, L., Junge, F.W. & Czegka, W.: Verlagerung, Verdünnung und Aus-trag von schwermetallbelasteten Flusssedimenten im Einzugsgebiet der Saale. Abhand-lungen der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Mathematisch-naturwissenschaftliche klasse Band 64, Heft 1, Verlag der sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig 2005.
- [U17] Projekt: Überarbeitung des Teilsanierungsrahmenkonzeptes der Deponie Hochhalde Schkopau, Teil A: Gefährdungsbewertung und Ableitung von Sanierungsoptionen. MDSE GmbH, 2005.
- [U18] Heise, S. et al.: Studie zur Schadstoffbelastung der Sedimente im Elbeeinzugsgebiet. Beratungszentrum für integriertes Sedimentmanagement an der TUHH. Hamburg Port Authority, Hamburg 2005.
- [U19] Schadstoffbelastung nach dem Elbehochwasser 2002. UFZ Leipzig-Halle GmbH, 2005.
- [U20] Bewertung von Risiken durch feststoffgebundene Schadstoffe im Elbeeinzugsgebiet. Be-ratungszentrum für integriertes Sedimentmanagement, Hamburg, Mai 2008.
- [U21] FGG Elbe: Elbebericht 2008, Ergebnisse des nationalen Überschwemmungsprogramms Elbe der Bundesländer über den ökologischen und chemischen Zustand der Elbe nach EG-WRRL sowie der Trendentwicklung von Stoffen und Schadstoffgruppen. Hamburg, Mai 2010.
- [U22] Untersuchungen im Elbevorland – Zufluss der Bode in die Saale zwischen Staßfurt und Nienburg. Landesamt für Umweltschutz, Fachgebiet Bodenschutz/Altlasten, Halle, 04.11.2010.
- [U23] Natürlicher Schadstoffrückhalt in kontaminierten Auen – Beispiel Spittelwasser. TUHH, Hamburg/UfZ 2009.
- [U24] Untersuchungen in der Auenlandschaft der Weißen Elster vor der Mündung in die Saale. Landesamt für Umweltschutz, Fachgebiet Bodenschutz/Altlasten, Halle, 10.05.2011.

- 
- [U25] Schulter F.: Praktikumsbericht zum Thema: Untersuchung der gewässerökologischen Auswirkungen von Baggerungen an der landeseigenen Herrenmühlen-Schleuse (Saale) im Jahr 2010. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle (Saale) 2011.
- [U26] K.-H. Jährling: Gewässerökologische Stellungnahme: Gewässerrandstreifenprogramm „untere Havelniederung zwischen Pritzerbe und Gnevsdorf“: Maßnahmekomplex 1/2 - Altarmanschlüsse. LHW Sachsen-Anhalt Gewässerkundlicher Landesdienst, Sachgebiet Ökologie, 27.06.2011.
- [U27] <http://de.wikipedia.org> Stand 2011
- [U28] Sedimentklassifizierung- „Erläuterungsbericht“ der IKSE und Ad hoc-AG SSeM der FGG-Elbe, Stand Januar 2012.

## 7 Farbanhang



Abbildung 4: Schlammmächtigkeitsbestimmung, Wehr Brühl Quedlinburg



Abbildung 5: Peilstangensondierung Mühlgraben Hohenweiden



Abbildung 6: Sondierung vom Brückenbauwerk, Alte Bode Neugattersleben



Abbildung 7: Peilstangensondierungen Bode Nienburg



Abbildung 8: Sondierungen am Hubschütz, Weiße Elster



Abbildung 9: Sondierung im Bereich der Wilden Saale