

Studie über das Sedimentmanagement in den Stauräumen der Sächsischen Saale im Landkreis Hof

Teil 1

Sedimentsondierung und Managementkonzept



Flussgebietsgemeinschaft Elbe



**ECOSYSTEM
SAXONIA**
Gesellschaft für
Umweltsysteme mbH

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Telefon: +49 351 47878-0
Telefax: +49 351 47878-78

Angaben zur Auftragsbearbeitung

Auftraggeber: Flussgebietsgemeinschaft Elbe
Geschäftsstelle Magdeburg
Otto-von-Guericke-Str. 5
39104 Magdeburg

Ansprechpartner: Herr Dr. Ollesch
Telefon: 0391/ 581 1331
E-Mail: Gregor.ollesch@fgg-elbe.de

Herr Dr. Lorenz
Telefon: 0921/604-1582
E-Mail: Michael.Lorenz@reg-ofr.bayern.de

Frau Bagehorn
Telefon: 09281/891-233
E-Mail: Verena.Bagehorn@wwa-ho.bayern.de

Auftragsnummer: P144001GB.1435.DD1

Vertrags-Nr. 2013/021

Auftragnehmer: ECOSYSTEM SAXONIA Gesellschaft für Umweltsysteme mbH

Postanschrift: Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Bearbeiter: Dipl.-Biol. Johannes Kranich (Projektleiter Gesamtprojekt)
(Fachbereichsleiter Gewässerbewirtschaftung/Limnologie)

Datum: 26.06.2015

Verteiler: ECOSYSTEM SAXONIA GmbH 1 Exemplar
FGG ELBE 1 Exemplar
Wasserwirtschaftsamt Hof 1 Exemplar

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zielstellung	8
2	Methoden	10
2.1	Sedimentsondierung und Probenahme.....	10
2.2	Analytik	11
3	Untersuchungsgebiet	12
4	Ergebnisse der Untersuchung der Sedimente	15
4.1	Sedimentsondierung	15
4.2	Schadstoffbelastung der Sedimente	30
5	Sedimentmanagementkonzept.....	33
5.1	Grundlagen zum Sedimentmanagement	33
5.2	Ergebnisse aus dem WRRL-Monitoring	35
5.3	Bewertung der Sedimentuntersuchung im Vergleich zu Schwebstoffmessungen	37
5.4	Empfehlung zum Sedimentmanagement im Untersuchungsgebiet.....	39
5.4.1	Fall 1: Sedimentmanagement von Schlammablagerungen	39
5.4.2	Fall 2: Umgang mit naturnahem Grobsediment.....	44
5.5	Kostenschätzung	45
5.5.1	Fall 1: Sedimentmanagement von Schlammablagerungen	45
5.5.2	Fall 2: Umgang mit naturnahem Grobsediment.....	46
5.6	Priorisierung der Maßnahmen zur Entschlammung (Fall 1)	47
5.7	Sedimentmonitoring	47
6	Zusammenfassung.....	48
7	Literaturverzeichnis	50

Anlagen

Anlage 1	Übersichtskarte zum Untersuchungsgebiet mit Wehrstandorten
Anlage 2	Analysentabelle und Bewertung
Anlage 3	Protokolle Sedimentsondierung
Anlage 4	Prüfberichte 2014 / 2015
Anlage 5	Ergebnisse Schwebstoffuntersuchung Sächsische Saale Joditz
Anlage 6-1	Kostenschätzung Entschlammung
Anlage 6-2	Kostenschätzung Sedimententnahme Grobsediment

Abbildungen

Abb. 1:	Schlammablagerung bei 1 – WKA Blankenberg (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 415 bis rot 425 m ü. NN)	15
Abb. 2:	Fotos WKA Blankenberg (1) - grobes Sediment und Blick in den Rückstauraum	16
Abb. 3:	Schlammablagerung bei 2 – Blumenmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 418 bis rot 428 m ü. NN)	16
Abb. 4:	Fotos Blumenmühle (2) Schlammprobe im Sedimentgreifer und Blick in den Rückstauraum mit Probenahmeboot an einer Bootsanlegestelle	17
Abb. 5:	Schlammablagerung bei 3 – Sparnberger Mühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 427 bis rot 437 m ü. NN)	17
Abb. 6:	Fotos Sparnberger Mühle (3) Schlammprobe und Blick auf die Wehranlage	18
Abb. 7:	Schlammablagerung bei 4 – Kühnmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 437 bis rot 447 m ü. NN)	19
Abb. 8:	Fotos Kühnmühle (4) ufernahe Schlammablagerung und Blick auf die Wehranlage (Seitenansicht)	19
Abb. 9:	Schlammablagerung bei 5 – Steinmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 438 bis rot 448 m ü. NN)	20

Abb. 10:	Fotos Steinmühle (5) Schlammprobe und Blick auf die Wehranlage (Seitenansicht)	21
Abb. 11:	Schlammablagerung bei 6 – Lamitzmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 447 bis rot 457 m ü. NN)	22
Abb. 12:	Fotos Lamitzmühle (6) Schlammablagerung und Blick auf die Wehranlage.....	22
Abb. 13:	Schlammablagerung bei 7 – Joditzmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 453 bis rot 463 m ü. NN)	23
Abb. 14:	Fotos Joditzmühle (7) schmale Schlammablagerung am Ufer und Blick auf die Wehranlage (im Vordergrund die Fischaufstiegsanlage)	24
Abb. 15:	Schlammräumung in der Fattigsmühle im Jahr 1989 und Lage der sondierten Schlammbereiche im Jahr 2015 (modifiziert aus Groh und Zwurtschek 1989)	25
Abb. 16:	Schlammablagerung bei 8 – Fattigsmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 455 bis rot 470 m ü. NN)	26
Abb. 17:	Fotos Fattigsmühle (8) linksseitige Schlammbank und Blick auf die Wehranlage (Blickrichtung flussabwärts).....	26
Abb. 18:	Schlammablagerung bei 9 – Obere Mühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 465 bis rot 480 m ü. NN)	27
Abb. 19:	Fotos Obere Mühle (9) Schlammprobe und Blick auf die Wehranlage (Oberwasser).....	28
Abb. 20:	Schlammablagerung bei 10 – Hospitalmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 468 bis rot 478 m ü. NN)	29
Abb. 21:	Fotos Hospitalmühle (10) Schlammbank unter der Brücke im Rückstauraum und Blick auf die Wehranlage (Unterwasser)	29
 Tabellen		
Tabelle 1:	Methoden Feststoffuntersuchung	11
Tabelle 2:	Methoden Untersuchung im Eluat.....	12
Tabelle 3:	Wehranlagen im Untersuchungsgebiet (Grundlage Vermessung GEOVOGT 2015)	13

Tabelle 4:	Ökologischer Zustand nach EG-WRRL für die Bewertung der biologischen Teilkomponenten (Daten Regierung Oberfranken 2014).....	36
Tabelle 5:	Vergleich der Metalle und PAK zwischen Sediment (alle Proben 2014-2015) und Schwebstoffen (2012-2013) (Angaben in mg/kg TS)	38
Tabelle 6:	Kostenschätzung Entschlammung.....	46
Tabelle 7:	Nutzwertanalyse der Entschlammung.....	47

Abkürzungen

BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
DepV	Deponieverordnung
FAA	Fischaufstiegsanlage
FGG	Flussgebietsgemeinschaft
FWK	Fließgewässerwasserkörper
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
MZB	Makrozoobenthos
M&P	Makrophyten und Phytobenthos
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
OSW	Oberer Schwellenwert
OWK	Oberflächenwasserkörper
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PBDE	Polybromierte Diphenylether
PCB	Polychlorierte Biphenyle
TS	Trockensubstanz
USW	Unterer Schwellenwert
WKA	Wasserkraftanlage
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie

1 Veranlassung und Zielstellung

Belastete Sedimente in Oberflächenwasserkörpern (OWK) stellen eine potenzielle Gefährdungsquelle für den ökologischen Zustand der Gewässer dar. Wesentliche Risiken entstehen durch die direkte Wirkung auf benthische Organismen, durch die Wirkung auf Organismen, die das Sediment als Nahrungs- bzw. Fortpflanzungshabitat nutzen, durch Remobilisierung und Resuspension ins Freiwasser und durch Verlagerung im Gewässersystem und bei Ablagerung im Überflutungsbereich.

Der Untersuchungsbereich erstreckte sich auf die Saale zwischen der Stadt Hof und dem Grenzübertritt zum Freistaat Thüringen. Die Ergebnisse des Monitorings zur EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) weisen Defizite zum guten ökologischen Zustand nach. Die Ursachen für die Defizite können auch aus Sedimenten stammen.

Zur Umsetzung der EG-WRRL ist die Durchgängigkeit der Wehre für Organismen wiederherzustellen. Die Wehre im Untersuchungsgebiet haben nur zum Teil passierbare Fischaufstiegsanlagen. Wehre greifen in das hydraulische Fließsystem ein. In Abhängigkeit der Konstruktion und Lage sammelt sich vermehrt Geschiebe und reichern sich Feinstoffe in den Rückstauräumen an. Bei erforderlichen wasserbaulichen Maßnahmen ist der Umgang mit den Ablagerungen im Rückstaubereich zu klären (Entnahme, Umlagerung, Verwertung, Beseitigung).

Der untersuchte Gewässerabschnitt wurde in die beiden Fließgewässerwasserkörper (FWK) FWK 5_F024 und F021 untergliedert. Die Hospitalmühle in Hof gehört noch angrenzend zum oberhalb gelegenen FWK 5 F023. Die vorhandenen Wehre wurden für die Wasserkraftnutzung errichtet. Belastungen der Sedimente können aus früher eingeleiteten Abwässern der Textil- und Porzellanindustrie stammen. In Hirschberg befand sich ehemals eine große Lederfabrik. Aufgrund der Gebirgslage liegt möglicherweise eine geogene Hintergrundbelastung für bestimmte Stoffe vor. Die Saale dient aktuell als Vorfluter für gereinigte Abwässer z.B. aus der KA Hof. Bei niedrigen Abflüssen steigt der Anteil des gereinigten Abwassers erheblich an. In Sommermonaten wird eine Niedrigwasseraufhöhung über der Förmitztalsperre betrieben, damit die Beschaffenheit in der Saale nicht kritisch wird. Trotzdem ist der ökologische Zustand der beiden Wasserkörper unbefriedigend, wobei alle biologischen Komponenten Defizite aufweisen.

Ziel der Studie war, die Menge und Beschaffenheit der Sedimente zu untersuchen, eine Bewertung für den Einfluss auf den Gewässerzustand vorzunehmen und mögliche Maßnahmen zur Verringerung der Belastung abzuleiten. Der vorliegende Teil 1 der Studie umfasst diese Untersuchungen von Sedimentmenge und Sedimentbelastung mit relevanten Schadstoffen. Begonnen wurde mit der Untersuchung an exemplarisch ausgewählten Stauräumen, den Wehren Steinmühle Hirschberg und WKA Blankenberg im Jahr 2014, sowie mit einer Voruntersuchung an der Joditzmühle. Die Ergebnisse ließen eine Übertragung auf die anderen Wehre nicht zu. Deshalb folgte eine weitere Untersuchungskampagne im Jahr 2015, mit der jetzt Erkenntnisse zu allen 10 Rückstauräumen vorliegen.

Der Teil 2 der Studie beinhaltet den Variantenvergleich und eine Konzepterstellung für den Rückbau des Wehres an der Steinmühle in Hirschberg. Das Wehr weist keine

Durchgängigkeit für Gewässerorganismen auf. Eine Nutzung als Wasserkraftanlage besteht derzeit nicht. Varianten zur Wiederherstellung der Passierbarkeit wurden im Rahmen einer Vorplanung erarbeitet.

2 Methoden

2.1 Sedimentsondierung und Probenahme

Die Sondierung erfolgte zu folgenden Terminen:

11.06.2014

- 1 – WKA Blankenberg: Sondierung und Probenahme
- 5 – Steinmühle: Sondierung und Probenahme
- 7 – Joditzmühle: nur Sondierung in einem Querschnitt und Probenahme

13.04.2015

- 7 – Joditzmühle: nur Sondierung, keine Probenahme
- 8 – Fattigsmühle: Sondierung und Probenahme
- 9 – Obere Mühle: Sondierung und Probenahme
- 10 – Hospitalmühle: Sondierung und Probenahme

20.04.2015

- (1 – Wehr Blankenberg: *Einschätzung aktuelle Situation vom Ufer aus*)
- 2 – Blumenaumühle: Sondierung und Probenahme
- 3 – Sparnberger Mühle: Sondierung und Probenahme
- 4 – Kühnmühle: Sondierung und Probenahme
- (5 – Steinmühle: *Einschätzung aktuelle Situation vom Ufer aus*)
- 6 – Lamitzmühle: Sondierung und Probenahme

Für die Sondierung der Sedimentmächtigkeit kamen graduierte Peilstangen zum Einsatz. Aufgrund der Wassertiefe, der Bodenbeschaffenheit und der Arbeitssicherheit erfolgte die Sondierung und Probenahme in allen Rückstauräumen vom Boot aus. Die Belastung der Sedimente mit Schadstoffen ist stärker an die Feinsedimente gebunden. Das Ziel der Sondierung war die Verortung und Quantifizierung der Schlammablagerungen. Die Analytik erfolgte nach Trennung in der Kornfraktion < 2 mm. Die Feinsedimente (Schlamm) sind für die Auswirkung auf die Gewässerbelastung entscheidend, da diese:

- ein höheres Bindungspotenzial für Schadstoffe besitzen
- leichter remobilisiert werden,
- durch anaerobe Prozesse den Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt der Gewässer beeinträchtigen,
- eine untypisches Substrat im vorliegenden Fließgewässertyp darstellen und
- u.a. das Interstitial zusetzen.

Die Tiefe der Schlammschicht wurde soweit möglich mit Sondierstange und Muskelkraft ermittelt. Aufwendige Rammkernsondierungen zur Erfassung von tiefen Sedimentkernen im Gewässer waren nicht Bestandteil der Aufgabe.

Für die Probenahme kommen Sedimentstecher und Bodengreifer in Frage. In Anbetracht der Wassertiefe und des Bootseinsatzes sowie des Anteils von Laub und Holz bzw. Steinen und grobem Kies auf bzw. im Feinsediment kam überwiegend der Ekman-Greifer zum Einsatz. Es wurde je Rückstauraum eine Mischprobe von mehreren Stellen entnommen. Bei der ersten Untersuchungskampagne 2014 wurden an der Steinmühle zwei Mischproben gewonnen, eine im wehrnahen Bereich (0 bis 100 m hinter dem Wehr) und eine weiter oberhalb (100 bis 200 m).

2.2 Analytik

Das durchgeführte Analysenprogramm der Sedimente bezieht sich auf die Untersuchung von ausgewählten Schadstoffen, die eine Belastung für das Gewässer darstellen können und zu Einschränkungen bei einer evtl. Entsorgung führen. Die Prüfberichte sind als Anlage beigefügt. Tabelle 1 und Tabelle 2 listen die analysierten Stoffe und die Analysemethoden auf. Die Untersuchung erfolgte aus der Kornfraktion < 2 mm. Für die Auswertung ist zu beachten, dass sich die Bewertungskriterien nach FGG Elbe (2013) und nach LAGA bzw. DepV auf verschiedene Feinfraktionen beziehen können. Es bestehen dafür keine einheitlichen Festlegungen (Hildebrandt und Schreiber 2015).

Tabelle 1: Methoden Feststoffuntersuchung

Parameter	Methode
Trockensubstanz	DIN EN 12880, DIN ISO 11465
BTEX	HLUG Band 7, Teil 4
EOX (extr. org. Halogenverbindungen)	DIN 38414-S17
extrah. lipophile Stoffe	in Anlehnung LAGA KW/04 [FS]
Cyanide ges.	DIN ISO 11262
Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C22	DIN ISO 16703
Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C40	DIN ISO 16703
LHKW	DIN EN ISO 10301
PAK nach EPA	entspr. EPA 610
PCB	DIN 38414-S20
Eluat 1:10	DIN 38414-S4
Elemente nach Mikrowellensäureaufschluss	
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Thallium	DIN EN ISO 15586
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Nickel	DIN EN ISO 11885
Zink	DIN EN ISO 11885

Tabelle 2: Methoden Untersuchung im Eluat

Parameter	Methode
pH-Wert	DIN EN ISO 10523
Temperatur bei pH-Messung	DIN 38404-4
Elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN ISO 27 888
Wasserlöslicher Anteil als Filtratrockenrückstand	DIN 38 409-H1
TOC	DIN EN 1484
AOX	DIN EN ISO 9562 (H14)
Ammonium-N	DIN 38406-E5 als Küvettentest
Nitrit-N	DIN EN 26777 als Küvettentest
Chlorid	DIN EN ISO 10304-1
Sulfat	DIN EN ISO 10304-1
Fluorid	DIN 38405-4
Cyanide, gesamt	DIN EN ISO 14403
Cyanide, leicht freisetzbar	DIN EN ISO 14403
Phenolindex	DIN EN ISO 14402 (H37)
Arsen	DIN EN ISO 11885
Blei	DIN EN ISO 11885
Cadmium	DIN EN ISO 11885
Chrom	DIN EN ISO 11885
Chrom VI	DIN 38405 (D24)
Kupfer	DIN EN ISO 11885
Thallium	DIN EN ISO 15586
Quecksilber	DIN EN ISO 12846
Nickel	DIN EN ISO 11885
Zink	DIN EN ISO 11885

3 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf den Bereich der Sächsischen Saale von der Stadt Hof bis zur Grenze zwischen dem Freistaat Bayern und Thüringen. Eine Übersichtskarte zum Gebiet findet sich als Anlage 1 zum Bericht. Die Sächsische Saale hat in dem Gebiet eine eigene Kilometrierung. Die vorliegenden aktuellen Vermessungsdaten beginnen mit Fluss-km 0,0 bei Blankenberg im Bereich des Zuflusses der Selbitz.

Als Abflusshauptwerte bezogen auf das Gesamtjahr werden für den Pegel Hof angegeben mit (HND 2015, Zeitraum 1921-2012):

NQ	0,14 m ³ /s
MNQ	0,94 m ³ /s
MQ	5,42 m ³ /s
MHQ	56,7 m ³ /s
HQ	149 m ³ /s

Die Höchstabflüsse liegen bei HQ1 von 41 m³/s, HQ5 von 80 m³/s und HQ100 von 180 m³/s. Es ist also jährlich ein Hochwasser zu erwarten, das mit 23 % der Menge des HQ100 bzw. dem fast 8fachen des MQ abläuft. Seit dem Jahr 1979 wird der Abfluss in der Saale durch die Förmitztalsperre und den Untreusee beeinflusst (HND 2015). Wie

im Folgenden bei den Ergebnissen der Sondierung deutlich wird, können sich unter den hydraulischen Bedingungen Schlammablagerungen verstärkt nur in strömungsberuhigteren Bereichen ablagern.

Die folgenden Ausführungen sollen einen Überblick zu den untersuchten Wehren (Tabelle 3) und deren Anordnung im Gewässer geben. Die Abbildungen in Kap. 4.1 verdeutlichen die Lage der Wehrkörper im Flussbett.

Tabelle 3: Wehranlagen im Untersuchungsgebiet (Grundlage Vermessung GEOVOGT 2015)

Wehranlage / Mühle	Fluss- km	Abstand zum nächsten Wehr [km]	Höhe WSP am Wehr im Vermessungsprofil [m NN]	Höhendifferenz WSP zum nächs- ten Wehr [m]
1 – WKA Blankenberg	2,05	2,65	417,55 (18.02.2015)	5,09
2 – Blumenäumühle	4,70	4,40	422,64 (19.02.2015)	7,88
3 – Sparnberger Mühle	9,10	5,24	430,52 (16.02.2015)	9,78
4 – Kühnmühle	14,34	0,64	440,30 (13.02.2015)	1,58
5 – Steinmühle	14,98	5,00	441,88 (13.02.2015)	7,78
6 – Lamitzmühle	19,98	4,11	449,66 (11.02.2015)	7,00
7 – Joditzmühle	24,09	2,08	456,66 (11.02.2015)	2,84
8 – Fattigsmühle	26,17	6,02	459,50 (10.02.2015)	8,90
9 – Obere Mühle	32,19	1,91	468,40 (09.02.2015)	3,14
10 – Hospitalmühle	34,10		471,54 (19.02.2015)	

1- WKA Blankenberg

Der Wehrkörper liegt nur wenig schräg im Flussverlauf. Die Wasserkraftanlage befindet sich rechtsseitig. Die Rückstaustrücke ist auf ca. 400 m hinter dem Wehr nahezu geradlinig. Unterhalb des Wehres folgt eine Flussbiegung. Eine konventionelle Fischaufstiegsanlage befindet sich rechtsseitig im Fluss neben dem Mühlgraben.

2- Blumenäumühle

Der Rückstauraum der Blumenäumühle beginnt an einer Flussbiegung. Das Wehr setzt im Prinzip die rechte Uferlinie über eine längere Strecke fort, über die das anströmende Wasser in einer Rechtsbiegung abfällt. Die Mühle liegt auf der linken Seite. Rechtsseitig befindet sich ein sehr langgezogenes Umgehungsgerinne von über 100 m. Im Kartendienst des LfU Bayern (LfU 2015a) wird die Anlage als nicht durchgängig bezeichnet. Oberhalb der Biegung ist der Rückstauraum geradlinig.

3- Sparnberger Mühle

Das Wehr der Sparnberger Mühle liegt nur wenig schräg im Schnitt einer rechten Flussbiegung. Die Wasserkraftanlage befindet sich rechtsseitig. Eine Fischaufstiegshilfe ist nicht vorhanden.

4-Kühnmühle

Die Kühnmühle liegt bei Hirschberg nach einer rechten Flussbiegung. Die Mühle und die Ausleitung befinden sich auf der linken Seite. Früher stand rechts vom Fluss eine große Lederfabrik. Nach dem Kartendienst des LfU Bayern besteht an der Kühnmühle keine Durchgängigkeit für Gewässerorganismen. Der Abstand zum nächsten Wehr an der Steinmühle ist mit ca. 640 m gering.

5-Steinmühle

Das Wehr an der Steinmühle ist nicht durchgängig. Deshalb wurden mit der vorliegenden Planung (Teil 2 des Berichtes) Varianten für einen Rückbau oder Umbau der Wehranlage entworfen. Das Wehr befindet sich unmittelbar nach einer engen Linksbiegung der Saale. Der Wehrkörper ist quer zur Flussachse eingebaut.

6-Lamitzmühle

Das Wehr der Lamitzmühle schneidet den Fluss sehr schräg. Die Mühle ist linksseitig positioniert. Die Saale macht oberhalb der Anlage eine Linksbiegung. Das Querbauwerk ist nicht passierbar.

7-Joditzmühle

Der Rückstaubereich am Wehr Joditzmühle weist eine nahezu geradlinige Form über etwa 200 m auf. Der Wehrkörper wurde schräg zur linksseitigen Ausleitung hin eingebaut. Das Wehr besitzt rechtsseitig ein Umgehungsgerinne.

8-Fattigsmühle

Die Fattigsmühle zeichnet sich durch die Besonderheit aus, dass der Mühlgraben den eigentlichen Gewässerverlauf fortsetzt, wogegen die Stauanlage am linken Ufer, sozusagen als Streichwehr, positioniert ist. Die Anlage liegt in einer starken Linksbiegung der Saale. Für Gewässerorganismen ist das Wehr nicht passierbar.

9-Obere Mühle

Das Wehr der Oberen Mühle liegt bei der Kläranlage Hof. An dem Gebäude der Wasserkraftanlage steht die Bezeichnung Unterkotzauer Mühle. Der Wehrkörper ist quer zur Stromlinie angeordnet. Das Kraftwerk wurde auf der linken Seite errichtet. In der Mitte des festen Wehrkörpers wurde ein bewegliches Wehrschütz eingebaut. Eine Fischaufstiegsanlage war vor Ort nicht zu erkennen.

10-Hospitalmühle

Die Hospitalmühle befindet sich im Stadtgebiet von Hof. Der Wehrkörper befindet sich in einer rechten Flussbiegung. Die Wasserkraftanlage wurde auf der linken Seite errichtet. Die rechtsseitige Wanderhilfe wird im Kartendienst des LfU zur WRRL als mangelhaft bezeichnet.

4 Ergebnisse der Untersuchung der Sedimente

4.1 Sedimentsondierung

Die Sondierung im Rückstau der WKA Blankenberg erfolgte im Jahr 2014. Vermutete deutliche Schlammablagerungen zeigten sich bei der Untersuchung nicht. Der untersuchte Bereich erstreckte sich auf eine große Strecke bis 600 m unterhalb des Wehres. Das Sediment war überwiegend grob mit Schwerpunkt im kiesig-steinigen Bereich. Lediglich am rechten Uferrand oberhalb der Ausleitung zum Kraftwerk bildete sich eine kleine lokale Schlammablagerung von im Mittel etwa 0,7 m Dicke. Für das Management belasteter Feinsedimente ist diese Ablagerung aufgrund der geringen Menge nicht relevant. Im Rahmen der weiteren Sondierungen im Jahr 2015 wurde das Wehr zusätzlich noch einmal kurz aufgesucht. Dabei konnten keine Hinweise auf Veränderungen gefunden werden.

1 – WKA Blankenberg – ca. 2 m³ (nicht relevant)

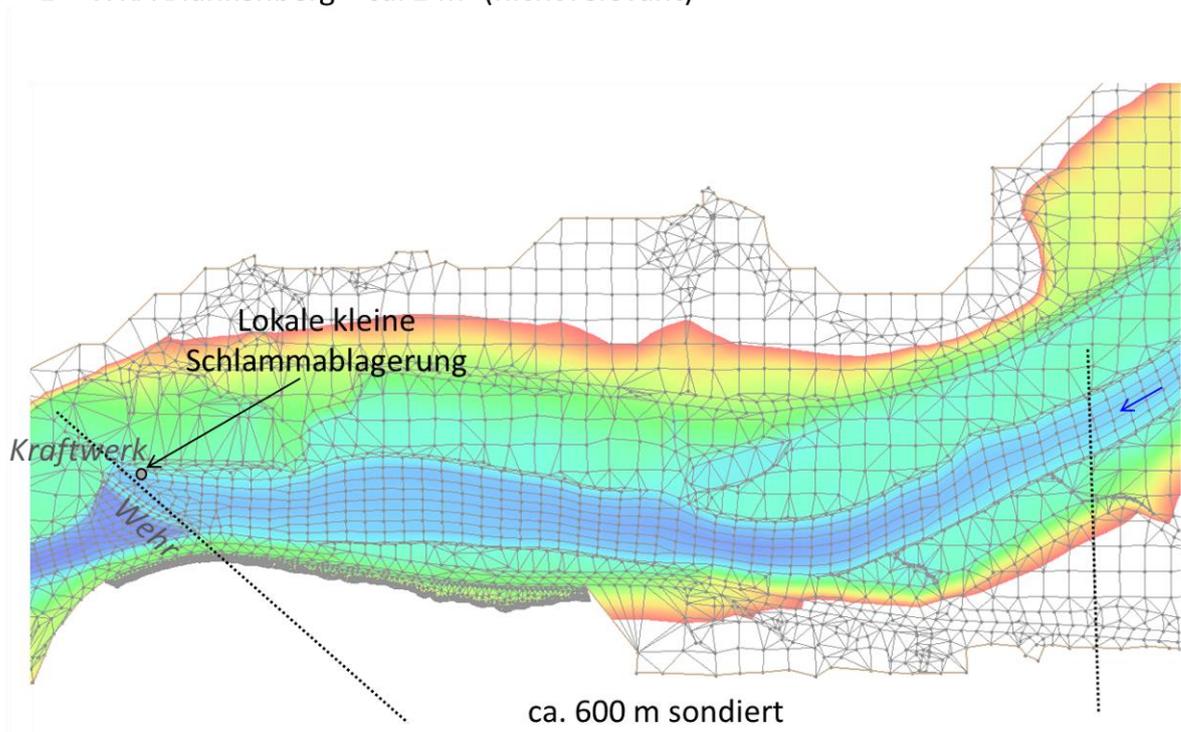


Abb. 1: Schlammablagerung bei 1 – WKA Blankenberg (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 415 bis rot 425 m ü. NN)



Abb. 2: Fotos WKA Blankenberg (1) - grobes Sediment und Blick in den Rückstauraum

Im Rückstauraum der Blumenmühle zeigten sich beidseitig ufernahe Schlammablagerungen. Der Schlamm erreichte Dicken von bis zu über 1 m. Der größte Anteil lag mit einer Menge von ca. 700 m³ am linken Ufer auf einer Breite von bis zu 6 m.

2 – Blumenmühle – ca. 800-900 m³ (Schwerpunkt linksseitig)

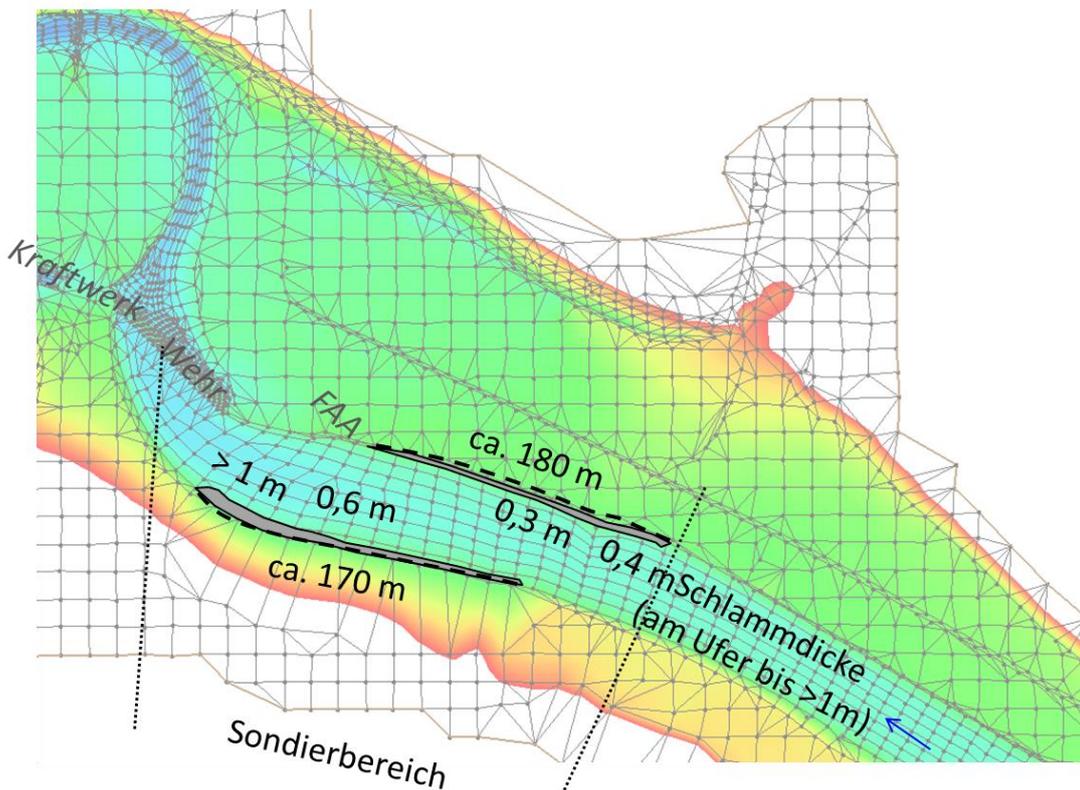


Abb. 3: Schlammablagerung bei 2 – Blumenmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 418 bis rot 428 m ü. NN)



Abb. 4: Fotos Blumenaumühle (2) Schlammprobe im Sedimentgreifer und Blick in den Rückstauraum mit Probenahmeboot an einer Bootsanlegestelle

Am Wehr der Sparnberger Mühle zeigte sich nur wenig Schlamm. Im Zulauf der Wasserkraftanlage lag eine Schlammbank von 0,6 m Dicke, 2 m Breite und 15 m Länge mit sehr lockerer Konsistenz und hohem Laubanteil. Ufernah erstreckte sich rechtsseitig ein schmaler Streifen mit Schlamm. In der Summe befanden sich etwa 40 bis 50 m³ Schlamm im sondierten Abschnitt.

3 – Sparnberger Mühle – ca. 40-50 m³

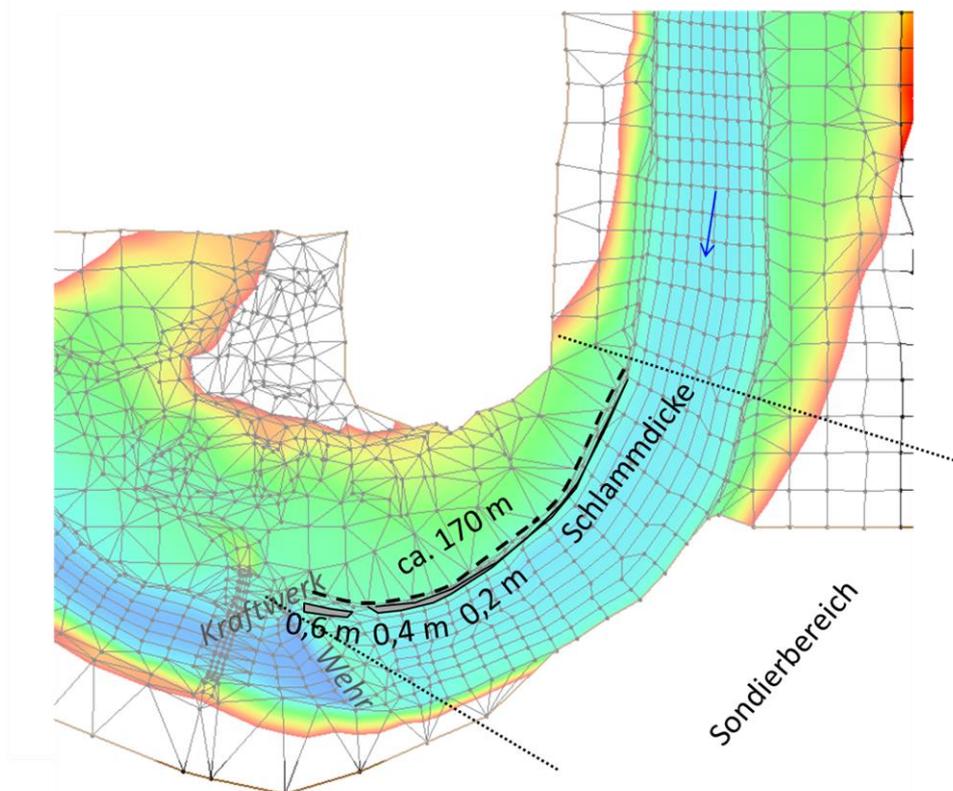


Abb. 5: Schlammablagerung bei 3 – Sparnberger Mühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 427 bis rot 437 m ü. NN)



Abb. 6: Fotos Sparnberger Mühle (3) Schlammprobe und Blick auf die Wehranlage

Das Wehr der Kühnmühle liegt unterhalb des Steinmühlenwehrs. Der Rückstaubereich reicht nach vorliegenden Unterlagen bis 400 m oberhalb des Wehrs und damit nicht bis an das relativ nah liegende Wehr der Steinmühle. Allerdings liegt die Wehroberkante an der Kühnmühle höher als die gesamte Sohle bis zum Steinmühlenwehr. Daraus folgt, dass der gesamte Abschnitt durch das Wehr beeinflusst wird. Schlamm wurde über lange Strecken beidseitig ufernah festgestellt. Rechtsseitig wies ein Streifen von 140 m eine Breite von ca. 1,5 m bei nur geringer Dicke von 0,2 m auf. Anschließend folgte aber ein wenig breiterer Streifen der ufernah tiefe Ablagerungen aufwies. Linksseitig lag die Breite bei 2 bis 4 m bei ufernah erheblichen Dicken. Die Menge war linksseitig mit ca. 500 m³ etwa doppelt so groß wie rechtsseitig.

4 – Kühnmühle – ca. 700-800 m³

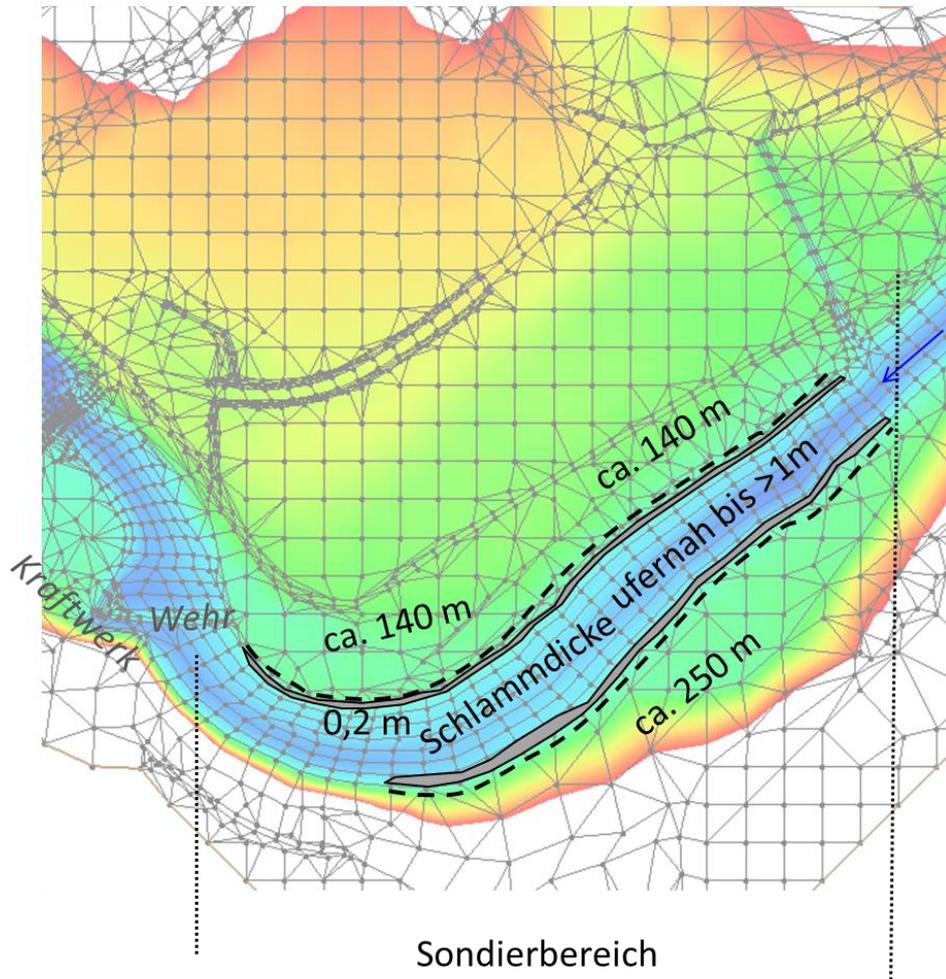


Abb. 7: Schlammablagerung bei 4 – Kühnmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 437 bis rot 447 m ü. NN)



Abb. 8: Fotos Kühnmühle (4) ufernahe Schlammablagerung und Blick auf die Wehranlage (Seitenansicht)

Entgegen der Vermutung ergab die Sondierung im Wehr der Steinmühle im Jahr 2014 nur geringe Schlammengen. Es wurde eine große Fläche im Rückstauraum sondiert. Schlamm lagerte sich aber nur im Bereich des linken Gleithangs in einer Breite von 1 bis 2,5 m ab. Die Schlammstärke betrug lediglich etwa 0,2 bis 0,3 m. In der Summe ergaben sich rechnerisch nur 40 bis 50 m³ Schlamm in einer vergleichsweise dünnen Lamelle. Für die Planungsmaßnahmen zum Rückbau oder Umbau des Wehres ist der Schlamm von untergeordneter Bedeutung. Dies wurde bei der Vorplanung berücksichtigt.

5 – Steinmühle – ca. 40-50 m³

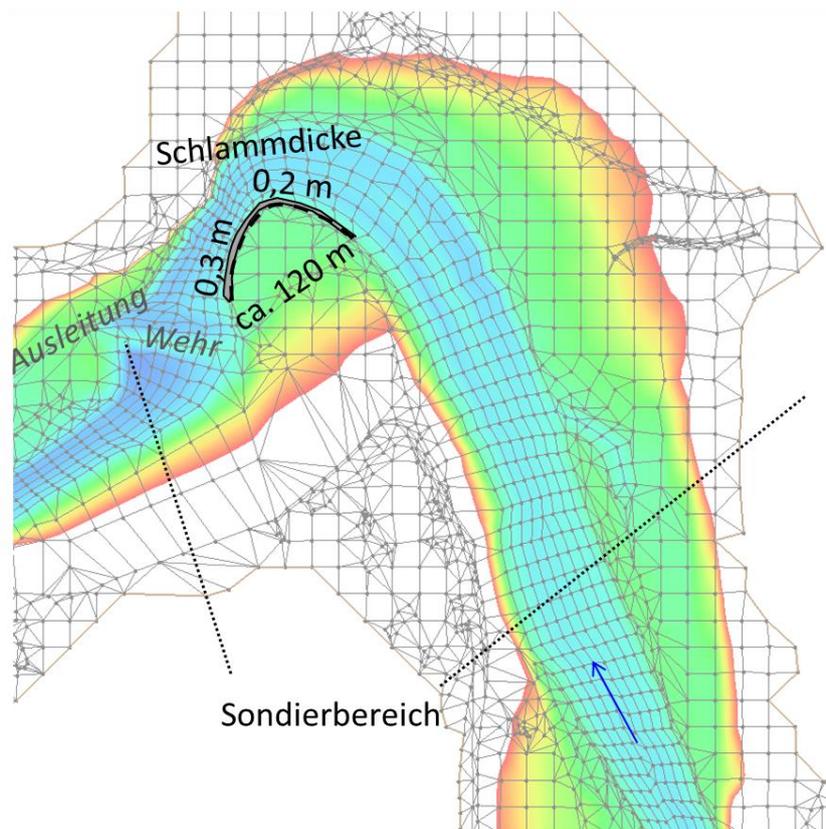


Abb. 9: Schlammablagerung bei 5 – Steinmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 438 bis rot 448 m ü. NN)



Abb. 10: Fotos Steinmühle (5) Schlammprobe und Blick auf die Wehranlage (Seitenansicht)

Die Sedimentsondierung im Rückstaubereich der Lamitzmühle ergab ein Schlammvolumen von 500 bis 600 m³. Am linken Gleithang zog sich ufernah ein Ablagerungsbereich von 0,5 bis 3 m Breite und 0,3 bis über 1 m Dicke. Linksseitig betrug die Schlammmenge über 200 m³. Rechtsseitig war nur eine kurze Strecke mit Schlamm zu finden. Diese Ablagerung wies jedoch eine Breite bis zu 4 m und eine Dicke von über 1 m auf. In dem 70 m langen Bereich sammelte sich ein Ablagerungsvolumen von über 300 m³ an.

6 – Lamitzmühle – ca. 500-600 m³

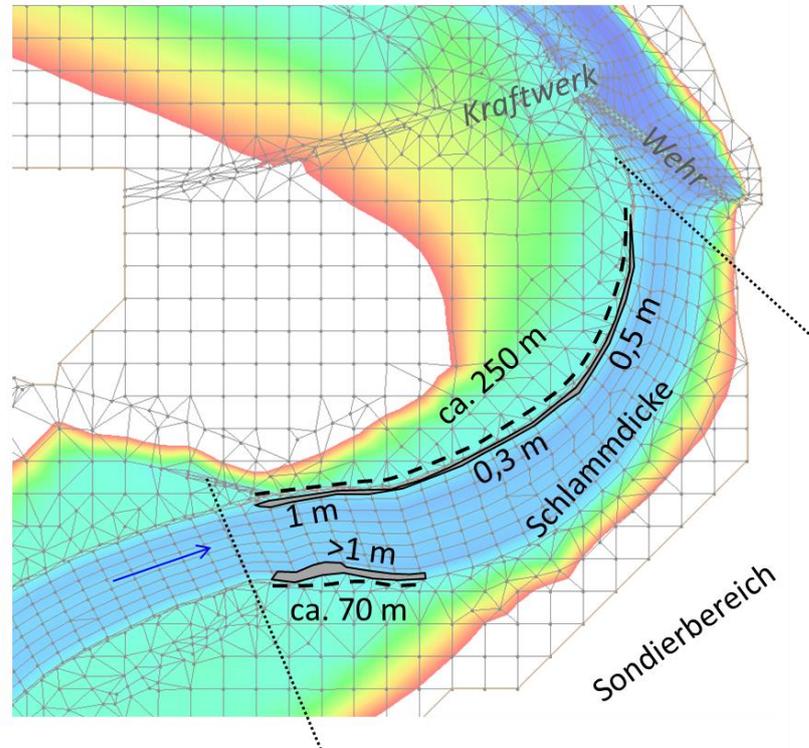


Abb. 11: Schlammablagerung bei 6 – Lamitzmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 447 bis rot 457 m ü. NN)



Abb. 12: Fotos Lamitzmühle (6) Schlammablagerung und Blick auf die Wehranlage

An der Joditzmühle wurden ursprünglich deutliche Schlammablagerungen vermutet. Die erste Untersuchung erfolgte 2014, in dem etwa 70 m hinter dem Wehr ein Querprofil sondiert und eine Probe genommen wurde. Bei der Untersuchung 2015 wurde ein Bereich von etwa 220 m hinter dem Wehr komplett mit Boot untersucht. Das Ergebnis von 2014 bestätigte sich. Die einzige Schlammablagerung fand sich rechtsseitig am Ufer als sehr schmaler Streifen von ca. 0,5 m Breite und einer Dicke von im Mittel 0,20 m. Daraus ergab sich rechnerisch eine nicht relevante Schlammmenge von ca. 22 m³.

7 – Joditzmühle – ca. 20-25 m³ - nicht relevant

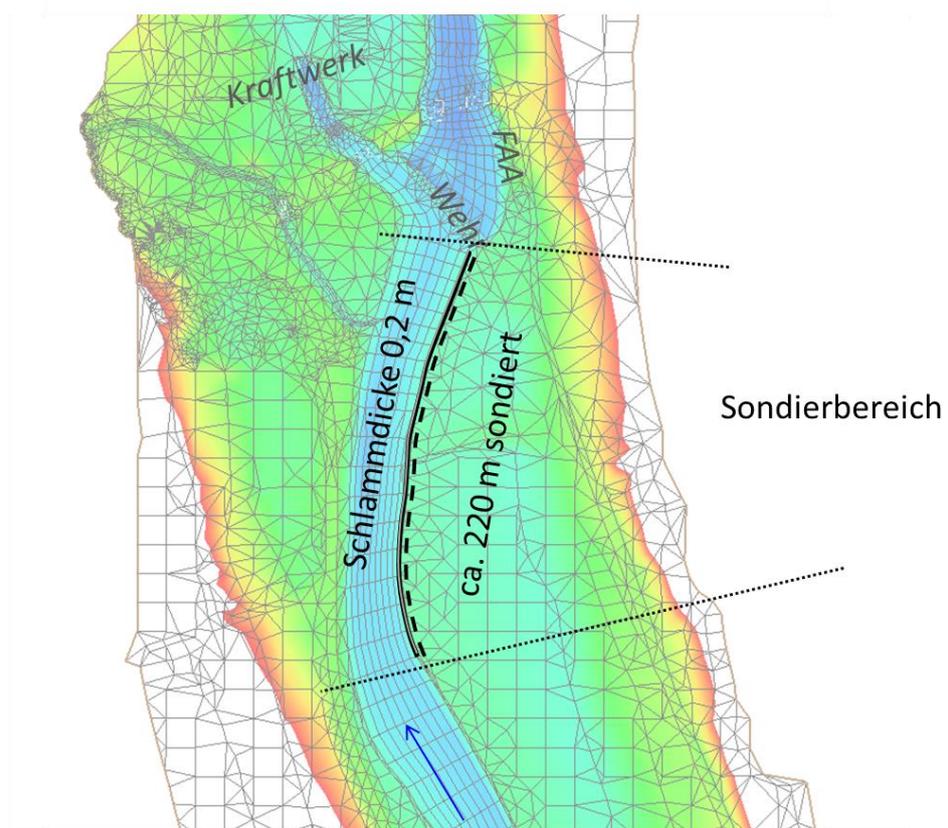


Abb. 13: Schlammablagerung bei 7 – Joditzmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 453 bis rot 463 m ü. NN)



Abb. 14: Fotos Joditzmühle (7) schmale Schlammablagerung am Ufer und Blick auf die Wehranlage (im Vordergrund die Fischaufstiegsanlage)

In der Stauhaltung der Fattigsmühle wurde im Jahr 1989 eine Schlammräumung durchgeführt (Groh und Zwurtschek 1989). Der Entschlammung gingen mehrere Sondierungen in den Vorjahren voraus. Die Kenntnisse von dieser Entschlammung und die Defizite der Saale im Vergleich zum Zielzustand nach EG-WRRL bildeten einen Ausgangspunkt für die vorliegenden Untersuchungen.

Abb. 15 wurde aus Groh und Zwurtschek (1989) entnommen und mit dem aktuellen Sondierergebnis ergänzt. Die Abbildung zeigt den Bereich der Schlammablagerung im Rückstauraum der Fattigsmühle. Außerdem sind der Saugbagger und die Erdpolder von der Entschlammung im Jahr 1989 eingezeichnet. Bei der Entschlammung kam ein Saugbagger zum Einsatz, mit dem der Schlamm als Wasser-Schlammgemisch abgesaugt wurde. Das Gemisch wurde in Absetzbecken (Erdpolder) geleitet. Zur Förderung des Absetzens wurden Fällmittel zugegeben.

Im Unterschied zur Sondierung aus den 1980er Jahren zog sich die aktuelle linksseitige Schlammablagerung bis an das Wehr. Die rechtsseitige Schlammablagerung umfasste dagegen eine deutlich geringere Fläche.

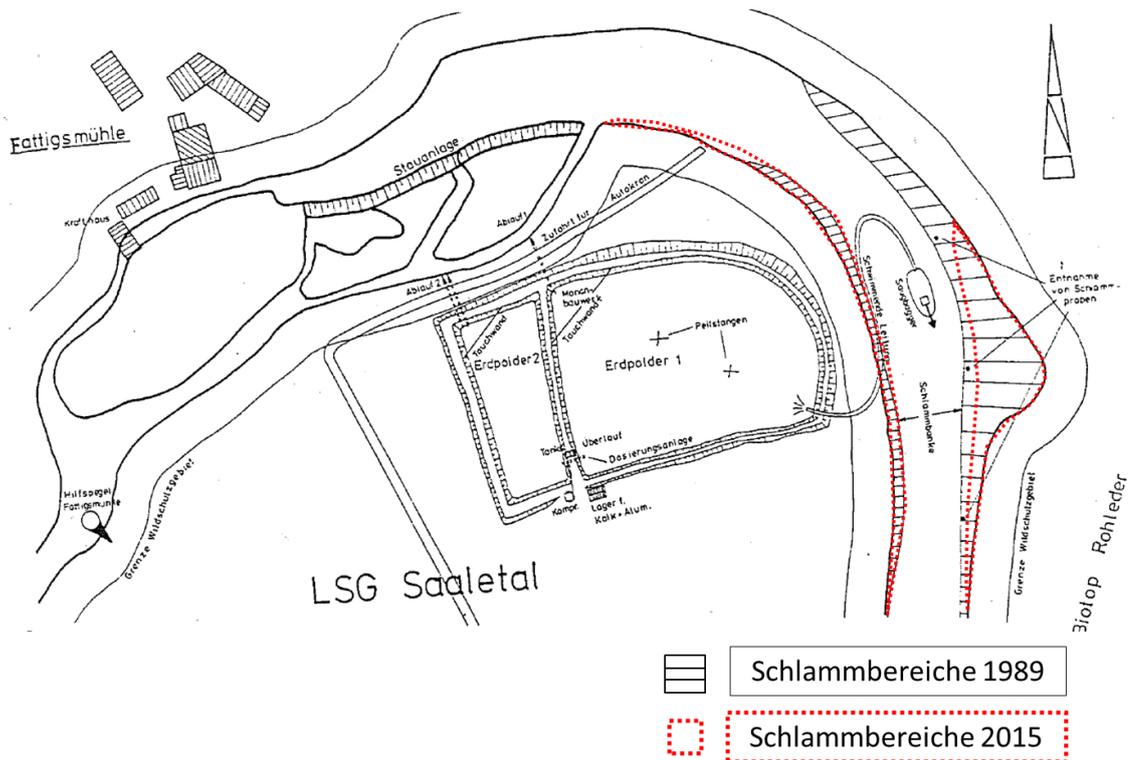


Abb. 15: Schlammräumung in der Fattigsmühle im Jahr 1989 und Lage der sondierten Schlammbereiche im Jahr 2015 (modifiziert aus Groh und Zwurtschek 1989)

Abb. 16 zeigt die Ausdehnung der Schlammränge analog zu den anderen Wehren. Am linken Ufer zog sich eine schmale Schlammrinne von 2 bis 4 m Breite und Dicken von etwa 0,5 bis über 1 m über eine Länge von ca. 190 m. Diese Ablagerung entspricht einem Volumen von über 400 m³. Ein Teil des Schlammes war von sehr lockerer Konsistenz bei hohem Laubanteil. Rechtsseitig befand sich eine mächtigere Ablagerung, die durch die Ausbuchtung hydraulisch begünstigt wird. Die Schlammrinne reichte im Mittel 9 m vom Ufer bis ins Gewässer und wies eine massive Dicke (im Mittel ca. 1,5 m) auf. Rechnerisch ergibt sich rechtsseitig ein Volumen von 1350 m³. In der Summe wird die Schlammmenge deshalb auf ca. 1.500 bis 1.800 m³ geschätzt. Bei der Sondierung aus den 1980er Jahren ergab die Sondierung mit einer Menge von 5.000 bis 6.000 m³ mehr als das Dreifache davon.

8 – Fattigsmühle – ca. 1500-1800 m³

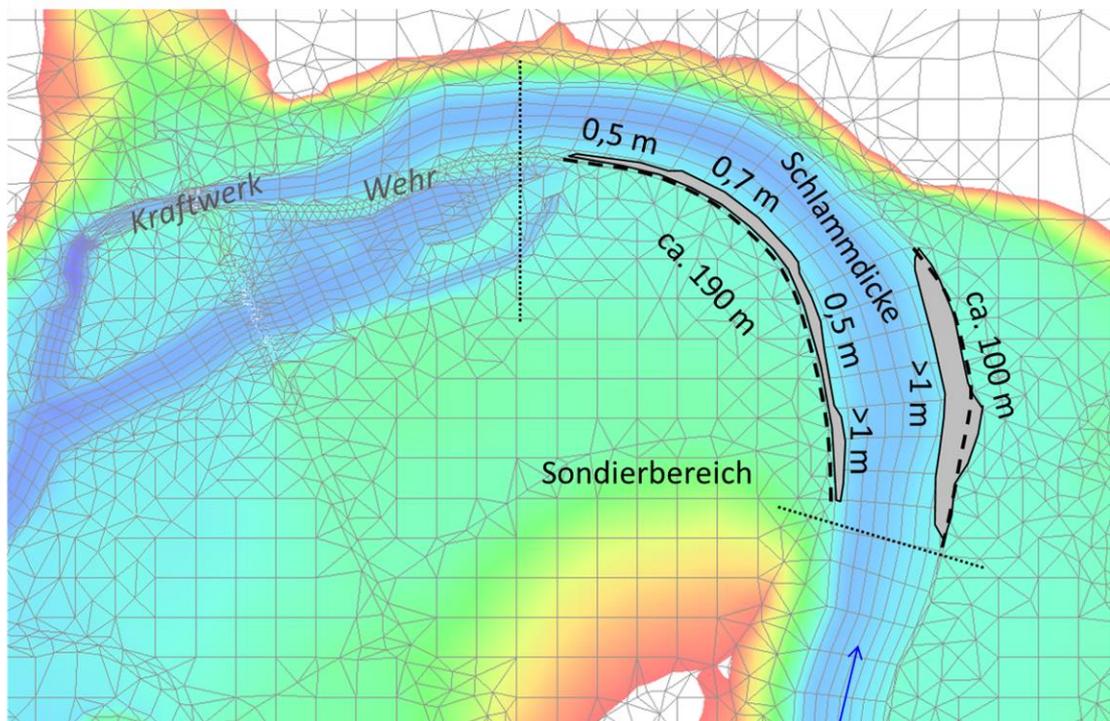


Abb. 16: Schlammablagerung bei 8 – Fattigsmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 455 bis rot 470 m ü. NN)



Abb. 17: Fotos Fattigsmühle (8) linksseitige Schlammbank und Blick auf die Wehranlage (Blickrichtung flussabwärts)

Im Rückstau der Oberen Mühle beschränkte sich die Ablagerung von Schlamm auf den linksseitigen ufernahen Bereich. Die Schlammbank zog sich in einer Breite von 3 bis 4 m entlang des Gleithangs. Die Schlammdicke betrug am Ufer mehr als 1 m. Zur Flussmitte verringerte sich die Dicke. Aufgrund der relativ starken Mächtigkeit ergab sich entlang einer Sondierstrecke von 120 m eine Schlammmenge von 250 bis 350 m³. Möglicherweise zieht sich der ufernahe Streifen mit Schlamm linksseitig am Gleithang noch etwas weiter flussaufwärts.

9 – Obere Mühle – ca. 250-350 m³

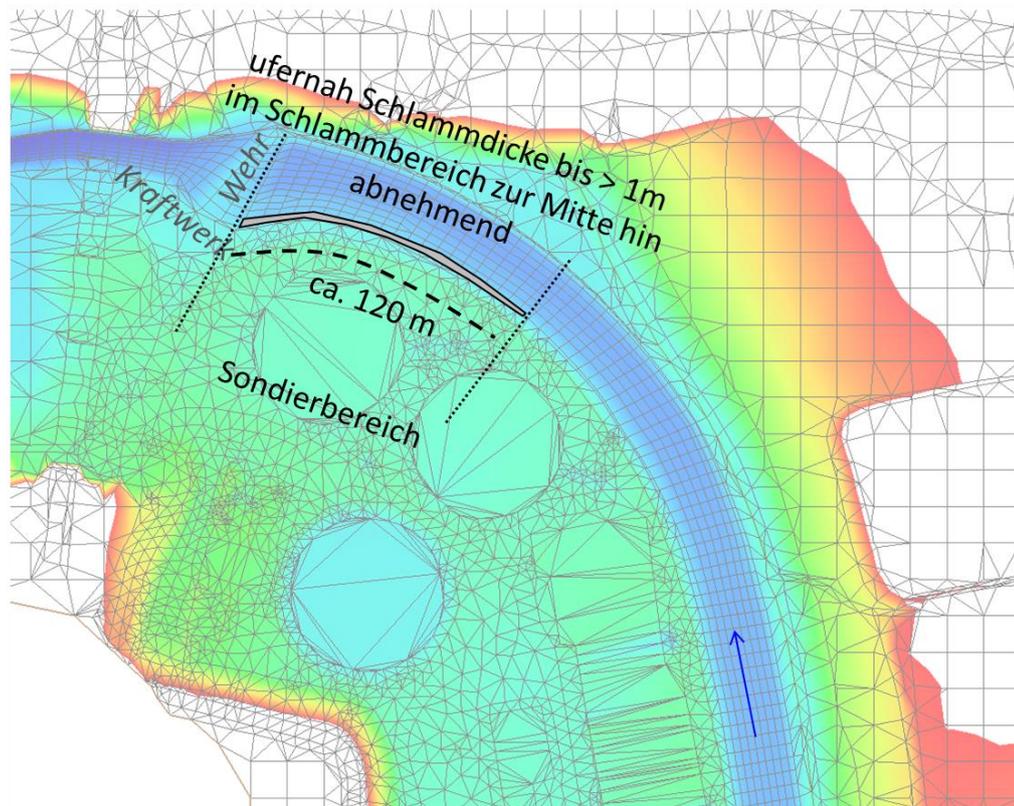


Abb. 18: Schlammbank bei 9 – Obere Mühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 465 bis rot 480 m ü. NN)



Abb. 19: Fotos Obere Mühle (9) Schlammprobe und Blick auf die Wehranlage (Oberwasser)

An der Hospitalmühle zeigte sich eine deutliche Schlammbank, die sich linksseitig im Flussprofil befand. Die Schlammbank war im Bereich der Brücke oberhalb des Wehres optisch erkennbar. Die Schlammdecken reichten von 0,5 m bis ufernah über 1,2 m. Hinter dem Wehr dehnte sich die Schlammbank bis zur Flussmitte aus. Oberhalb befanden sich die Ablagerungen ufernah. Rechtsseitig dominierten Steine und grobes Sediment. In der Summe ergab sich eine relativ große Schlammmenge von 600 bis 700 m³.

10 – Hospitalmühle – ca. 600-700m³

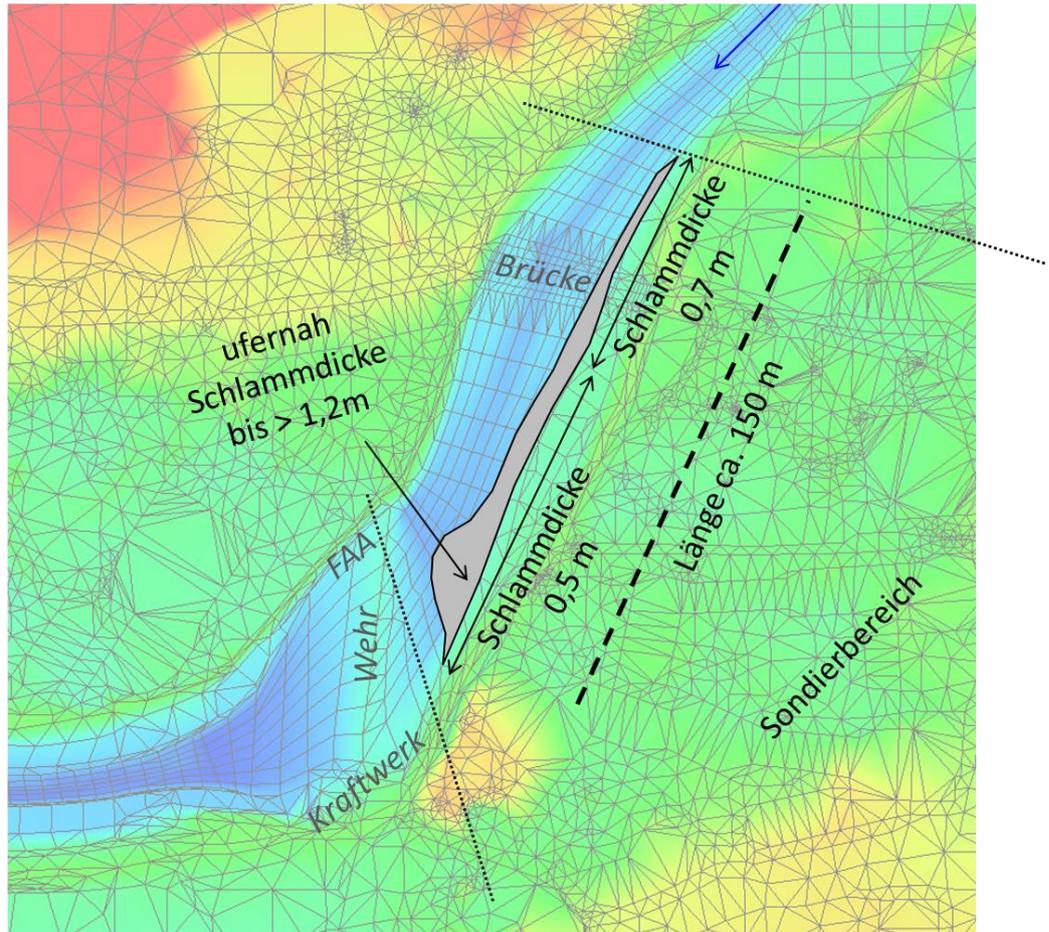


Abb. 20: Schlammablagerung bei 10 – Hospitalmühle (Grundlage Höhenprofil aus 2D-Abflussmodell, farbliche Abstufung der Höhenstufen von blau 468 bis rot 478 m ü. NN)



Abb. 21: Fotos Hospitalmühle (10) Schlammbank unter der Brücke im Rückstauraum und Blick auf die Wehranlage (Unterwasser)

4.2 Schadstoffbelastung der Sedimente

Die Ergebnisse der Schadstoffuntersuchung werden vergleichend zwischen den 10 Wehranlagen durchgeführt. Analysen von Sedimenten weisen häufig eine größere Variabilität auf. Im Vergleich zu Wasserproben wird dies bereits durch die ungleichmäßigere Vermischung und die unterschiedliche Korngrößenverteilung von Feststoffproben bedingt. Bei der Beprobung wurden deshalb Einzelproben von mehreren Stellen der Rückstauräume entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt. Die Analytik bezog sich immer auf die Kornfraktion < 2 mm.

Die Auswertung der Ergebnisse im Vergleich zu den Zielwerten zeigt Anlage 2. Die Bewertung wurde in erster Linie nach den Schwellenwerten der FGG Elbe (2013) bzw. den Umweltqualitätsnormen in der Oberflächengewässerverordnung vorgenommen. Ergänzend wurden die Zuordnungskriterien nach LAGA (2014) bzw. der Deponieverordnung DepV (2009) mit dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass diese Verwertungs- bzw. Entsorgungswege aufgrund des hohen Feinkornanteils und hoher organischer Gehalte bei Schlammablagerungen ohne Behandlung nicht realisierbar sind. Eine Bewertung zum Umgang mit den Sedimenten erfolgt in Kapitel 5. Als Beurteilungskriterien werden vor allem die Schwellenwerte der FGG Elbe (2013) zur Sedimentklassifizierung angesetzt. Der untere Schwellenwert (USW) ist die nach gegenwärtigen Kenntnissen schärfste Anforderung, bei der in Bezug auf alle gleichwertig betrachteten Schutzgüter der Sedimentzustand das Erreichen aller Bewirtschaftungsziele ermöglicht wird. Der obere Schwellenwert (OSW) beschreibt für die Umsetzung der EG-WRRL erforderliche Zielwerte, die in gültigen deutschen und tschechischen Umweltqualitätsnormen für Schadstoffe festgesetzt sind. Für weitere in diesen Regelungen nicht enthaltene Schadstoffe erfolgte die Ableitung von OSW nach Auswertung wissenschaftlicher Literatur.

Im Gesamtbild der Analysen ergab sich in jeder Probe mindestens eine Überschreitung der oberen Schwellenwerte nach FGG Elbe (2013). Die geringste Belastung wies interessanterweise der Schlamm im Rückstau der Fattigsmühle auf, der gleichzeitig die größte Ablagerungsmenge enthielt. Eine Überschreitung war wie in allen Proben bei Nickel zu verzeichnen. Bei Blei war der Wert in der Fattigsmühle nur 10 % unter dem Schwellenwert.

Geogene Hintergrundkonzentrationen sind für die Sächsische Saale nicht bekannt. Für Fließgewässer und Talsperren in Sachsen wurden entsprechende Werte erarbeitet (Hildebrandt und Schreiber 2015). Nach der OGeV ist für Schadstoffe, bei denen die natürliche Hintergrundkonzentration im betreffenden OWK größer als die Umweltqualitätsnorm ist, eine abweichende Umweltqualitätsnorm durch die Behörde festzulegen.

Die Substanzen bzw. Stoffgruppen, denen nach FGG Elbe (2013) Schwellenwerte zugeordnet wurden, und die bei der vorliegenden Untersuchung analysiert wurden, wiesen alle außer bei Anthracen und bei 2,4,4'-Trichlorbiphenyl mindestens in einer Probe eine Überschreitung des oberen Schwellenwertes auf. Bei Anthracen wurde der untere Schwellenwert überschritten.

Bei den PAK trat eine Überschreitung des OSW als Summe im Wehr Steinmühle (wehrnah) und in der Joditzmühle auf. In der Steinmühle (Probe 2 weiter hinter dem Wehr), der Fattigsmühle und der Hospitalmühle wurde auch der USW eingehalten. Allerdings war die Belastung mit der PAK-Einzelsubstanz Fluoranthen außer bei den beiden letztgenannten zu hoch. Benzo(a)pyren überschritt immer den USW, im Steinmühlenwehr (wehrnah) und der Joditzmühle auch den OSW. Die PAK-Belastung im Sediment der Sächsischen Saale ist offenbar generell zu hoch. Zieht man ungeachtet der eingeschränkten Anwendbarkeit, die LAGA Boden (2014) heran, sind die Feinsedimente von WKA Blankenberg, Sparnberger Mühle, Kühnmühle, Steinmühle (wehrnah), Lamitzmühle und Joditzmühle für einen uneingeschränkten Einbau zu stark mit PAK belastet.

Die PCB traten in den Wehren WKA Blankenberg und der Steinmühle (wehrnah) im Vergleich zum OSW in zu hohen Belastungen auf. In beiden Rückstauräumen betraf dies 4 von 6 Einzelsubstanzen. Die Summe der PCB überschritt mit 1,33 mg/kg TS in der WKA Blankenberg auch den in der DepV angegebenen Zuordnungswert von 1 mg/kg TS für die Deponieklasse 0.

Schwermetalle und Arsen überschritten alle die unteren oder oberen Schwellenwerte der FGG Elbe. Keine Probe und kein Parameter waren ohne erhöhte Werte. Als Schwermetalle wurden Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Thallium und Zink analysiert. Die Probe der Fattigsmühle wies bei allen Parametern Werte über dem OSW auf. Wie bereits erwähnt, lag Nickel mit Mittel 91 mg/kg TS bei allen gemessenen Werten deutlich höher, als der OSW von 3 mg/kg TS Ni zulässt. Arsen, Kupfer und Zink waren nur in der Joditzmühle über dem OSW. Der OSW von Blei (53 mg/kg TS) wurde in 8 von 11 Proben überschritten bei einem Maximum von 190 mg/kg TS. Der OSW für Cadmium liegt bei 2,3 mg/kg TS. In 7 Proben war der Cadmiumgehalt (maximal 4,72 mg/kg TS Cd) zu hoch. Chrom gesamt sollte einen OSW von 640 mg/kg TS nicht überschreiten. Zu hohe Konzentrationen traten jedoch in 4 Proben auf. In der Stauräumen der Steinmühle (wehrnah), Joditzmühle und der Oberen Mühle entsprachen die Werte zudem einer Zuordnung nach LAGA größer Z2. Bei der Beräumung der Fattigsmühle im Jahr 1989 (Groh und Zwurtschek 1989) wurden erhöhte Chrom-Werte von 1350 mg/kg TS bestimmt. Der maximale Wert bei der aktuellen Untersuchung lag mit 1040 mg/kg TS Cr. im Stau der Oberen Mühle in einer ähnlichen Größenordnung vor. Es ist aber nicht bekannt, ob die damals untersuchte Kornfraktion vergleichbar ist. Das Konzentrationsniveau für Nickel lag bei allen Proben weit über dem oberen Schwellenwert von 3 mg/kg TS. Die Spannweite reichte von 56,4 bis zu 130 mg/kg TS Ni. Quecksilber war im Sediment bei 6 von 11 Proben zu hoch. Bei einem OSW von 0,47 mg/kg TS Hg wurden bis zu 3,66 mg/kg TS Hg ermittelt. Thallium ist nicht Bestandteil der Schwellenwerte der FGG, die gefundenen Werte entsprachen in Abhängigkeit der Zuordnung zum Substrattyp nach LAGA der Klasse Z0 (uneingeschränkter Einbau) bzw. Z1 (eingeschränkter offener Einbau). Thallium stellte kein wesentliches Problem in der Sächsischen Saale dar.

Wie bereits erwähnt, wird eine Zuordnung nach LAGA aufgrund des Feinkornanteils bzw. der organischen Stoffe ohne Vorbehandlung kaum möglich sein. Für die Bewer-

tung weiterer Parameter werden diese Kriterien zur Einschätzung der Belastung mit herangezogen. Nach den EOX wäre ein uneingeschränkter Einbau nur bei 3 von 11 Proben möglich. Belastungen bis zu 5,9 mg/kg TS EOX bedeuten eine Zuordnung bis zu Klasse Z2 (eingeschränkter Einbau mit definierten technischen Sicherheitsmaßnahmen). Extrahierbare lipophile Stoffe reichten von geringer Belastung (unter Bestimmungsgrenze) bis hin zu einer Zuordnung, die nur die Deponieklasse III zulässt. Cyanide lagen bei der Steinmühle bei der Zuordnung zu Z1 sonst zu Z0. Die MKW waren in der Sparnberger Mühle, der Steinmühle und der Joditzmühle mit 2.200 bis 3.600 mg/kg TS im Wertebereich größer als Z2. Positiv ist anzumerken, dass BTEX und LHKW nicht gefunden wurden. Für die Frage der weiteren Verwendung von Sedimenten bei Entnahmen sind nach LAGA-Boden (2014) auch lösliche Substanzen zu bewerten. Nach diesen Kriterien können im Eluat die Kriterien pH-Wert in der WKA Blankenberg sowie die pH-Wert, Leitfähigkeit, Arsen und Chrom im Wehr Steinmühle und der Phenolindex zu einer Zuordnung größer Z2 führen. Eingeschränkte Einbaubedingungen Z1 und Z2 folgen auch aus weiteren Parametern im Eluat bei verschiedenen Proben (s. Anlage 2).

5 Sedimentmanagementkonzept

5.1 Grundlagen zum Sedimentmanagement

Unter Sedimentmanagement versteht man in wörtlicher Bedeutung die Bewirtschaftung der Sedimente, das heißt die aktive Planung und bedarfsabhängige Handlungsmaßnahmen beim Umgang mit Ablagerungen. Dabei stehen nach DWA (2012) sowohl die Ziele der Wasserrahmenrichtlinie als auch die Anforderungen an die Nutzung und Funktion der Gewässer im Fokus.

Vor Beginn der Durchführung von Maßnahmen zum Sedimentmanagement ist zu beachten, dass:

- Sedimente entsprechend des Fließgewässertyps natürlicherweise und in verschiedener Körnung wichtiger Bestandteil der Gewässer als Lebensraum der Wasserorganismen sind und durch Stoffumsatzprozesse zur Selbstreinigung beitragen.
- Schadstoffbelastungen im Sediment stärker an Feinstoffen und damit in Schlammablagerungen gebunden sind und
- Sedimente durch Remobilisierung und Freisetzung als Schadstoffquelle aber durch Bindung auch als Schadstoffsенke für das Freiwasser wirken.

Unter Einbeziehung der Ablaufpläne in DWA (2008) sowie Hildebrandt und Schreiber (2015) wird folgendes erweitertes Vorgehen zum Sedimentmanagement empfohlen. Die konsequente Prüfung, Untersuchung und Entscheidung zum Sedimentmanagement kann dazu beitragen, zielgerichtete Verbesserungen des Gewässerzustands zu erreichen sowie erhebliche Investitions- und Folgekosten einzusparen.

Eine wichtige Grundlage für das Sedimentmanagement ist die Erfassung und Datenhaltung von Informationen zu Gewässersedimenten, die z.B. im Rahmen der Gewässerunterhaltung erlangt werden. Kranich (2014) stellte bei Informationsrecherchen in Sachsen fest, dass Daten zum Sedimentmanagement, wie z.B. Analysenergebnisse, Entnahmemengen, Gewässerunterhaltungspläne, nur unzureichend erfasst und schwer zugänglich sind.

Grundlagenerfassung

1. Problemfeststellung und Ableitung der Zielstellung

- Planung der allgemeinen Gewässerunterhaltung oder
- Eingriff im Rahmen von Baumaßnahmen oder
- Feststellung massiver Ablagerungen bzw.
- Hindernis für die Abflussabführung bzw.
- Beeinträchtigung der Funktion von Wasserbauwerken bzw.
- Einschränkungen der Gewässernutzung wie der Schifffahrt oder
- ungewünschte Veränderungen im Landschaftsbild oder

- wahrnehmbare Beeinträchtigung der Wasserbeschaffenheit (z.B. Geruch) bzw.
 - Überschreitung von Umweltqualitätsnormen / Schwellenwerten bzw.
 - Defizite beim ökologischen Zustand, die z.B. auf eine unzureichende Sedimentstruktur hinweisen oder
 - sonstige festgestellte Probleme.
2. Konkretisierung erforderlicher Voruntersuchungen
 - Eingrenzung der Untersuchungsbereiche
 - Überlegung zum Untersuchungsumfang
 3. Bestandserhebung im Sediment
 - Auswertung vorhandener Unterlagen
 - Sondierung
 - Analytik auf Belastungen

Maßnahmen zur Vermeidung, Umlagerung, Verwendung

4. Prüfung der Möglichkeit der Vermeidung
 - Wasserbauliche Maßnahmen im Gewässer (z.B. Leitwerke, Profiländerungen, Rück- oder Umbau von Querbauwerken)
 - Senkung externer Sedimenteinträge (Erosionsminderung, Mischwasser)
 - Minderung von Stoffeinträgen (Nährstoffe, Schadstoffe)
 - Abflusssteuerung
5. Prüfung der Möglichkeit der Umlagerung im Gewässer
 - Verbringen der Sedimente in andere Gewässerstrecken
6. Prüfung der Verwendung
 - z.B. Einsatz als Baustoff zur Böschungsprofilierung

Maßnahmen zur Verwertung

7. Prüfung der Verwertung von Baggergut als Abfall ohne Behandlung
 - z.B. zur Verfüllung oder Ufervorspülung
8. Prüfung der Verwertung von Baggergut als Abfall mit Behandlung
 - z.B. als Erd- oder Deponiebaustoff
9. Prüfung zur Beseitigung von Baggergut als Abfall ohne Behandlung
 - z.B. Spülfeld
10. Prüfung zur Beseitigung von Baggergut als Abfall mit Behandlung
 - z.B. Verbringung auf Deponien

5.2 Ergebnisse aus dem WRRL-Monitoring

Der Untersuchungsbereich erstreckte sich auf die Sächsische Saale zwischen Hof und der Grenze zu Thüringen. Die Hospitalmühle in Hof gehört noch zum FWK 5 F023, der als erheblich verändert eingestuft wurde. Ab dem Zufluss des Krebsbaches, der im Stadtgebiet von Hof etwa 900 m unterhalb der Hospitalmühle einmündet, beginnt der folgende natürliche FWK F021 bis zum Zufluss des Tannbaches, wo der Übergang zum natürlichen FWK F024 folgt. Der Tannbach fließt zwischen Joditz und Hirschberg in die Saale. Die Saale ist in dem gesamten Bereich dem Gewässertyp 9 (Silikatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse) zugeordnet. Als natürliches Sediment sollten in diesem Gewässer Schotter und Steine mit untergeordneten Anteilen von Kies dominieren (Pottgießer und Sommerhäuser 2008). Feinsedimente wie Sand und Lehm können in strömungsberuhigten Zonen vorkommen. Schotter- und Kiesbänke sind typisch. Das Sediment soll ein gut ausgeprägtes Interstitial aufweisen. Große Schwankungen im Abfluss und stark ausgeprägte Extremabflüsse bewirken im natürlichen Zustand die Verfrachtung von Feinsedimenten im Gewässerbett.

Durch die Stauräume der Wehre wird das Fließsystem der Saale hydraulisch unterbrochen. Durch verringerte Fließgeschwindigkeiten lagern sich lokal Schlammabänke ab, die natürlicherweise nicht vorkommen würden.

Der ökologische Zustand ist nach aktueller Bewertung (2014) in allen drei FWK „unbefriedigend“ und der chemische Zustand (mit ubiquitären Stoffen) als „nicht gut“ eingestuft. Ohne ubiquitäre Stoffe wird der chemische Zustand im FWK 5 F021 ebenfalls als „nicht gut“ angegeben in den anderen beiden mit „gut“.

Für die beiden wesentlichen FWK unterhalb von Hof bis zur thüringischen Grenze liegen detailliertere Ergebnisse zum ökologischen Zustand vor. Die Bewertung in Tabelle 4 zeigt, dass keine Belastung mit sauerstoffzehrenden Substanzen vorliegt (Saprobie). Defizite bestehen in der Struktur des Makrozoobenthos (MZB), bei Makrophyten und Phytobenthos und bei den Fischen. Die Degradation des MZB gibt meistens als Hauptstressoren Beeinträchtigungen der Gewässermorphologie wieder. Daneben wirken weitere Stressoren durch die Nutzungen im Einzugsgebiet, Pestizide und hormonäquivalente Stoffe. Die Hauptdefizite beim Makrozoobenthos zeigten der Fauna-Index in beiden FWK, die Zusammensetzung der Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) im FWK F024 sowie die Metarhithalbesiedler im FWK F021 an. Der Fauna-Index weist darauf hin, dass typspezifische Arten fehlen. Der EPT-Index (Ephemeropteren, Plecopteren, Trichopteren) sagt etwas über die Artendiversität aus und reagiert empfindlich auf Veränderungen der Wasserbeschaffenheit. Die Metarhithalbesiedler benötigen höhere Strömungsgeschwindigkeiten, gröbere Substrate, bessere Sauerstoffversorgung, geringere Saprobie und niedrigere Sommertemperaturen sowie strukturreiche Ufer. Die Defizite liegen also in strukturellen und hydraulischen Belastungen durch die unterbrochene Fließkontinuität sowie in der Wirkung chemischer Belastungen, die auch in Zusammenhang mit gewässeruntypischen Ablagerungen belasteter Schlämme stehen.

Aus der schlechtesten Einstufung aller Teilkriterien resultiert die Gesamtbewertung „unbefriedigend“.

Tabelle 4: Ökologischer Zustand nach EG-WRRL für die Bewertung der biologischen Teilkomponenten (Daten Regierung Oberfranken 2014)

OWK	Messstelle	MZB Saprobie	MZB Degradation	M & P	Fische
5_F021: Sächsische Saale von Mündung Krebsbach bis Mündung Tannbach	Joditz Auensee	2	4	3	4
5_F024: Sächsische Saale von Mündung Tannbach bis Mündung Selbitz	Wegebrücke bei Rudolphstein	2	4	4	3

1 sehr gut, 2 gut, 3 mäßig, 4 unbefriedigend, 5 schlecht

MZB Makrozoobenthos

M&P Makrophyten und Phytobenthos

Die Risikoanalyse (LfU 2014) geht davon aus, dass der gute ökologische Zustand in der Sächsischen Saale von Einmündung des Krebsbachs bis Einmündung des Tannbachs (5_F021) zum Jahr 2021 nicht erreichbar ist. Die Begründung bezieht sich in erster Linie auf die hydromorphologischen Veränderungen. Als mögliche Ursachen für die Zielverfehlung werden zudem Nährstoffe, flussgebietspezifische Schadstoffe und Bodeneintrag genannt.

Auch für die Sächsische Saale von Einmündung Tannbach bis Einmündung Selbitz (5_F024) ist die Zielerreichung 2021 unwahrscheinlich. Als Ursachen wurden Nährstoffe und hydromorphologische Veränderungen identifiziert. Der Bodeneintrag kann eine weitere mögliche Ursache sein. Über die Bodenerosion gelangen Fein- und Schwebstoffe in die Saale und fördern die Schlammablagerungen.

Im Gegensatz zum FWK F024 wird im FWK F021 auch die Zielerreichung des guten chemischen Zustands 2021 (ohne ubiquitäre Stoffe) als unwahrscheinlich angesehen.

Für den unteren FWK bzw. die Messstelle Joditz werden als Maßnahmen in Daten der Regierung Oberfranken (2014) erwähnt:

- Schwallbetrieb speziell bei der WKA Joditz abmildern,
- vorhandene FAA rechtsseitig nach Stand der Technik optimieren,
- Abstürze und Wasserüberfall an den Übergängen abmildern,
- Dotationsmengen an Zielfischarten anpassen,
- Anbindung des Unterwassers verbessern (ausreichende Mindesttiefe),
- Maßnahmen zur Eintragsverminderung in der Aue (Pufferstreifen)

Für den oberen FWK wird praktisch analog Folgendes vorgeschlagen:

- Verbesserung / Wiederherstellung der Durchgängigkeit,
- Feinsubstrateinträge reduzieren und

- Vergrößerung Beschattung.

Für den gesamten Gewässerabschnitt folgt somit die Forderung die Passierbarkeit an allen Wehren herzustellen. Funktionsfähige Gewässerrandstreifen können den diffusen Eintrag durch Wind- und Wassererosion vermindern. Als besonders effektiv erweisen sich Kombinationen von konservierender Bodenbearbeitung mit zusätzlichen Rückhaltemaßnahmen in der landwirtschaftlichen Fläche (Schmidt 2015). Es ist zu prüfen, aus welchen Quellen weitere Schwebstoffe stammen können. Hierbei kommen unzureichend gereinigte Abwassereinleitungen und Mischwasserabschläge in Frage.

5.3 Bewertung der Sedimentuntersuchung im Vergleich zu Schwebstoffmessungen

Grundlage für Entscheidungen zum Sedimentmanagement ist das Wissen über die Mengen und die Beschaffenheit von Ablagerungen in der Saale. Schadstoffe lagern sich bevorzugt an Stoffen geringer Korngröße an. Diese Partikel gelangen durch allochthone Quellen z.B. Erosion, Abwasser, Mischwasser ins Gewässer oder bilden sich durch autochthone Prozesse wie die biologische Produktion von Algen, Pilzen, Bakterien, durch Abbau abgestorbener Organismen, durch Koagulation von Stoffen und chemische Reaktionen. Schwebstoffe können entsprechend mit Schadstoffen belastet sein und sich durch Sedimentation am Gewässerboden anreichern. Durch Resuspension und Remobilisierung gelangen die Stoffe wieder ins Freiwasser und werden in unterhalb gelegenen Flussabschnitte verfrachtet.

An der Saale wurden bei Joditz Schwebstoffuntersuchungen durchgeführt. Es liegen Daten von 9 Messungen im Zeitraum 2012 bis 2013 vor. Die Ergebnisse wurden in Anlage 5 ausgewertet. Die Bewertung erfolgte nach den Schwellenwerten der FGG Elbe (2013). Wie auch bei den Sedimentproben wurden in den Schwebstoffen Überschreitungen der unteren und der oberen Schwellenwerte für Schwermetalle festgestellt. Bei Nickel lagen die Werte mit 68,9 bis 130 mg/kg TS deutlich über dem oberen Schwellenwert von 3 mg/kg TS Ni. Weitere Überschreitungen des OSW waren bei 4 von 8 Messungen für den Parameter Blei festzustellen. Alle andere Schwermetalle und Arsen überschritten den unteren Schwellenwert. Die Belastung mit PAK gab ein ähnliches Bild wie in den Sedimentproben wieder. Alle Proben waren mit Fluoranthen über dem OSW belastet. Die PAK-Summe war höher als der USW. PCB wurden nicht untersucht. Dafür erfolgte die Untersuchung auf PBDE, die als Flammschutzmittel eingesetzt werden. Für diese Stoffe sind jedoch keine Schwellenwerte durch die FGG Elbe (2013) festgelegt. Messwerte zu Tributylzinn-Kation und zu Dibutylzin-Kation waren niedriger als die Grenzwerte in der Oberflächengewässerverordnung fordern.

In Tabelle 5 sind die Belastungen mit Metallen und PAK nach den aktuellen Sedimentuntersuchungen und den Schwebstoffanalysen (2012-2013) statistisch vergleichend dargestellt. Bei dem Vergleich ist zu beachten, dass bereits Unterschiede in den Werten durch unterschiedliche Probenahmen, die Vermischung mit inerten Stoffen, Laubeintrag u.a. am Gewässerboden möglich sind.

Tabelle 5: Vergleich der Metalle und PAK zwischen Sediment (alle Proben 2014-2015) und Schwebstoffen (2012-2013) (Angaben in mg/kg TS)

Messgröße	Dim.	Sediment (2014/2015)				Schwebstoffe (2012/2013)			
		n	MIN	MAX	MW	n	MIN	MAX	MW
Metalle / Halbmetalle									
Arsen fest	mg/kg	11	11,2	57,3	23,7	8	9,45	21	13,7
Blei fest	mg/kg	11	36,5	190	79,4	8	34,2	69,4	51,4
Cadmium fest	mg/kg	11	0,83	4,72	2,73	8	1,03	1,90	1,54
Chrom-gesamt fest	mg/kg	11	198	1040	541	8	170	373	271
Kupfer fest	mg/kg	11	40,9	180	91,8	8	46,0	84,1	66,1
Nickel fest	mg/kg	11	56,4	130	91,3	8	68,9	130	103
Quecksilber; gesamt fest	mg/kg	11	0,29	3,66	0,99	8	0,17	0,41	0,30
Zink fest	mg/kg	11	243	974	562	8	347	600	468
PAK									
Naphthalin	mg/kg	11	0,0012	0,073	0,016	4	0,021	0,100	0,056
Acenaphthylen fest	mg/kg	11	0,0013	0,049	0,015	4	0,010	0,042	0,024
Acenaphthen	mg/kg	11	0,0017	0,052	0,019	4	0,010	0,029	0,018
Fluoren	mg/kg	11	0,0031	0,059	0,023	4	0,018	0,042	0,026
Phenanthren	mg/kg	11	0,033	0,78	0,255	4	0,170	0,330	0,238
Anthracen	mg/kg	11	0,0082	0,22	0,071	4	0,027	0,080	0,049
Fluoranthen	mg/kg	11	0,085	2,3	0,755	4	0,410	0,950	0,743
Pyren	mg/kg	11	0,066	1,9	0,598	4	0,420	0,830	0,660
Benzoanthracen, 1,2-	mg/kg	11	0,055	1,4	0,406	4	0,170	0,430	0,328
Chrysen	mg/kg	11	0,058	1,5	0,440	4	0,230	0,500	0,415
Benzfluoranthen,2,3- fest	mg/kg	11	0,081	2,3	0,612	4	0,240	0,580	0,415
Benzfluoranthen,8,9-	mg/kg	11	0,030	0,83	0,223	1	0,100	0,100	0,100
Benzopyren, 1,2- fest	mg/kg	11	0,053	1,6	0,420	4	0,160	0,460	0,325
Indenopyren fest	mg/kg	11	0,026	0,97	0,259	4	0,130	0,390	0,263
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg	11	0,011	0,25	0,073	4	0,033	0,110	0,078
Benzoperylen, 6,7- fest	mg/kg	11	0,032	1,1	0,263	4	0,180	0,460	0,333
PAK (nach EPA)-Summe	mg/kg	11	0,548	15,30	4,45	4	2,39	5,09	3,99
Σ 5 PAK °	mg/kg	11	0,222	6,80	1,78	4	0,810	1,89	1,36

FGG Elbe (2013) - Schwellenwerte

	Unterer Schwellenwert (schärfste Anforderung) wird eingehalten
	Unterer Schwellenwert wird überschritten (bei Fluoranthen nicht definiert)
	Oberer Schwellenwert wird überschritten

° 5 PAK: Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)-pyren

Grundlegende Erkenntnisse für das Sedimentmanagement aus diesem Vergleich sind, dass:

- sowohl im Freiwasser als auch im Sediment Belastungen der Feststoffe bestehen,
- eine direkte Wirkung auf benthische Organismen und Organismen, die das Sediment als Nahrungs- und Fortpflanzungshabitat nutzen, besteht,
- durch externe Einträge als auch durch Remobilisierung aus dem Sediment Schadstoffe ins Freiwasser gelangen können,

- eine leichte Verfrachtung von Belastungen flussabwärts und bei Hochwasser in die Auen gegeben ist,
- die Ablagerung im Sediment in der Regel zu einer Aufkonzentration von Schadstoffen führt,
- Maßnahmenkombinationen aus gezielten Entnahmen bei größeren Schlammablagerungen und Maßnahmen zur Senkung der externer Schadstoffeinträge sinnvoll sind und
- bei Entnahme von Schlamm ohne hydraulisch-wasserbauliche Veränderungen mit erneuten Ablagerungen in den bisherigen Bereichen gerechnet werden muss.

5.4 Empfehlung zum Sedimentmanagement im Untersuchungsgebiet

Als Ergebnis der Sondierung der Sedimente ergeben sich für das Sedimentmanagement zwei unterschiedliche Fallbetrachtungen. Fall 1 betrifft Schlammablagerungen in den Rückstauräumen, die verschiedene Belastungen beinhalten und sich negativ auf den chemischen und ökologischen Zustand des Gewässers auswirken. Fall 2 kommt bei wasserbaulichen Maßnahmen oder im Rahmen der Gewässerunterhaltung in Betracht, wenn Eingriffe in naturnahes Grobsediment notwendig werden. Dieser Fall wird in Zusammenhang mit der Planung zu baulichen Maßnahmen am Wehr Steinmühle betrachtet. Bei der Variante 1 zum Rückbau des Wehres würde ein solcher Eingriff erfolgen (s. auch Teil 2 des Berichtes).

5.4.1 Fall 1: Sedimentmanagement von Schlammablagerungen

Grundlagenerfassung

1. Problemfeststellung und Ableitung der Zielstellung

Die Untersuchungen beim Monitoring zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie zeigen Defizite beim chemischen und ökologischen Zustand der Sächsischen Saale. Aktuelle Untersuchungen weisen auch Belastungen der Schwebstoffe mit Schadstoffen nach. Mit der Beräumung des Rückstauraumes der Fattigsmühle im Jahr 1989 (Groh und Zwurtschek 1989) lagen konkrete Kenntnisse zu massiven belasteten Schlammablagerungen vor. Die ursprüngliche Belastung zeigte sich früher sogar in Fischsterben in und massiven Geruchsbelästigungen. Geruchsbelästigungen wurden in Hof in den 50er Jahren durch Zugabe von Chlor in die Saale bekämpft, was aus heutiger Sicht undenkbar ist. Aus diesen Kenntnissen leitete sich die Zielstellung ab, gegenwärtige Schlammablagerungen zu suchen und zu bewerten.

2. Konkretisierung erforderlicher Voruntersuchungen

Die Ableitung der erforderlichen Untersuchungen begann auf der Grundlage der Aufgabenstellung für das vorliegende Projekt. Ursprünglich war die Sondierung und Untersuchung in zwei Stauanlagen der WKA Blankenburg und der Steinmühle vorgesehen. Die Sondierung erfolgte im Jahr 2014 und ergab nur sehr geringe Schlammablagerungen.

Eine vor Ort entschiedene ergänzende Untersuchung eines Querprofils an der Joditzmühle zeigte ebenfalls nur geringe Ablagerungen. Die Untersuchung der entnommenen Feinsedimente wies jedoch auf Belastungen hin. Eine Übertragung der Ergebnisse auf die anderen Stauräume war nicht möglich. Deshalb erfolgte eine weitere Sondierung der übrigen Stauräume zwischen Hof und der Grenze zu Thüringen im Jahr 2015.

3. Bestandserhebung im Sediment

Zusammengefasst wurden folgende Ergebnisse als Grundlage für Entscheidungen zum weiteren Umgang mit den Sedimenten erzielt. Die Schlammengen wurden vergleichend verbal kategorisiert (sehr geringe bis sehr große Menge). Die aufgeführten Belastungsparameter beziehen sich auf Überschreitungen der OSW bzw. einer Einstufung schlechter als LAGA-Bodenklasse Z2. Die Untersuchungen wurden in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben.

1 – WKA Blankenberg

- Schlammmenge sehr gering mit ca. 2 m³
- Belastungen: PAK Fluoranthen, PCB, Nickel, pH im Eluat
- Maßnahmenbedarf: gering

2 – Blumenaumühle

- Schlammmenge groß mit ca. 800-900 m³
- Belastungen: PAK Fluoranthen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, MKW (C₁₀-C₄₀)
- Maßnahmenbedarf: gegeben

3 – Sparnberger Mühle

- Schlammmenge gering mit ca. 40-50 m³
- Belastungen: PAK Fluoranthen, Blei, Cadmium, Nickel, Quecksilber
- Maßnahmenbedarf: gering (ufernahe, meist dünne Schicht)

4 – Kühnmühle

- Schlammmenge groß mit ca. 700-800 m³
- Belastungen: PAK Fluoranthen, Blei, Cadmium, Nickel
- Maßnahmenbedarf: gegeben

5 – Steinmühle

- Schlammmenge gering mit ca. 40-50 m³
- Belastungen: PAK Fluoranthen und Benzo(a)pyren, Summe 5-PAK, PCB Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber, MKW (C₁₀-C₂₂), im Eluat: pH-Wert, Leitfähigkeit, Arsen und Cadmium
- Maßnahmenbedarf: gering (ufernahe dünne Schicht)

6 – Lamitzmühle

Schlammmenge groß mit ca. 500-600 m³

Belastungen: PAK Fluoranthen, Blei, Cadmium, Nickel

- Maßnahmenbedarf: gegeben

7 – Joditzmühle

- Schlammmenge gering mit ca. 20-25 m³
- Belastungen: PAK Fluoranthen und Benzo(a)pyren, Summe 5-PAK, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, MKW (C₁₀-C₂₂)
- Maßnahmenbedarf: gering (ufernahe dünne Schicht)

8 – Fattigsmühle

- Schlammmenge sehr groß mit ca. 1500-1800 m³
- Belastungen: Nickel
- Maßnahmenbedarf: gegeben

9 – Obere Mühle

- Schlammmenge mittel mit ca. 250-350 m³
- Belastungen: PAK Fluoranthen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel, Quecksilber
- Maßnahmenbedarf: gegeben

10 – Hospitalmühle

- Schlammmenge groß mit ca. 600-700 m³
- Belastungen: Blei, Nickel, im Eluat: Phenolindex
- Maßnahmenbedarf: gegeben

Maßnahmen zur Vermeidung, Umlagerung, Verwendung

4. Prüfung der Möglichkeit der Vermeidung

Wasserbauliche Veränderungen im Gewässer, die zu künftig geringeren Schlammablagerungen führen, können an manchen Stellen vorgenommen werden. Es muss aber lokal entschieden werden, ob aktuelle Absetzbereiche als bevorzugte Sedimentationsstellen genutzt oder die Ablagerungen durch hydraulisch wirksame bauliche Veränderungen vermindert werden. Der Weitertransport und die anderweitige Ablagerung entsprechen im Prinzip einer Problemverlagerung. Zum gegenwärtigen Kenntnisstand erscheinen solche Maßnahmen für den Untersuchungsbereich nicht offensichtlich. Bei Rückbaumaßnahmen kann sich die Ablagerung lokal verändern, für die geringen Feinsedimente am Wehr Steinmühle ist das von untergeordneter Bedeutung. Vermutlich werden die Ablagerungen in diesem Fall bevorzugt im Rückstau der Kühnmühle verbleiben.

Eine wichtige allgemeine Maßnahme ist die Verminderung von Sedimenteinträgen. Durch konservierende Bodenbearbeitung und Rückhaltemaßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen einschließlich wirksamer Gewässerrandstreifen kann die Erosion gemindert werden. Die Problematik von Mischwassereinträgen ist zu betrachten. Natürlich ist bringt auch die Regenentwässerung Partikeleinträge in die Saale mit. Gegenwärtig befinden sich Überlegungen zu zulässigen Entlastungsfrachten für abfiltrierbare Stoffe bei Regenwetterabflüssen einschließlich einheitlicher Zielgrößen für Misch- und Trennsysteme in der Erarbeitung von Regelwerken. In dem gegenwärtig gültigen Regelwerke 3 BWK M3 und M7 zur immissionsbezogenen Bewertung von Mischwassereinträgen sind noch keine Zielkriterien für abfiltrierbare Stoffe enthalten.

Eine Reduzierung der Nährstoffbelastung kann die autochthone Produktion und damit auch den Schwebstoffgehalt mindern.

5. Prüfung der Möglichkeit der Umlagerung im Gewässer

Die Umlagerung der Schlammبانke im Gewässer ist aufgrund der Belastung im Vergleich zu den Schwellenwerten der FGG Elbe (2013) bzw. der OGewV zu vermeiden.

6. Prüfung der Verwendung

Eine unmittelbare Verwendung z.B. zur Böschungsprofilierung kommt aus Gründen der Belastung nicht in Frage. Die Schadstoffquelle liegt dann immer noch im Gewässerbereich. Zudem ist die Struktur des Schlammes für einen gewässertypischen Einbau wenig geeignet.

Maßnahmen zur Verwertung

Die folgenden Ausführungen zeigen, dass eine unbehandelte Verwertung des Schlammes kaum möglich sein wird. Der Ansatz zur Verwertung nach LAGA-Boden ist für den Schlamm nicht geeignet, da Baggergut im Sinne der LAGA-Boden maximal 10 Gew.-% der Feinkornfraktion <63 µm enthält. Eine Deponierung des unbehandelten Schlammes wie im Jahr 1989 kommt nicht mehr in Frage, da davon auszugehen ist, dass u.a. der organische Anteil nach den gültigen Verordnungen zu groß ist.

Der Chrom-Gehalt war bei der Entschlammung im Rückstauraum der Fattigsmühle im Jahr 1989 ausschlaggebend für die Entsorgung auf der Deponie Hof. Die in den Absetzbecken entnommenen Proben enthielten eine weiter aufkonzentrierte Belastung mit einem Chromgehalt von 2.200 mg/kg TS. Damit war eine landwirtschaftliche Verwertung entsprechend der damals gültigen Klärschlammverordnung ausgeschlossen (Groh und Zwurtschek 1989). Die Klärschlammverordnung gilt grundsätzlich für Schlamm aus Abwasserbehandlungsanlagen. Nach LfU (2015b) darf Klärschlamm seit dem 1. Juni 2005 nicht mehr auf Deponien aufgebracht werden, sondern nur noch die Rückstände nach Verbrennung. LfU (2015b) formuliert weiterhin: „Aus Gründen des vorsorgenden Umwelt- und Verbraucherschutzes verfolgt Bayern das Ziel, den Klärschlamm nicht mehr in der Landwirtschaft oder im Landschaftsbau zu verwerten.“ Die gültige Klärschlammverordnung (AbfKlärV 1992/2012) verbietet das Aufbringen auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden z.B. bei Belastungen mit Chrom von über 900 mg/kg TS Cr. Dieser Wert wurde im frischen Schlamm im Gewässer an drei Stellen überschritten (Steinmühle, Joditzmühle, Obere Mühle). Eine Aufkonzentrierung im Zuge der Entnahme und Entwässerung ist möglich. Im Jahr 1989 lag der Chromgehalt im Absetzbecken des entnommenen Schlammes um das 1,6fache höher im Vergleich zur damaligen Probe aus dem Gewässer. Nach Bundes-Bodenschutzverordnung (BBodSchV 1999/2012) bestehen Maßnahmewerte für den Pfad Boden-Nutzpflanzen auf Grünland, von denen Arsen im Schlamm an der Joditzmühle sowie Quecksilber bei der WKA Blankenberg, Steinmühle und Joditzmühle zu hoch lagen. Für Ackerflächen sind als Maßnahmewerte für Cadmium in Abhängigkeit der Anbaufrucht 0,04 bzw 0,1 mg/kg TS Cd im Feinboden angegeben. Alle Cadmium-Werte der Schlammproben waren höher, als für Ackerflächen zugelassen.

Der Umgang mit dem entnommenen Schlamm ist behördlich zu prüfen und entsprechend der Entsorgungsmöglichkeiten zu entscheiden. Die wahrscheinlichste Variante ist die Entwässerung und Verbrennung des Schlammes mit anschließender Deponierung der Rückstände.

7. Prüfung der Verwertung von Baggergut als Abfall ohne Behandlung

Der Schlamm ist aufgrund der gewässeruntypischen Struktur im Gewässerbereich z.B. zur Verfüllung nicht wieder einzusetzen.

8. Prüfung der Verwertung von Baggergut als Abfall mit Behandlung

Die Verwertung als Erd- oder Deponiebaustoff kommt aufgrund der Beschaffenheit des Schlammes insbesondere der bodenphysikalischen Eigenschaften nicht in Betracht.

9. Prüfung zur Beseitigung von Baggergut als Abfall ohne Behandlung

Die Entsorgung ohne Behandlung ist nicht geeignet, da z.B. die Kriterien der Deponieverordnung nicht erfüllt werden.

10. Prüfung zur Beseitigung von Baggergut als Abfall mit Behandlung

Die Verbringung auf Deponien nach Vorbehandlung z.B. durch Verbrennung ist ein geeigneter Weg.

5.4.2 Fall 2: Umgang mit naturnahem Grobsediment

Grundlagenerfassung

1. Problemfeststellung und Ableitung der Zielstellung

Die fehlende Durchgängigkeit für Wasserorganismen erfordert wasserbauliche Maßnahmen an den Querbauwerken. Im Untersuchungsgebiet gibt es 10 Wehranlagen, die überwiegend nicht oder nur eingeschränkt passierbar sind. In Verbindung mit wasserbaulichen Veränderungen können Eingriffe in das Gewässersediment notwendig werden. Soweit dies Schlammablagerungen betrifft, ist Fall 1 relevant. Bei Baggereingriffen in naturnahes Grobsediment ist zu prüfen, ob diese Sedimente in natürlicher Weise im Gewässer belassen bzw. bei Sohlveränderungen verwendet werden können. Fall 2 kommt im Rahmen der vorliegenden Studie für die Vorplanung zum Umbau bzw. Rückbau der Wehranlage an der Steinmühle in Hirschberg in Betracht. Ziel ist die Wiederverwendung des entnommenen Grobsedimentes im Rahmen der Baumaßnahme. Das Umlagern im Gewässer stellt allgemein die wirtschaftlichste Variante dar.

2. Konkretisierung erforderlicher Voruntersuchungen

Der erforderliche Eingriff in das naturnahe Grobsediment wurde vorerst nur am Wehr Steinmühle im Rahmen der Umbau- bzw. Rückbauplanung betrachtet. Nach BfG (2000) muss „Baggergut, das umgelagert werden soll und hauptsächlich (> 90%) aus Sand, Kies oder Geröll besteht, nicht weiter untersucht werden, sofern kein Verdacht auf eine Verunreinigung vorliegt oder bei dem aus früheren Untersuchungen keine oder nur geringe Schadstoffbelastungen bekannt sind.“ Untersetzt wird diese Aussage durch BfG (2002) wonach eine Bestimmung chemischer Analysen nicht erforderlich ist, wenn

- ausreichende Informationen aus früheren Untersuchungen (in der Regel nicht älter als 5 Jahre) vorliegen, die belegen, dass das Baggergut keine entsprechenden Kontaminationen enthält oder
- keine aktuellen Belastungsquellen oder auch Altlasten vorliegen oder
- die Sedimente überwiegend grobkörnig sind (Kornanteil >2 mm ist >95 %) und einen geringen Gehalt an organischem Kohlenstoff (TOC-Gehalt < 3 %) aufweisen.

3. Bestandserhebung im Sediment

In der Vorplanung (s. Teil 2 des Berichtes) ergaben sich nur für die Variante des Rückbaus Eingriffe in das Grobsediment. Dabei wird davon ausgegangen, dass ca. 750 m³ entnommen werden und der größere Anteil vor Ort wieder verwendet werden kann. Bei erforderlichen Eingriffen entsprechend der ausgewählten Planvariante sind Betrachtungen zur Möglichkeit der Umlagerung bzw. der Verwendung vor Ort zu konkretisieren.

Maßnahmen zur Vermeidung, Umlagerung, Verwendung

4. Prüfung der Möglichkeit der Vermeidung

Maßnahmen der Vermeidung sind nicht relevant. Kein Rückstauraum war mit Sediment zugesetzt. Offenbar bewirkt die dachförmige Form der festen Wehre, dass trotz der Rückstauräume bei erhöhter Abflussführung ein gewisser Geschiebetransport möglich ist.

5. Prüfung der Möglichkeit der Umlagerung im Gewässer

Eine Umlagerung im Rahmen der Baumaßnahme sollte im nahen Gewässerbereich zumindest anteilig möglich sein.

6. Prüfung der Verwendung

Für die neue Ausbildung des Sohlgefälles bzw. Profilanpassungen könnte das entnommene Material in Abhängigkeit der Bauvariante und der Materialeigenschaften mit verwendet werden.

Maßnahmen zur Verwertung

Durch die direkte Verwendung vor Ort erübrigen sich kostenintensivere Maßnahmen der Verwertung.

5.5 Kostenschätzung

5.5.1 Fall 1: Sedimentmanagement von Schlammablagerungen

Bei der Kostenschätzung handelt es sich um grobe Kostenannahmen auf der Basis bekannter spezifischer Preise und eigener Erfahrungswerte. Für die Konkretisierung sind die Recherche örtlicher Entsorgungswege und die Festlegung des Ablaufs immanent. Um eine Freisetzung und den Weitertransport von partikulär gebundenen Schadstoffen zu minimieren und den Eingriff in Gewässer und Umfeld gering zu halten, wurde die Entnahme mittels schwimmenden Saugbaggerverfahrens als geeignetste Methode angesetzt. Für die bevorzugte Entnahme mittels schwimmenden Saugbaggers wurden keine spezifischen Kosten durch angefragte Firmen bekannt gegeben. Deshalb wurde vorerst ein Preis, ähnlich der Entnahme mittels maschinellen Grabenlöffels angesetzt. Der größte Kostenanteil entsteht durch die Entsorgung. Sollte doch eine landwirtschaftliche Verwertung möglich sein, würden die Kosten deutlich sinken.

Der Ablauf ist folgendermaßen kalkuliert:

- Entnahme mittels schwimmenden Saugbaggers
- Entwässerung
- Transport
- Thermische Behandlung / Verbrennung und Deponierung der Asche

Zur Kostenermittlung wurden Angaben in DWA M362-1 und DWA-M610 verwendet. Das Ergebnis der Kostenschätzung zeigt Tabelle 6. Die Gesamtsumme variiert in erster Linie

mit dem endgültigen Entsorgungsweg. Die Verbrennung macht nach den angesetzten spezifischen Kosten einen Anteil von ca. 52 % an den Gesamtkosten aus. Bezogen auf die sondierte Schlammmenge ergibt sich ein durchschnittlicher spezifischer Preis von 84 €/m³, der in Abhängigkeit der lokalen Menge und des Trockensubstanz-Gehaltes in den einzelnen Rückstauräumen zwischen 45 €/m³ und 152 €/m³ liegt (1000 €/m³ für die sehr kleine Ablagerung WKA Blankenberg).

Im Vergleich zu den Kosten der Entschlammung der Fattigsmühle im Jahr 1989 mit ca. 150.000 DM für 5.000 bis 6.000 m³ (Groh und Zwurtschek 1989) liegt die Kostenschätzung nach heutigen Preisen und durch die andere Entsorgung deutlich höher.

Tabelle 6: Kostenschätzung Entschlammung

Wehranlage	Schlamm- menge	Anfahrt/ Baustellen- einrichtung	Entnahme mittels Saugbag- ger	Entwässe- rung und Transport	Entsorgung / Verwer- tung	Summe*
	[m ³]	[€]	[€]	[€]	[€]	[€]
1 – WKA Blankenberg	2	1.500	18	44	135	2.000
2 – Blumenaumühle	900	1.500	8.100	6153	19.013	41.700
3 – Sparnberger Mühle	50	1.500	450	227	700	3.500
4 – Kühnmühle	800	1.500	7200	13.140	40.600	74.900
5 – Steinmühle	50	1.500	450	645	1.994	5.500
6 – Lamitzmühle	600	1.500	5.400	3.787	11.700	26.900
7 – Joditzmühle	25	1.500	225	345	1.066	3.800
8 – Fattigsmühle	1.800	1.500	16.200	39.103	120.825	213.200
9 – Obere Mühle	350	1.500	3.150	5.409	16.713	32.100
10 – Hospitalmühle	700	1.500	6.300	6.513	20.125	41.300
Gesamt	5.277	15.000	47.493	75.365	232.869	444.900

* Summe gerundet inkl. 10% Unvorhergesehenes und 10% Baunebenkosten

Die detaillierte Auflistung der Kostenberechnung enthält Anlage 6-1.

5.5.2 Fall 2: Umgang mit naturnahem Grobsediment

Die Umlagerung bzw. die Wiederverwendung von entnommenem Grobsediment bei Rückbau des Wehres an der Steinmühle (Variante 1) wird kostenseitig wie folgt eingeschätzt:

- Sedimentmenge 750 m³ (72% direkt vor Ort eingebaut, 28% andernorts)
- Anfahrt / Baustelleneinrichtung bereits in Baumaßnahme enthalten
- Entnahme mittels Grabenlöffel an Trägergerät 6.750 €
- Transport 3.432 €
- Einfacher Wiedereinbau 6.372 €

Daraus ergeben sich geschätzte Gesamtkosten von 17.100 € zzgl. Baustelleneinrichtung, Baunebenkosten und Unvorhergesehenes. Die genaue Kalkulation aller Positionen zum Wehrrückbau ist im Teil 2 des Berichtes dargestellt. Aufgrund des kostengünstigen Einsatzes bleibt der spezifische Preis für die Entnahme und die Wiederverwendung des Grobsedimentes deutlich niedriger.

5.6 Priorisierung der Maßnahmen zur Entschlammung (Fall 1)

Mit einer Nutzwertanalyse wurden verschiedene Faktoren der Wirkung und des Aufwandes der Entschlammungsmaßnahmen gewichtet und bewertet (Tabelle 7). Die Wertung erfolgte als Vergleich zwischen den einzelnen Stauräumen. Das Ergebnis zeigt eine Rangfolge unter Berücksichtigung der betrachteten Faktoren auf. Die effektivsten Eingriffe durch Schlammnahmen sind in den Stauräumen der Hospitalmühle gefolgt von der Fattigsmühle, der Kühnmühle, der Blumenaumühle und der Oberen Mühle zu erreichen.

Tabelle 7: Nutzwertanalyse der Entschlammung

Wehranlage	Verringerung Menge	Senkung der Belastung (Konz. / Anzahl)	Wirkung auf Gewässerstruktur	Kosten	Aufwand/Umsetzbarkeit	Nutzwert	Priorität
Wertigkeit	0,35	0,25	0,1	0,15	0,15		
10 – Hospitalmühle	4	3	4	3	5	3,75	1
8 – Fattigsmühle	5	2	4	1	4	3,4	2
4 – Kühnmühle	4	3	3	2	4	3,35	2
2 – Blumenaumühle	4	4	2	3	2	3,35	2
9 – Obere Mühle	3	4	2	3	4	3,3	2
6 – Lamitzmühle	4	3	2	3	2	3,1	3
3 – Sparnberger Mühle	2	4	2	5	2	2,95	3
7 – Joditzmühle	2	5	1	5	1	2,95	3
5 – Steinmühle	2	3	1	5	3	2,75	3
1 – WKA Blankenberg	1	4	1	5	1	2,35	3

Eine Wiederverschlammung wird sich bei Erhaltung der Wehranlagen nicht vollständig verhindern lassen. Vorsorgende Maßnahmen zur Vermeidung insbesondere zur Verringerung des Eintrags von landwirtschaftlichen und sonstigen Fläche, zur Reduzierung der Nähr- und Schadstoffbelastung sowie zur Verringerung von Mischwassereinträgen können den Aufwand und die Kosten künftiger Entschlammungsmaßnahmen verringern und tragen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Saale bei.

5.7 Sedimentmonitoring

Um die weitere Entwicklung der Belastung und der Schlammablagerungen als Grundlage für das Sedimentmanagement zu verfolgen, wird empfohlen ein regelmäßiges Monitoring durchzuführen. Das Monitoring sollte eine regelmäßige Untersuchung der Schwebstoffe im Freiwasser auf Schadstoffe beinhalten. Für die Bereiche der identifizierten Schlammablagerungen ist eine Beobachtung der Verschlammung in mehrjährigem Rhythmus durchzuführen. Der Schwerpunkt sollte auf den Rückstauräumen mit

hoher Priorität liegen. Mit Sondierungen insbesondere im Anschluss an erfolgte Entschlammungen können die erneute Verschlammung beobachtet und die Wiederholung von Unterhaltungsmaßnahmen festgelegt werden. Der Analysenumfang ist an den Schwellenwerten der FGG Elbe (2013) bzw. der Umweltqualitätsnormen der OGeWV sowie an potenziellen Entsorgungswegen auszurichten.

6 Zusammenfassung

Die Belastung von Sedimenten und deren Bewirtschaftung rücken immer mehr in den Fokus der Gewässerbewirtschaftung. Sedimente sind Lebensraum für Organismen und wirken als Senke und Quelle für Belastungen in den Gewässern, so dass sie gewichtigen Einfluss auf den ökologischen und chemischen Zustand haben. Viele Schadstoffe lagern sich bevorzugt partikulär an und finden sich in den feinen Feststoffen wieder. Der Zielzustand nach EG-Wasserrahmenrichtlinie wird wie in der Sächsischen Saale in vielen Gewässern noch nicht erreicht. Zudem haben sich keine wesentlichen Veränderungen vom ersten zum zweiten Bewirtschaftungszyklus der EG-WRRL ergeben. Der Einfluss der Sedimente wurde bisher kaum berücksichtigt. Die vorliegende Studie zeigt, dass der Gewässerzustand durch gezielte Maßnahmen im Sedimentmanagement positiv beeinflusst werden kann.

Die vorliegende Studie beschäftigte sich mit der Untersuchung von Schlammablagerungen in Rückstauräumen der 10 Wehre in der sächsischen Saale zwischen Hof und der Grenze zu Thüringen. Ausgehend von diesen Untersuchungen wurde ein Konzept zum Sedimentmanagement aufgestellt.

Früher traten erhebliche Probleme mit der Beschaffenheit in der Saale auf, die u.a. zu regelmäßigen Fischsterben und zu Geruchsbelästigungen führten. Durch Maßnahmen der Abwasserreinigung und Niedrigwasseraufhöhung im Sommer verbesserte sich die Situation. Im Rückstau der Wehranlagen kommt es trotzdem zu Ablagerungen von Schlamm. Im Jahr 1989 erfolgte eine Schlammräumung an der Fattigsmühle bei der 5.000 bis 6.000 m³ Schlamm mittels Saugbagger entnommen wurden. Der belastete Schlamm musste anschließend deponiert werden (Groh und Zwurtschek 1989).

Der heutige Zustand steht ebenfalls im öffentlichen Interesse. Keltsch (2014) berichtete von der durchgeführten Untersuchung in der Saale im Jahr 2014 mit dem Artikel „Schadstoffen in der Saale auf der Spur“ in der Frankenpost.

Die untersuchten Rückstauräume enthielten sehr unterschiedliche Schlammablagerungen. Während an der WKA Blankenberg nur eine kleine lokale ufernahe Stelle gefunden wurde, erreichte die größte Menge an der Fattigsmühle ein Schlammvolumen von ca. 1.500 bis 1.800 m³. Die Ablagerungen an der Fattigsmühle befanden sich an den gleichen Stellen wie 1989 aber in geringerer Menge.

Die Schlammablagerungen stellen eine Gefährdung des Gewässerzustandes dar. Nach den Schwellenwerten der FGG Elbe (2013) bzw. den Umweltqualitätsnormen der OGeWV lagen in allen Proben zu hohe Schwermetallgehalte vor. Auch organische Schadstoffe, wie PAK und PCB waren in vielen Proben zu hoch. BTEX und LHKW blie-

ben dagegen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Vorliegende Untersuchungen zu Schwebstoffen im Freiwasser zeigten im Vergleich, dass eine Anreicherung im Sediment bei den meisten Stoffen festzustellen ist. Die Schlammablagerungen stellen somit eine Senke aber durch potenzielle Remobilisierung und Resuspension auch eine Quelle für diese Schadstoffe in der Saale dar.

Das Sedimentmanagementkonzept sieht eine unterschiedliche Vorgehensweise beim Umgang mit naturnahem Grobsediment und den Schlammablagerungen vor. Bei Bedarf des Eingriffes in das natürliche Sediment z.B. im Zuge des geplanten Umbaus oder Rückbaus des Steinmühlenwehrs sollte in der Regel eine kostengünstige Verwendung vor Ort durch Umlagerung oder Einbau möglich sein. Für die Schlammablagerungen sind Entnahmen vorgesehen. Als schonendste Variante für das Gewässer und das Umfeld kommt die Entschlammung mittels schwimmendem Saugbaggerverfahren in Frage. Der höchste Kostenanteil entsteht durch die Entsorgung. Eine unbehandelte Ablagerung auf Deponien, wie im Jahr 1989 durchgeführt, ist vor allem aufgrund des hohen Anteils organischer Stoffe nicht mehr möglich. In der Kostenschätzung wurde deshalb eine thermische Verwertung und anschließende Ablagerung auf Deponien einberechnet.

Für das weitere Vorgehen wurde ein Rangfolge gebildet, die anhand der Verringerung der Menge, der Senkung der Belastung (Konzentration / Anzahl Schadstoffe), der Wirkung auf Gewässerstruktur, der Kosten sowie dem Aufwand bzw. die Umsetzbarkeit bewertet wurde. Als Maßnahmen mit dem höchsten Nutzwert und damit bevorzugter Priorität wurden die Entschlammung an der Hospitalmühle gefolgt von der Fattigsmühle, der Kühnmühle, der Blumenaumühle und der Oberen Mühle identifiziert.

7 Literaturverzeichnis

- AbfKlärV (1992/2012): Klärschlammverordnung. vom 15. April 1992 zuletzt geändert am 24. Februar 2012
- BBodSchV 1999/2012): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12. Juli 1999 (BGBl. I S. 1554), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 31 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212) geändert worden ist
- BfG (2000): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland (HABAB-WSV). 2. überarbeitete Fassung, Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- BfG (2002): Kommentar zur Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland (HABAB-WSV). Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- DepV (2009): Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung - DepV). Stand 27.05.2009 (zuletzt geändert 02.05.2013)
- DWA (2008): Merkblatt DWA-M 362-1, Umgang mit Baggergut, Teil 1: Handlungsempfehlungen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef: DCM Druckcenter Meckenheim.
- DWA (2010): Merkblatt DWA-M 610, Neue Wege der Gewässerunterhaltung - Pflege und Entwicklung von Fließgewässern. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef: Kössinger AG, Schierling.
- DWA (2012): Merkblatt DWA-M525. Sedimentmanagement in Fließgewässern – Grundlagen, Methoden, Fallbeispiele. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef: Druckhaus Köthen.
- FGG Elbe (2013): Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe. Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele. Entwurf zum Stand 25.11.2013
- Hildebrandt, I., Schreiber, B. (2015): Leitfaden zum Umgang mit Sedimenten in Oberflächengewässern, BGD-Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden: AG Flussgebietsgemeinschaft Elbe,.
- GEOVOGT (2015): Aufnahme von Querprofilen der sächsischen Saale. GeoVogt Ingenieure GmbH, Auerbach.
- Groh, D. und Zwurtschek (1989?): Schlammräumung in der Stauhaltung der Fattigsmühle in der Sächsischen Saale, Gewässer I.Ordnung. „40 Jahre - Bund der Flussmeister Bayerns“, S.70-73
- HND (2015): Hochwassernachrichtendienst. Daten zum Pegel Hof, Bayerisches Landesamt für Umwelt, <http://www.hnd.bayern.de/>, 09.06.2015.
- Keltsch, H. (2014): Schadstoffen in der Saale auf der Spur. Frankenpost, 13.06.2014.
- Kranich (2014): Vorstudie zur Aufnahme belasteter Altsedimente. ECOSYSTEM SAXONIA GmbH, AG Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG).
- LAGA (2004): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Abfällen. Teil II: Technische Regeln für die Verwertung, 1.2 Bodenmaterial (TR Boden). Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Stand 05.11.2004
- LfU (2014): Die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Bayern, Aktualisierung der Bestandsaufnahme 2013 – Ergebnisse. Bayerisches Landesamt für Umwelt, Datenstand 12/2013.
- LfU (2015a): Kartendienst Gewässerbewirtschaftung Bayern. Bayerisches Landesamt für Umwelt, <http://www.bis.bayern.de/bis/initParams.do?role=wrri>, Stand 09.06.2015.
- LfU (2015b): Klärschlamm. http://www.lfu.bayern.de/wasser/abwasser_klaerschlamm/index.htm, Stand 19.06.2015
- Pottgießer, T., Sommerhäuser, M. (2008): Erste Überarbeitung Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen.

Schmidt, W. (2015): Wasserrückhalt in landwirtschaftlich genutzten Gebieten. In Jüpner, R., Müller, U. (Hrsg.): Berichtsreihe des Forums zur europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (EG-HWRM-RL). Tagungsband zur 7.Veranstaltung, Band 7, Kaiserslautern: Shaker Verlag.

Studie über das Sedimentmanagement in den Stauräumen der Sächsischen Saale im Landkreis Hof

Teil 2

Variantenvergleich und Konzepterstellung für den Rückbau des Wehres an der Steinmühle in Hirschberg



Flussgebietsgemeinschaft Elbe



**ECOSYSTEM
SAXONIA**
Gesellschaft für
Umweltsysteme mbH

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Telefon: +49 351 47878-0
Telefax: +49 351 47878-78

Angaben zur Auftragsbearbeitung

Auftraggeber: Flussgebietsgemeinschaft Elbe
Geschäftsstelle Magdeburg
Otto-von-Guericke-Str. 5
39104 Magdeburg

Ansprechpartner: Herr Dr. Ollesch
Telefon: 0391/ 581 1331
E-Mail: Gregor.ollesch@fgg-elbe.de

Herr Dr. Lorenz
Telefon: 0921/604-1582
E-Mail: Michael.Lorenz@reg-ofr.bayern.de

Frau Bagehorn
Telefon: 09281/891-233
E-Mail: Verena.Bagehorn@wwa-ho.bayern.de

Auftragsnummer: P144001GB.1435.DD1

Vertrags-Nr. 2013/021

Auftragnehmer: ECOSYSTEM SAXONIA Gesellschaft für Umweltsysteme mbH

Postanschrift: Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Beatrix Clausnitzer
Dipl.-Biol. Johannes Kranich (Projektleiter Gesamtprojekt)



.....
Dipl.-Ing. Beatrix Clausnitzer
(Deponie- und Wasserbau)

Fertigstellungsdatum: 30.06.2015 nach Ergänzung um Ergebnisse Teil 1

Verteiler:	Ecosystem Saxonia	1 Exemplar
	FGG ELBE	1 Exemplar
	Wasserwirtschaftsamt Hof	1 Exemplar

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung und Zielstellung	5
2	Planungsgrundlagen.....	6
3	Vorhandene Situation	7
3.1	Gewässer- und Bauwerksbeschreibung.....	7
3.2	Hydrologische Kenngrößen	10
3.3	Medienbestand	10
3.4	Schutzgebiete	11
4	Variantenbetrachtung	13
4.1	Variante 1 – Komplettrückbau des Wehres, Sohlgleite 1:50	13
4.2	Variante 2 – Teilrückbau des Wehres, Umbau in eine raue Rampe 1:15	15
4.3	Variante 3 – Teilumbau des Wehres in einen Raugerinne-Beckenpass 1:10 ...	16
4.4	Baukosten	17
4.5	Variantengegenüberstellung	19
4.6	Empfehlung einer Vorzugsvariante.....	19
5	Erforderliche Grundlagen für weitere Planungsphasen.....	20

Anlagen

Anlage 1	Topographische Karte mit Kennzeichnung des Standortes M 1:10.000
Anlage 2	Schutzgebiete nach Naturschutzrecht M 1:10.000
Anlage 3	Lagepläne mit Variantendarstellung M 1:250
Anlage 4	Längsschnitte mit Variantendarstellung M 1:250
Anlage 5	Kostenschätzung Baukosten

Abbildungen

Abb. 1:	Einlauf in den Kanal mit Schützenanlage, Zufahrt zum Wehr von Hirschberg	7
Abb. 2:	Blick vom Hängesteg ins Oberwasser	7
Abb. 3:	Bootsanlegestelle im Staubereich.....	8
Abb. 4:	Residenzschloss.....	8

Tabellen

Tabelle 1:	Zusammenstellung der Planungsgrundlagen.....	6
Tabelle 2:	Zusammenstellung der Schutzgebiete.....	11
Tabelle 3:	Zusammenfassung der geschätzten Baukosten	18
Tabelle 4:	Gegenüberstellung der Varianten	19

1 Veranlassung und Zielstellung

Im Gewässerabschnitt der Sächsischen Saale zwischen der oberfränkischen Stadt Hof und dem Grenzübertritt zu Thüringen wurden zwei Wasserkörper (WRRL FWK 5_F024 und F021) definiert, die den guten Zustand als Ziel der Wasserrahmenrichtlinie derzeit verfehlen. Die Sächsische Saale ist im Untersuchungsgebiet ein stellenweise staugeregelter Fluss, die vorhandenen Wehranlagen wurden für die Wasserkraftnutzung errichtet. Die sich in den Stauräumen über Jahrhunderte angesammelten und abgelagerten Sedimente aus Abwässern der Textil- und Porzellanindustrie tragen vermutlich zur gewässerökologischen Degradierung der beiden Wasserkörper bei.

Teil 1 der Studie umfasst die Untersuchungen von Sedimentmenge und Sedimentbelastung mit relevanten Schadstoffen an den zehn Wehren im Untersuchungsbereich. Weiterhin werden Handlungsoptionen für ein Sedimentmanagement unter Berücksichtigung der EU-WRRL und der FFH-Richtlinie erarbeitet und in einem Sedimentmanagementkonzept für diese Flusswasserkörper erläutert.

Der vorliegende Teil 2 der Studie beinhaltet den Variantenvergleich und eine Konzeptstellung für den Rückbau des Wehres an der Steinmühle in Hirschberg. Das Wehr ist gegenwärtig für Organismen nicht durchgängig. Die Wiederherstellung der Passierbarkeit soll mit dem vorliegenden Konzept geplant werden. In die Variantenbetrachtung und die Empfehlung der Vorzugsvariante fließt die Bewertung des Umgangs mit den Sedimenten ein.

Durch ECOSYSTEM SAXONIA werden Planungsunterlagen in Anlehnung an die Objektplanung für Ingenieurbauwerke (Wasserbau) nach §43 HOAI Lph. 1-2 erbracht.

2 Planungsgrundlagen

Die nachfolgend genannten Unterlagen und Abstimmungen stellten die Grundlage für die Erarbeitung der vorliegenden Dokumentation dar.

Tabelle 1: Zusammenstellung der Planungsgrundlagen

1	Angebotsabfrage mit Leistungsbeschreibung	15.10.2013
2	Angebot der ECOSYSTEM SAXONIA	11.12.2013
3	Vertrag 2013/021 zw. FGG Elbe und ECOSYSTEM SAXONIA	20.12.2013
4	2-D Wasserspiegellagenmodellierung	2010
5	Querprofilvermessung für den Abschnitt 14+000 bis 15+800 im Abstand von 200 m, Geländehöhen ü NN, Wasserwirtschaftsamt Hof	06.05.1986
6	Auszüge aus einem Dokument des Wasserwirtschaftsamtes Hof mit Lageplanausschnitt und Bauwerksangaben zum Steinmühlenwehr, Wasserwirtschaftsamt Hof	04/2014
7	Historische Unterlagen zu anderen Wehranlagen am Oberlauf der Saale zum prinzipiellen Wehraufbau, Wasserwirtschaftsamt Hof	04/2014
8	Landkreis Hof (1982): Verordnung über das Landschaftsschutzgebiet „Saale-tal im Gebiet der Stadt Hof und des Landkreises Hof“ vom 25. Januar 1982, zuletzt geändert durch Verordnung	08.11.2001
9	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Abt. Naturschutz und Landschaftspflege (2004): Standard-Datenbogen für das Gebiet Saaletal von Joditz bis Blankenstein und NSG Tannbach bei Mödlareuth DE5536371	12/2004
10	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Abt. Naturschutz und Landschaftspflege (2007): Natura 2000 Bayern – Gebietsbezogene Konkretisierung der Erhaltungsziele für das Gebiet Saaletal von Joditz bis Blankenstein und NSG Tannbach bei Mödlareuth DE5536371	31.12.2007
11	Verordnung über den Naturpark Thüringer Schiefergebirge/Obere Saale	27.07.2009
12	Groh, D. und Zwurtschek: Schlammräumung in der Stauhaltung der Fattigsmühle in der Sächsischen Saale, Gewässer I. Ordnung. „40 Jahre - Bund der Flussmeister Bayerns“, S.70-73	1989 oder später
13	Auskunft Landratsamt Saale-Orla-Kreis, Untere Denkmalschutzbehörde	04.12.2014
14	Auskunft Landratsamt Hof, Untere Denkmalschutzbehörde	01/2015
15	Studie über das Sedimentmanagement in den Stauräumen der Sächsischen Saale im Landkreis Hof, Teil 1, Sedimentsondierung und Mangamentkonzept, Ergebnisse der Untersuchungen an zehn Stauräumen, ECOSYSTEM SAXONIA GmbH Dresden	06/2015

3 Vorhandene Situation

3.1 Gewässer- und Bauwerksbeschreibung

Die Sächsische Saale verläuft als ehemaliger innerdeutscher Grenzfluss zwischen dem Freistaat Bayern und dem Freistaat Thüringen in südöstlich-nordwestliche Richtung. Das Längsgefälle der Saale beträgt zwischen Stat. 14+400 und 15+600 ca. $I = 0,00134$ oder 1,34 ‰ und zwischen Stat. 14+600 und 15+400 ca. $I = 0,00356$ oder 3,56 ‰. Die Saale weist in diesem Bereich eine Gewässerbreite von ca. 30 m auf.

Das Wehr Steinmühle liegt bei Stat. 14+960 in der Sächsischen Saale im Ort Hirschberg. Das ehemalige Ausleitungskraftwerk Steinmühle wurde abgerissen, im Bereich des Mühlkanals befindet sich allerdings noch ein überdeckter Kanal mit Ein- und Auslaufschütze. Beide Schütze sind im Normalfall geschlossen. Eine Hochwasserentlastung über den Kanal kann ausgeschlossen werden. Die frühere Ausleitung betrug max. 8,6 m³/s, was etwa dem 1,2 fachen des Mittelwasserabflusses entspricht. Ggf. kann der Kanal zur Wasserhaltung während der Bauphase genutzt werden. Der Zeitpunkt des Abrisses und Kanalbaus ist nicht bekannt. Seit dem Abriss der Mühle erfolgt der gesamte Abfluss ohne Regulierung über das Wehr. Am Steinmühlenwehr erfolgt keine Nutzung der Wasserkraft zur Energiegewinnung.



Abb. 1: Einlauf in den Kanal mit Schützenanlage, Zufahrt zum Wehr von Hirschberg



Abb. 2: Blick vom Hängesteg ins Oberwasser

Der Staubereich wird touristisch als Bootsbetrieb und von Anglern genutzt. Der Abfluss über das Wehr in den letzten Jahren erfolgte ohne Stauregulierung. Der Staubereich liegt im Naturraum „Am Hag“ und im Verlauf des „Grünen Bandes Thüringen“.



Abb. 3: Bootsanlegestelle im Staubereich



Abb. 4: Residenzschloss

Nach Rücksprache bei den jeweils zuständigen Ämtern in Thüringen und Bayern besteht für die Anlage kein Denkmalschutz.

Das Wehr soll gemäß [6] eine Kronenlänge von ca. 61 m aufweisen. Zur Erstellung von Planungsunterlagen wurde durch ECOSYSTEM SAXONIA der Lageplanausschnitt aus [6] anhand eines Luftbildes ausgerichtet und skaliert. Dabei wurde eine Kronenlänge von 68,5 m ermittelt, die bei der weiteren Planung und Variantenbetrachtung Verwendung fand. Die feste Wehrkrone weist aufbetonierte Schwellen auf, zwischen denen ursprünglich Holzbohlen eingesetzt werden konnten, um den Stau bei Niedrigwasser um max. 0,20 m zu erhöhen. Die Fallhöhe beträgt ca. 1,8 m.

Historische Unterlagen der abstromigen Wehranlage Kühnmühle in ortsüblicher Ausführung weisen eine betonierte Oberfläche der Wehrkrone auf. Der Wehrrücken wurde

durch gesetzte Bruchsteine gesichert, die am unterwasserseitigen Wehrfuß durch zwei Holzpfahlreihen gefasst sind. Daran schließt sich nochmals ein ca. 2 m langer betonierter Abschnitt an. Unter der Befestigung ist vermutlich ein verdichteter Erddamm anzutreffen. Da zur Steinmühle keine derartigen Unterlagen vorliegen, wird für die nachfolgende Konzepterstellung von einer vergleichbaren Bauart ausgegangen.

Für die Höhenlage der Wehrkrone und der Betonschwellen gibt es unterschiedliche Angaben. Höhenangaben (m NN) sind in den Unterlagen von 1932 und 1937 des Wasserwirtschaftsamtes Hof zwar vorhanden, können aber nicht auf das neue System des Bayerischen Landesnivellements oder das Höhensystem DHHN92 (m ü NHN) übernommen werden. Im Sept. 2008 wurden durch das Wasserwirtschaftsamt Hof die folgenden Höhen festgestellt:

OK Wehrkrone = 441,60 m ü NHN

OK Betonschwellen = 442,02 m ü NHN

Diese Höhen werden auch auf einem Lageplanausschnitt, den das Wasserwirtschaftsamt Hof als eingescanntes Dokument zur Verfügung stellen konnte, wiedergegeben.

In dem ebenfalls zur Verfügung gestellten hydronumerischen 2-D-Modell zur Wasserspiegellagenberechnung wurde das Wehr Hirschberg mit einer Kronenhöhe von 441,3 m NN (DHHN12) modelliert. Grundlage für das Modell waren nach Aussage des Wasserwirtschaftsamtes Hof eine stereoskopische Befliegungsauswertung von 1997 sowie händisch vermessene Querprofile. Im Jahr 2010 wurde das Modell im Vorlandbereich mit LaserScan-Daten abgeglichen und nach Erfordernis angepasst. Eine Neuvermessung von Querprofilen oder sonstige Überarbeitung des Flussschlauches fand nicht statt.

Eine örtliche Kontrolle der Höhenlage mittels GNNS-Vermessung durch einen Mitarbeiter des Wasserwirtschaftsamtes Hof ergab eine Einmessung für

OK Wehrkrone = 441,85 m NHN (entspricht 441,875 m NN) und

OK Betonschwelle = 442,20 m NHN (entspricht 442,235 m NN)

und konnte damit leider nicht zur Aufklärung der Höhendifferenzen beitragen.

Aus diesem Grund wird für weitere Planungsphasen eine Neuvermessung des Wehres und seines Umfeldes unter Beachtung der ggf. unterschiedlichen Höhenpegel in den Freistaaten Thüringen und Bayern unbedingt erforderlich.

Für die vorliegende Vorplanung wurde als Arbeitsgrundlage der Lageplanausschnitt aufbereitet und mit den Höhen aus dem 2-D-Modell kombiniert.

Nach Angabe des Wasserwirtschaftsamtes Hof könnten sich Kampfmittel aus dem 2. Weltkrieg bzw. als Folge des gesicherten Grenzverlaufs der DDR im Stauraum befinden, ein konkreter Hinweis besteht allerdings nicht. Entsprechende Vorsichtsmaßnahmen bei Baumaßnahmen am Wehr sind zu beachten.

3.2 Hydrologische Kenngrößen

Die nachfolgend aufgeführten hydrologischen Kenngrößen wurden durch das Wasserwirtschaftsamt Hof zur Verfügung gestellt.

Bis zum Steinmühlenwehr hat die Sächsische Saale ein Einzugsgebiet von ca. 680 km². Für den Pegel Blankenstein-Rosenthal mit einem Einzugsgebiet von 1.013 km² liegt eine Messreihe 1964-1997 vor, aus der über das Einzugsgebiet folgende hydrologischen Kenngrößen für das Steinmühlenwehr umgerechnet wurden:

$$\text{MNQ} = 1,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{MQ} = 7,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{MHQ} = 78,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{HQ}_{100} = 174 \text{ m}^3/\text{s}$$

Im vorliegenden 2-D-Modell für die Saale wurden die Wasserspiegellagen für folgende Abflüsse berechnet:

$$\text{MQ} = 7,07 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{HQ5} = 109,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{HQ10} = 130,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{HQ20} = 151,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{HQ100} = 191,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{HQ200} = 221,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{HQ1000} = 284,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.3 Medienbestand

Der vorhandene Medienbestand wurde im Zuge der Vorplanung noch nicht abgefragt. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich im unmittelbaren Wehrbereich keine Medien befinden. Ein evtl. vorhandener Medienbestand hat auf die Variantenbetrachtung keinen Einfluss, da die Medien bei allen Varianten in gleichem Umfang davon betroffen wären.

3.4 Schutzgebiete

Das von der Maßnahme zum Wehrrückbau betroffene Gebiet befindet sich innerhalb der folgenden Schutzgebiete, siehe auch Anlage 2:

Tabelle 2: Zusammenstellung der Schutzgebiete

<i>Schutzgebiete gem. BNatSchG in Bayern</i>		
LSG Saaletal im Gebiet der Stadt Hof und des Landkreises Hof	LSG 00330.01	2.619,4 ha
<i>Schutzgebiete gem. BNatSchG in Thüringen</i>		
Naturpark Thüringer Schiefergebirge/ Obere Saale		828 km ²
<i>Schutzgebiete nach europäischem Recht in Bayern</i>		
FFH-Gebiet Saaletal von Joditz bis Blankenstein und NSG Tannbach bei Mödlareuth	Gebiets- Nummer: DE5536-371	338 ha

Das NSG „Tannbach bei Mödlareuth“ liegt innerhalb des FFH-Gebietes Saaletal, nicht aber im näheren Umfeld des Wehres Hirschberg, und ist damit nicht von den Baumaßnahmen betroffen.

LSG „Saaletal im Gebiet der Stadt Hof und des Landkreises Hof“

Das Vorhaben liegt innerhalb des LSG „Saaletal im Gebiet der Stadt Hof und des Landkreises Hof“.

Zweck des gem. Verordnung vom 25.Januar.1982 [8] festgesetzten Landschaftsschutzgebietes ist es,

1. das Saaletal in seiner landschaftlichen Vielfalt für die Erholung zu erhalten,
2. die Schönheit, Vielfalt und Eigenart des Landschaftsbildes zu bewahren und
3. die Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes zu gewährleisten und Landschaftsschäden zu verhindern oder zu beheben.

Die Landschaftsverordnung führt in den §§ 3 und 4 Verbote bzw. erlaubnispflichtige Vorhaben auf. Entsprechend der Art des Vorhabens handelt es sich um ein erlaubnispflichtiges Vorhaben gem. § 4(1) Nr. 1 der Landschaftsverordnung („*Errichtung und Änderung von baulichen Anlagen*“). Für das Vorhaben ist in der weiteren Planung die landschaftsrechtliche Erlaubnis einzuholen.

FFH-Gebiet (DE5536-371: „Saaletal von Joditz bis Blankenstein und NSG Tannbach bei Mödlareuth

Das FFH-Gebiet umfasst eine Gesamtfläche von ca. 338 ha. Seine Güte und Bedeutung hat das Gebiet gem. [9] durch das *repräsentative Vorkommen von Silikاتفelsen mit Felsspaltenvegetation, mageren Flachland-Mähwiesen und Fließgewässern sowie durch die gute Vernetzung mit bereits gemeldeten Gebieten.*

Die Erhaltungsziele sind gem. [10] wie folgt definiert:

Erhaltung und Wiederherstellung des Saaletals von Joditz bis Blankenstein mit engen Durchbruchstälern einschließlich naturnaher Fließgewässer, Erhaltung der überregionalen Bedeutung als Verbund und Ausbreitungsachse.

Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit ihrer natürlichen Dynamik. Erhalt bzw. Wiederherstellung unverbauter Fließstrecken. Erhalt bzw. Wiederherstellung der Durchgängigkeit der Fließgewässer für Gewässerorganismen einschließlich der ungehinderten Anbindung von Seitengewässern als wichtige Refugial- und Teillebensräume für Fließgewässerarten. Erhalt bzw. Wiederherstellung von nicht oder nur sehr extensiv genutzten Uferstreifen.

Erhaltung und Wiederherstellung der feuchten Hochstaudenfluren, mageren Flachland-Mähwiesen sowie der Berg-Mähwiesen, Silikاتفelsen mit Felsspaltenvegetation sowie Schlucht und Hangmischwälder.

Für die von der Maßnahme (Vorzugsvariante Rückbau oder andere) ausgehenden Wirkungen (v. a. Flächeninanspruchnahme) ist nicht von vornherein auszuschließen, dass sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten erhebliche Beeinträchtigungen des Europäischen Schutzgebietes hervorrufen könnten. Auf Grund der zu erwartenden Art, Dauer und Intensität der Projektwirkungen ist im Rahmen einer FFH-Verträglichkeitsprüfung zu prüfen, ob das Vorhaben zu erheblichen Beeinträchtigungen der Schutz- und Erhaltungsziele und der maßgeblichen Bestandteile der Europäischen Schutzgebiete innerhalb seines Wirkraumes führen kann.

Mit der Wiederherstellung von unverbauten Fließstrecken und der Durchgängigkeit der Fließgewässer für Gewässerorganismen wirkt die Vorzugslösung (Kompletrückbau) günstig in Übereinstimmung mit den Erhaltungszielen.

Naturpark Thüringer Schiefergebirge/Obere Saale

Der Naturpark umfasst die Gebiete des Thüringer Schiefergebirges mit Teilen des Oberen Saaletals, des Schwarza-Sormitz-Gebietes, des Ostthüringer Schiefergebirge-Vogtlandes, des Plothener Teichgebietes, des Hohen Schiefergebirge-Frankenwaldes und Übergangsbereiche zur Orlasenke. Er hat eine Größe von 828 km². Zweck der Ausweisung des Naturparks ist der Schutz, die Entwicklung und Erschließung des Gebietes als großflächigen Erholungsraum für Menschen und als Lebensraum der heimischen Tier- und Pflanzenarten. In § 2 der Verordnung zum Naturpark [11] werden Schutz- und

Erhaltungsziele genannt. Hinsichtlich des Vorhabens ist das in Absatz (2) aufgeführte Ziel in Nr. 1 d) relevant:

(2) Im Naturpark sollen deshalb mit dem Ziel

1. des Schutzes und der Entwicklung von Natur und Landschaft

d) die naturnahen Fließgewässer einschließlich ihrer Auen- und Retentionsräume als typische Lebensräume der Region geschützt und naturferne Gewässerabschnitte und Auenbereiche revitalisiert werden.

Die vorgesehene Umbaumaßnahme (Vorzugsvariante Rückbau) fördert diese Ziele des Naturparks.

4 Variantenbetrachtung

4.1 Variante 1 – Komplettrückbau des Wehres, Sohlgleite 1:50

Die Variante 1 sieht einen Komplettrückbau des Wehres an der Steinmühle vor. Dabei wird zwischen Stat. 14+947 und Stat. 14+967 auf einer Länge von ca. $l = 20$ m auf gesamter Flussbreite in das Gewässer eingegriffen. Gemäß den vorliegenden Unterlagen weist das Wehr ein Dachprofil auf, welches vollständig abgetragen wird. Im Längsschnitt liegt die Sohle im Oberwasser bei 439,57 m NN und im Unterwasser bei 439,15 m NN, so dass ein Abtrag auf diese Höhen zu einem Längsgefälle von ca. 1:50 führt.

Für die Herstellung einer Sohlgleite erfolgt zusätzlich ein Aushub im Gründungsbereich des Wehrkörpers von ca. 0,50 m, der mit Wasserbausteinen und Sohlsubstrat wieder verfüllt wird, um eine erosionssichere und natürliche Sohle herzustellen. Die Sohlgleite erhält zur Modellierung einer Mittelwasserrinne beidseitig Querneigungen von 2-3 %.

Die sich am linken Ufer befindende Wehrwange wird ebenfalls abgebrochen. Für die Wehrwange am rechten Ufer ist zunächst aufgrund der touristischen Nutzung als Rastplatz ein Verbleib mit Sanierung vorgesehen. Beide Uferbereiche werden aus Gründen der Standsicherheit mittels Steinvorschüttung mit einer Neigung von 1:3 gesichert.

Für die Durchführung ist eine Wasserhaltung, bestehend aus Quer- und Längsfangedämmen, erforderlich, die jeweils wechselseitig aufgebaut wird. In weiteren Planungsphasen sollte geprüft werden, ob der Ausleitkanal für die Wasserhaltung mit hinzugezogen werden kann. Hier sind der bauliche Zustand und evtl. eintretende Schäden an der Bausubstanz der anliegenden Wohngebäude durch länger anhaltenden höheren Wasserstand abzuschätzen. Die Ausführung sollte aufgrund des FFH-Gebietes in Bayern von thüringischer Seite aus erfolgen, die infrastrukturelle Zugänglichkeit ist unabhängig vom Schutzgebiet über den Ort Hirschberg ohnehin deutlich günstiger.

Der Komplettrückbau hat weitreichende Auswirkungen ins Oberwasser, auf den Grundwasserspiegel im Oberwasser sowie den gesamten Wasserkörper. Die Versiegelung der Sohle wird entfernt und der neu geschaffene Sohlabschnitt mit seinen offenen Gewässerstrukturen bietet vielseitigen Lebensraum und das Gewässer ist wieder in jede Richtung für alle Lebewesen durchgängig.

Der gestaute Wasserkörper verschwindet vollständig und kurzfristig mit dem Baufortschritt und dem Rückbau der Wasserhaltung. Die Wasserspiegellage im Oberwasser ist derzeit bei Mittelwasser durch einen Rückstau bis ca. 600 m beeinflusst. Mit Rückbau der Wasserhaltung wird dieser abgebaut und die Wasserspiegellage bei Mittel- und Niedrigwasser vom Aufstau an der Kühnmühle bei Stat. 14+300 beeinflusst. Die um ca. 0,80 bis 1,00 m absinkende Wasserspiegellage (Angabe ohne Berechnung, Abschätzung aufgrund des Sohlverlaufes) wird sich mittelfristig auf den Grundwasserspiegel im Oberwasser auswirken und zu dessen Absenkung führen. Dies kann sich negativ auf die Vegetation am Ufer auswirken, die sich aber langfristig gesehen wieder erholen und erneuern sollte. Hier ist in einer FFH-Vorprüfung zu untersuchen, wie der ggf. entstehende Schaden zu bewerten ist und in welchem Verhältnis er zur Verbesserung der Gewässersituation durch Herstellung eines durchgehenden Fließabschnittes steht, welche den definierten Erhaltungszielen für das FFH-Gebiet entspricht.

Die im Juni 2014 erfolgte Sedimentsondierung und Beprobung mit anschließender Analyse ergab, dass im Stauraum neben hauptsächlich natürlichen grobkörnigen Sedimenten Feinsedimente und Schlamm in nur geringer Menge (ca. 40 - 50 m³) angetroffen wurde. Diese Situation entsprach nicht den erwarteten belasteten Schlammengen. Im Bereich des Hauptstromes auch bis zum Wehrkörper lag nahezu keine Auflagerung von Feinsediment vor. Im ufernahen Bereich wurden geringe Mengen von lokal bis zu 10 cm Schlammstärke gefunden. Diese Schlämme ergeben bezogen auf den Stauraum keine relevanten Mengen.

Für die analytische Untersuchung der vorgefundenen Sedimente werden die Feinkornanteile separiert. Diese Untersuchungen ergaben verschiedenste Belastungen im Vergleich zu den LAGA-Boden-Zuordnungskriterien und den Schwellenwerten der Flussgebietsgemeinschaft Elbe für Schwebstoffe und Sedimente. Überschreitungen der Zielwerte lagen insbesondere für Schwermetalle, PAK und PCB vor. Die Zuordnung nach LAGA entspricht der Klasse > Z2. Das heißt, bei Entnahme der Sedimente ist eine Entsorgung auf entsprechend zugelassenen Deponien erforderlich, soweit eine Aufbereitung nicht vorgesehen ist. Es zeigte sich also, dass zwar keine großen Schlammengen abgelagert, die Sedimente aber belastet sind. Vorliegende Schwebstoff-Untersuchungen von 2012 und 2013 weisen ebenfalls auf erhöhte Belastungen hin.

Für den Rückstaubereich des Wehres Steinmühle bedeuten die Ergebnisse der Sondierung, dass eine vorsorgliche Entschlammung aufgrund der quantitativen Geringfügigkeit nicht praktikabel und nicht effektiv ist. Da es aber durch den Wehrrückbau und die damit verbundene veränderte Gewässerdynamik zu einer Sedimentmobilisierung und einem Sedimenttransport ins Unterwasser kommt, müssen die Sedimente im Stauraum im Zuge der Baumaßnahme entnommen und fachgerecht entsorgt werden. Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass das grobkörnige Sohlsubstrat im Unterwasser nicht belastet ist und für einen Wiedereinbau im Baufeld verwendet bzw. Überschussmassen einer Verwertung zugeführt werden können.

Der neue Gewässerabschnitt sollte in die regelmäßige Gewässerunterhaltung einbezogen werden. Ein besonderer Aufwand entsteht nicht.

In Kap. 4.5 werden alle betrachteten Varianten gegenübergestellt und bewertet.

4.2 Variante 2 – Teilrückbau des Wehres, Umbau in eine raue Rampe 1:15

Bei Variante 2 erfolgt ein oberflächennaher Teilrückbau des Wehres auf der gesamten Wehrbreite und Aufbau einer rauen Rampe mit einer Neigung von 1:15. Dabei wird zwischen Stat. 14+920 und Stat. 14+963 auf einer Länge von ca. $l = 43$ m in das Gewässer eingegriffen.

Die Wehrbefestigung, bestehend aus Beton und gesetzten Bruchsteinen, wird abgebrochen und der darunter liegende, vermutlich aus Erdstoff bestehende Wehrkörper wird soweit abgetragen, dass eine raue Rampe mit einer Schichtdicke von 0,80 m aufgebaut werden kann. Diese besteht aus Steinreihen mit Wasserbausteinen der Kantenlänge um ca. 0,80 bis 1,00 m sowie dazwischen angeordneten kleineren Wasserbausteinen, die geschüttet und nachgepackt bzw. gesetzt werden. Die hydraulische Bemessung der Steingrößen für eine erosionssichere Lagerung wurde in dieser Planungsphase noch nicht durchgeführt. Analog zu Variante 1 werden Querneigungen angeordnet, um eine Mittelwasserrinne ausbilden zu können, die bei mittleren und niedrigen Abflüssen das Wasser auf einer begrenzten Breite zusammenfasst. Der Auslauf der Mittelwasserrinne im Unterwasser liegt um ca. 0,50 m tiefer als die Bestandssohle, um auch bei niedrigen Abflüssen eine Lockströmung für die Fischpassage zu erzielen. Da der oberwasserseitige Einlauf zur Rampe aufgrund der Ausbildung als unregelmäßige Steinreihe etwas niedriger liegt als die frühere Wehrkrone, wird vermutlich der Oberwasserspiegel geringfügig absinken. Die Auswirkungen sind vernachlässigbar, es könnte ihnen aber auch durch ein Höhersetzen der Steinschwelle entgegen gewirkt werden.

Die beidseitigen Wehrwangen aus z. T. Natursteinmauerwerk bleiben nach jetzigem Kenntnisstand erhalten und werden saniert. Ein Abbruch der linken Wehrwange ist zur Minimierung des Eingriffs in das FFH-Gebiet zunächst nicht vorgesehen. Sollten hier in weiteren Erkundungs- und Planungsphasen Standsicherheitsmängel erkennbar sein, ist ein Rückbau der Wehrwange und Profilierung mit Sicherung der entstehenden Böschung vorzusehen.

Für die Durchführung des Wehrrumbaus ist eine Wasserhaltung, bestehend aus Quer- und Längsfangedämmen erforderlich, die jeweils wechselseitig aufgebaut wird. Auch bei dieser Variante sollte geprüft werden, ob der Ausleitkanal für die Wasserhaltung mit hinzugezogen werden kann. Die Ausführung erfolgt ebenfalls aufgrund der besseren Zugänglichkeit über den Ort Hirschberg von thüringischer Seite aus. Ein Betreten der linken Uferseite kann reduziert bis ausgeschlossen werden.

Durch Variante 2 mit der ebenfalls aufgebrochenen Sohlversiegelung und des reduzierten Längsgefälles würde die ökologische Durchgängigkeit des Gewässers für Fische und Makrozoobenthos deutlich verbessert werden. Dies wirkt sich positiv auf die Gewässersituation und die definierten Erhaltungsziele für das FFH-Gebiet aus. Mit der Längsneigung von 1:15 wurde ein Mindeststandard eingehalten, die Umsetzung eines

flacheren Gefälles ist ebenfalls realisierbar, wirkt sich aber kosten- und eingriffsseitig ungünstiger aus.

Im Gegensatz zum Komplettrückbau hat ein Wehrrückbau allerdings kaum Auswirkungen ins Oberwasser. Der Grundwasserspiegel im Oberwasser sowie der gestaute Wasserkörper bleiben erhalten. Die sich darauf eingestellte Vegetation könnte sich nach der kurzzeitigen Beeinträchtigung während der Bauphase ungestört weiterentwickeln. Die gewässertypspezifische Fließdynamik bleibt durch den Rückstaubereich gestört.

Da bei Variante 2 in den Stauraum und den gestauten Wasserkörper nicht eingegriffen wird, stellt sich hier die Frage der Sedimentmobilisierung und –verfrachtung nicht. Es sollte allerdings geprüft werden, ob im Zuge der Baumaßnahme und der damit einhergehenden Beeinträchtigungen eine Sedimententnahme erfolgen sollte. Da eine evtl. Sedimententnahme für den teilweisen Rückbau des Wehres nicht relevant ist, wurden deren Kosten nicht in die Kostenschätzung aufgenommen.

Durch die raue Oberflächenstruktur kann Treibgut (Äste, Abfall) hängen bleiben. Diese Ablagerungen behindern im Regelfall den Abfluss nicht, da ausreichend Abflussbreite im Wehrbereich zur Verfügung steht, bzw. sie werden bei größeren Abflüssen durch das Gewässer selbst beräumt. Ein besonderer Wartungsaufwand für die raue Rampe, der den Rahmen einer regelmäßigen Gewässerunterhaltung übersteigt, besteht nur, wenn es zu vermehrter Ansammlung von Abfall kommen sollte.

In Kap. 4.5 werden alle betrachteten Varianten gegenübergestellt und bewertet.

4.3 Variante 3 – Teilumbau des Wehres in einen Raugerinne-Beckenpass 1:10

Als Variante 3 wird ein Teilumbau des Wehres in einen Raugerinne-Beckenpass betrachtet. Dabei soll auf einer Breite von max. 20 m die feste Wehrschwelle um ca. 1,10 m zurückgebaut, eine ca. 40 m lange Ort betonwand als Trennwand zum verbleibenden Wehrkörper errichtet und im verbleibenden Abflussquerschnitt von max. 18 m eine 0,80 m dicke Steinpackung/Steinschüttung eingebaut werden. Auf der Wehrseite erfolgt der Anschluss des Wehrkörpers an die Trennwand durch Pflasterung, im Unterwasser durch eine Steinschüttung. Für den Teilumbau wird auf einer Länge von ca. $l = 35$ m zwischen Stat. 14+930 und Stat. 14+965 in das Gewässer eingegriffen.

Ein Abbruch der linken Wehrwange ist zur Minimierung des Eingriffes im Gewässerrandbereich nicht vorgesehen, aber aus Standsicherheitsgründen zu prüfen. Die Oberfläche des verbleibenden Wehrkörpers erfährt eine Sanierung mit Säuberung/Neuverfugung der Bruchsteine und ggf. Ergänzung durch neues Sohlpflaster. In diesem Zuge könnten die nicht mehr benötigten Betonansätze entfernt werden.

Der Fischpass wird auf der linken Gewässerseite angeordnet, da zum einen der Stromstrich nach der starken Linkskurve im Oberwasser zu dieser Seite tendiert, zum anderen der verbleibende Ausleitungskanal am rechten Ufer hinderlich wäre. Die Anordnung des Fischeaufstieges im Schutze des FFH-Gebietes auf bayrischer Seite wurde der touristischen Nutzung und verstärkten Anziehung durch Angler auf der thüringischen Seite

vorgezogen. Damit ergibt sich allerdings auch eine nachteilige erschwerte Zugänglichkeit der Aufstiegsanlage für Kontroll- und Wartungsaufgaben.

Der Raugerinne-Beckenpass erhält ein Längsgefälle von 1:10. Zum Erzielen einer guten Lockströmung wird der Einlauf an der Wehrkrone ca. 0,30 m tiefer angeordnet und auch der Auslauf im Unterwasser liegt ca. 0,50 m unter der vorhandenen Sohle. Für eine detaillierte Planung der Beckenstruktur der Aufstiegsanlage in Abhängigkeit der vorhandenen bzw. wieder anzusiedelnden Fischarten sind weitere Planungsphasen vorzusehen.

Für die Durchführung des Teilumbaus ist eine Wasserhaltung, bestehend aus Quer- und Längsfangedämmen erforderlich. Der Zugang erfolgt vom Unterwasser und aufgrund der besseren infrastrukturellen Verhältnisse über den Ort Hirschberg aus. Ein Betreten der linken Uferseite für die Bauausführung wird trotzdem in geringem Umfang erforderlich werden.

Die vorhandene Sohlversiegelung mit dem unüberwindbaren Wehrrücken bleibt zwar zu ca. 2/3 der Abflussbreite bestehen, eine ökologische Durchgängigkeit des Gewässers für Fische und Makrozoobenthos wird durch Variante 3 aber trotzdem erzielt und damit ein Teil der definierten Erhaltungsziele für das FFH-Gebiet und die Forderung der EG-WRRL diesbezüglich erreicht. Mit der Längsneigung von 1:10 wurde eine Mindestanforderung eingehalten, die Umsetzung eines flacheren Gefälles ist ebenfalls realisierbar, wirkt sich aber kosten- und eingriffsseitig ungünstiger aus.

Im Gegensatz zum Komplettrückbau hat der Teilumbau keine Auswirkungen ins Oberwasser. Der Grundwasserspiegel im Oberwasser sowie der gestaute Wasserkörper bleiben erhalten. Die sich darauf eingestellte Vegetation könnte sich nach der kurzzeitigen Beeinträchtigung während der Bauphase ungestört weiter entwickeln. Eine gewässertypspezifische Fließdynamik wird auch bei dieser Variante nicht erreicht.

Da bei Variante 3 ebenfalls nicht in den Stauraum und den gestauten Wasserkörper eingegriffen wird, stellt sich auch hier nicht die Frage der Sedimentmobilisierung und –verfrachtung. Es sollte allerdings auch hier geprüft werden, ob im Zuge der Baumaßnahme und der damit einhergehenden Beeinträchtigungen eine Sedimententnahme erfolgen sollte. Da eine evtl. Sedimententnahme für den Teilumbau des Wehres nicht relevant ist, wurden deren Kosten nicht in die Kostenschätzung aufgenommen.

In Kap. 4.5 werden alle betrachteten Varianten gegenübergestellt und bewertet.

4.4 Baukosten

Für die drei Varianten wurden die Baukosten geschätzt, siehe Anlage 5.

Für die Kostengliederung wurde die DIN 276 herangezogen.

Die Mengenermittlung erfolgte aufgrund der Unsicherheiten der genauen Abmessungen der Wehranlage unter dem Ansatz eines 10 %igen Aufschlages.

Im Hinblick auf die Preissteigerungen der Baukosten der letzten Jahre wurde ein Preisindex von 10 % für alle Einheitspreise angesetzt.

Nach einer Beprobung des Wehrmaterials nach LAGA können differenzierte Aussagen zur Verwertung und Entsorgung des Materials und der damit verbundenen Kosten getroffen werden.

In nachfolgender Tabelle sind die Ergebnisse zusammengefasst:

Tabelle 3: Zusammenfassung der geschätzten Baukosten

Varianten zum Wehrrückbau		Baukosten (gerundet)	
		netto [EUR]	brutto [EUR]
1	Kompletrückbau	223.000	265.000
2	Teiltrückbau, Raue Rampe	230.000	274.000
3	Teilumbau, Raugerinne-Beckenpass	201.000	239.000

Die abgeschätzten Baunebenkosten umfassen die Leistungen für Objektplanung, Tragwerksplanung, Baugrund-/Bauwerkserkundungen, Vermessung, naturschutzfachliche Untersuchungen/Planungen sowie Kosten für die örtliche Bauüberwachung und weisen bei allen Varianten einen ähnlich Betrag in Höhe von 47.000 und 50.000 EUR netto auf.

4.5 Variantengegenüberstellung

Tabelle 4: Gegenüberstellung der Varianten

Bewertungskriterium		Var. 1	Var. 2	Var. 3
		Komplettrückbau des Wehres	Teiltrückbau des Wehres, Umbau in raue Rampe	Teilumbau in Raugerinne-Beckenpass
1	Eingriff in das Gewässer			
	räumlicher Umfang	-	---	-
	zeitlicher Umfang	-	---	---
2	Rückbau der Versiegelung der Sohle	+++	++	+
3	Eingriff in das Umfeld/ Gewässerrandbereiche	--	-	--
4	Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit	+++	++	++
5	Beeinflussung des gestauten Wasserkörpers	+++	0	0
6	Einfluss auf Gewässerdynamik	+++	0	0
7	Sedimententnahme aus dem Stauraum erforderlich	-	0	0
8	Auswirkung auf den Grundwasserstand im Oberwasser	--	0	0
9	Baukosten	--	--	-
10	Unterhaltungsaufwand	++	-	--
Zusammenfassung		5+	6-	6-

+ ... positiv; - ... negativ; 0 ... keine Beeinflussung/ Auswirkung

Bei allen drei Varianten kann davon ausgegangen werden, dass sie bautechnisch/technologisch durch einen qualifizierten Wasserbau-Fachbetrieb realisierbar sind.

4.6 Empfehlung einer Vorzugsvariante

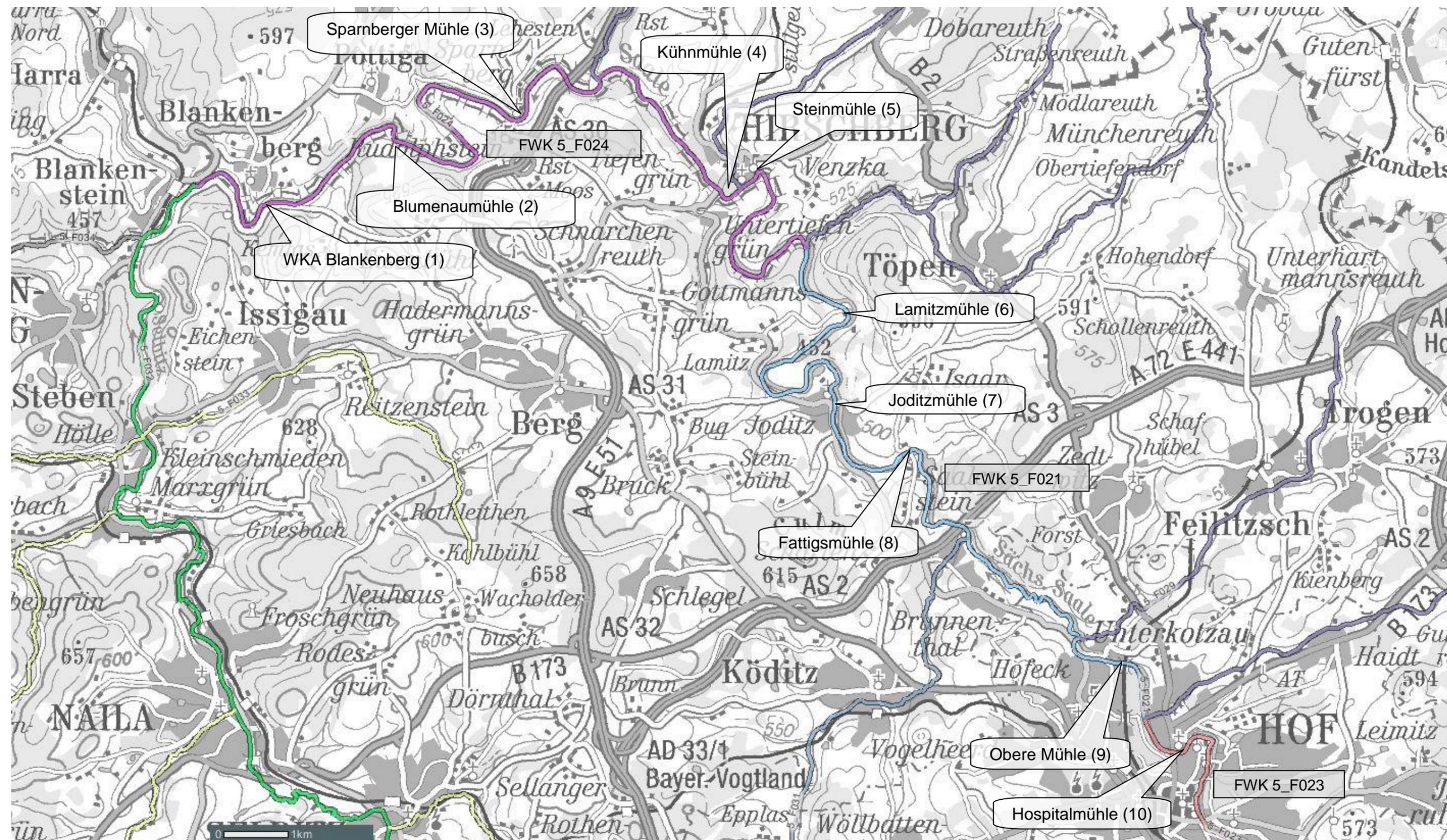
Nach der in Kap. 4.1 bis 4.5 erfolgten Beschreibung und Gegenüberstellung der einzelnen Varianten mit ihren Vor- und Nachteilen wird die Variante 1 – Komplettrückbau als Vorzugslösung empfohlen.

5 Erforderliche Grundlagen für weitere Planungsphasen

Die weitere Bearbeitung der Vorzugsvariante im Sinne einer Entwurfsplanung erfordert weitere Schritte:

- FFH-Vorprüfung der Maßnahme,
- Entwurfsvermessung mit Erstellung eines digitalen Geländemodells (3-D-Modell) für das Wehr mit seinem Umfeld,
- Medienabfrage,
- Probenahme/Bohrung im Bereich des Wehrkörpers zur Ermittlung des Aufbaus und der möglichen Schadstoffbelastung der einzelnen Materialien,
- Bauwerksuntersuchung mit Bohrung im Bereich der Wehrwangen zur Klärung des Aufbaus und der Standsicherheit,
- Sichtung der ALK-Daten,
- Gespräche mit den Grundstückseigentümern/Anliegern,
- Untersuchung Ausleitkanal hinsichtlich einer Beschickung und deren Folgen auf die Bausubstanz des Kanals und der angrenzenden Wohnbebauung im Zuge der Wasserhaltung.

Anlage 1: Übersichtskarte



Kartengrundlage: Kartendienst Gewässerbewirtschaftung: <http://www.bis.bayern.de/bis/initParams.do?role=wrrl>
Herausgeber: © Bayerisches Landesamt für Umwelt
Fachdaten (Verlauf FWK): © Bayerisches Landesamt für Umwelt
Geobasisdaten: Topografische Karte © Bayerische Vermessungsverwaltung

Parameter	Einheit												FGG-Elbe (2013)	FGG-Elbe (2013)	OGewV	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	Deponievor- rdnung	Deponievor- rdnung	Deponievor- rdnung	Deponievor- rdnung	
Messstelle/Wehr		1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	Schwelle rate	Oberer	UQN	Zuordnungsk riterien							Zuordnungs- werte (s)				
Probenbez.		2-1	2	3	4	1-1	1-2	6	3-1	8	9	10	Unterer	Oberer	Schwebstoff / Sediment	Z0	Z0	Z0	Z0	Z1	Z1	Z2	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Labor-Nr.		0836/14	0411/15	0412/15	0413/15	0834/14	0835/14	0414/15	0837/14	0390/15	0391/15	0392/15				Sand	Lehm/ Schluff	Ton	Misch- substr.								
Probenahme		12.06.2014	20.04.2015	20.04.2015	20.04.2015	12.06.2014	12.06.2014	20.04.2015	12.06.2014	13.04.2015	13.04.2015	13.04.2015															
Feststoff-Untersuchungen																											
Trockenmasse	% FM	53,9	16,9	11,2	40,6	24,3	39,5	15,6	34,1	53,7	38,2	23,0															
EOX	mg/kg TS	< 0,45	5,9	5,9	2,8	2,5	< 0,7	5,9	< 0,75	0,82	2,3	5,2				1	1	1	1	3	10	-	-	-	-		
extrah. lipophile Stoffe	% TM	< 0,45	0,58	1,1	2,8	3,5	1,6	0,79	2,8	< 0,40	< 0,40	< 0,40										0,1	0,4	0,8	4		
Cyanide, ges.	mg/kg TS	< 0,40	0,60	1,22	0,48	3,6	0,415	0,42	1,21	< 0,40	< 0,40	1,16							3	10							
MKW (C ₁₀ -C ₂₂)	mg/kg TS	430	130	210	200	3100	690	220	3600	< 80	< 100	< 100				100	100	100	200	300	1000	(500)	-	-	-	-	
MKW (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg TS	76	1300	2200	950	780	98	1400	630	430	1300	1100						400	600	2000	(500)	-	-	-	-		
BTEX																											
Benzol	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Toluol	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
m,p-Xylol	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
BTEX-Summe	mg/kg TS	n.b.	n. b.	n. b.	n. b.	-	-	-	1	1	1	1	1	1	6	-	-	-	-								
LHKW																											
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Bromdichlormethan	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Dibromdichlormethan	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Tribrommethan	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
Monochlorethen	mg/kg TS	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,20	< 0,10	< 0,050	< 0,10	< 0,050	< 0,050	< 0,050															
LHKW-Summe	mg/kg TS	n.b.	n. b.	n. b.	n. b.	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-									
PAK (nach EPA)																											
Naphthalin	mg/kg TS	0,013	0,0077	0,023	0,073	0,013	0,0067	0,015	0,012	0,0012	0,0036	0,0032															
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,008	0,014	0,019	0,012	0,034	0,0045	0,014	0,049	0,0018	0,0045	0,0013															
Acenaphthen	mg/kg TS	0,034	0,012	0,016	0,019	0,052	0,0045	0,013	0,042	0,0019	0,011	0,0017															
Fluoren	mg/kg TS	0,032	0,022	0,023	0,025	0,059	0,0051	0,021	0,048	0,0031	0,015	0,0034															
Phenanthren	mg/kg TS	0,41	0,2	0,23	0,31	0,40	0,076	0,19	0,78	0,04	0,14	0,033															
Anthracen	mg/kg TS	0,12	0,068	0,054	0,073	0,13	0,017	0,057	0,22	0,0097	0,029	0,0082	0,03	0,31	-												
Fluoranthren	mg/kg TS	1,3	0,48	0,67	0,97	1,3	0,19	0,58	2,3	0,11	0,32	0,085	-	0,18	-												
Pyren	mg/kg TS	0,92	0,37	0,54	0,74	1,1	0,15	0,45	1,9	0,086	0,26	0,066															
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,66	0,24	0,32	0,46	0,7	0,098	0,31	1,4	0,058	0,17	0,055															
Chrysen	mg/kg TS	0,62	0,25	0,37	0,49	0,83	0,13	0,34	1,5	0,067	0,19	0,058															
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,78	0,3	0,54	0,61	1,1	0,2	0,46	2,3	0,11	0,25	0,081															
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,26	0,1	0,19	0,22	0,46	0,092	0,14	0,83	0,04	0,09	0,03															
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,5	0,21	0,34	0,44	0,79	0,13	0,31	1,6	0,075	0,17	0,053	0,01	0,6	-	0,3	0,3	0,3	0,6	0,9	3	-	-	-	-		
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,26	0,15	0,27	0,32	0,40	0,082	0,22	0,97	0,05	0,097	0,026															
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,076	0,043	0,077	0,092	0,12	0,021	0,063	0,25	0,016	0,029	0,011															
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,25	0,13	0,26	0,28	0,41	0,092	0,2	1,1	0,051	0,093	0,032															
PAK (nach EPA)-Summe	mg/kg TS	6,24	2,60	3,94	5,13	7,90	1,30	3,38	15,30	0,72	1,87	0,55	-	-	-	3	3	3	3	3 (9)	30	30	-	-	-	-	
Σ 5 PAK °	mg/kg TS	2,05	0,89	1,6	1,87	3,16	0,596	1,33	6,8	0,325	0,7	0,222	0,6	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PCB (6 Congerene)																											
2,4,4'-Trichlorbiphenyl	mg/kg TS	< 0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,020	< 0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,00004	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl	mg/kg TS	0,013	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	0,047	< 0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,0001	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl	mg/kg TS	0,22	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	0,03	< 0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,00054	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl	mg/kg TS	0,44	< 0,01	< 0,01	0,012	0,031	< 0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,001	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	mg/kg TS	0,39	< 0,01	< 0,01	0,014	0,037	< 0,010	< 0,01	0,011	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,0015	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl	mg/kg TS	0,27	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,020	< 0,010	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	0,00044	0,02	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PCB (6 Congerene)-Summe	mg/kg TS	1,333	n. b.	n. b.	0,026	0,145	n. b.	n. b.	0,011	n. b.</																	

Parameter	Einheit											FGG-Elbe (2013)	FGG-Elbe (2013)	OGewV	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	LAGA Boden	Deponieverordnung	Deponieverordnung	Deponieverordnung	Deponieverordnung		
		1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	Schwellenwerte		UQN	Zuordnungskriterien											
Messstelle/Wehr		1	2	3	4	5	5	6	7	8	9	10	Unterer	Oberer	Schwebstoff / Sediment	Z0	Z0	Z0	Z0	Z1	Z1	Z2	DK 0	DK I	DK II	DK III	
Probenbez.		2-1	2	3	4	1-1	1-2	6	3-1	8	9	10				Sand	Lehm / Schluff	Ton	Misch-substr.								
Labor-Nr.		0836/14	0411/15	0412/15	0413/15	0834/14	0835/14	0414/15	0837/14	0390/15	0391/15	0392/15															
Probenahme		12.06.2014	20.04.2015	20.04.2015	20.04.2015	12.06.2014	12.06.2014	20.04.2015	12.06.2014	13.04.2015	13.04.2015	13.04.2015															
Bodenchem. Untersuchungen: Eluat																				Z1.1	Z1.2						
pH-Wert	-	4,9	6,9	6,9	7,0	3,3	3,3	6,7	5,6	7,0	6,9	7,0	-	-	-	6,5-9,0				6,5-9,5	6-12	5,5-12	5,5 - 13	5,5 - 13	5,5 - 13	4 - 13	
el. Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm	1680	390	440	197	2660	2750	510	1490	156	107	540	-	-	-	250				250	1500	2000	-	-	-	-	
wasserlöslicher Anteil	M%	0,011	0,032	0,038	0,033	0,022	0,029	0,032	0,014	0,011	0,009	0,041															
Filtrattrockenrückstand	mg/L	110	320	380	330	220	290	320	140	110	90	410	-	-	-					-	-	-	400	3000	6000	10000	
TOC	mg/L	1,8	13,5	16,2	10,1	15,8	29,8	18,8	4,6	2,76	5,81	66,4	-	-	-					-	-	-	50	50	80	100	
AOX	mg/L	<0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,04															
Chlorid	mg/L	8	21,2	26,4	9,8	22,3	15	25,8	16,7	<5	<5	8,5	-	-	-	30				30	50	100	80	1500	1500	2500	
Sulfat	mg/L	<10	32	19	11	<10	<10	20	29	23	<10	<10	-	-	-	20				20	50	200	100	2000	2000	5000	
Fluorid	mg/L	<0,2	<0,2	<0,2	0,21	0,25	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2															
Ammonium-N	mg/L	0,57	11,9	11,8	3,29	3,68	4,89	18,3	0,07	0,96	1,62	12,9															
Nitrit-N	mg/L	0,095	0,008	0,007	<0,003	0,004	0,004	<0,003	0,009	0,003	<0,003	0,003															
Cyanide, gesamt	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	0,005				0,005	0,01	0,02	-	-	-	-	
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-	-	?				?	?	?	0,01	0,1	0,5	1	
Phenolindex	mg/L	<0,005	0,009	0,013	0,007	0,006	0,067	0,01	<0,005	0,013	0,012	0,26	-	-	-	0,02				0,02	0,04	0,1	0,1	0,2	50	100	
Arsen	mg/L	<0,01	0,014	0,034	0,055	0,081	0,091	<0,01	0,026	<0,01	0,023	0,055	-	-	-	0,014				0,014	0,02	0,06	0,05	0,2	0,2	2,5	
Blei	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	0,04				0,04	0,08	0,2	0,05	0,2	1	5	
Cadmium	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	0,0015				0,0015	0,003	0,006	0,004	0,05	0,1	0,5	
Chrom	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,16	0,081	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	-	-	-	0,0125				0,0125	0,025	0,06	0,05	0,3	1	7	
Chrom (VI)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02															
Kupfer	mg/L	<0,01	0,012	<0,01	<0,01	0,019	0,023	<0,01	<0,01	0,011	0,01	0,014	-	-	-	0,02				0,02	0,06	0,1	0,2	1	5	10	
Quecksilber	µg/L	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,32	0,21	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	-	-	0,5				0,5	1	2	0,001	0,005	0,02	0,2	
Nickel	mg/L	<0,01	0,015	0,013	<0,01	0,011	0,024	0,014	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-	-	0,015				0,015	0,02	0,07	0,04	0,2	1	4	
Thallium	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	<1				1	3	5	-	-	-	-	
Zink	mg/L	<0,01	0,034	0,011	0,047	0,043	0,088	0,058	<0,01	0,041	0,023	0,022	-	-	-	0,15				0,15	0,2	0,6	0,4	2	5	20	

n.b.= nicht bestimmbar

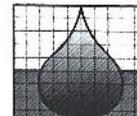
° 5 PAK, d.h.: Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylene, Indeno(1,2,3-cd)-pyren

LAGA (2014) TR Boden Zuordnungsclassen
 Wert unterstrichen (bei Chrom): **999** kein Einbau mehr möglich (> Z2), Deponieentsorgung
 Wert unterstrichen: **999** kein Einbau mehr möglich (> Z2), Deponieentsorgung

FGG Elbe (2013) - Schwellenwerte
 Unterer Schwellenwert kleiner als Bestimmungsgrenze (Überschreitung Unterer Schwellenwert nicht auszuschließen)
 Unterer Schwellenwert (schärfste Anforderung) wird eingehalten
 Unterer Schwellenwert wird überschritten (bei Fluoranthen nicht definiert)
 Oberer Schwellenwert wird überschritten

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: 11.6.2014 Uhrzeit: 12³⁰-15¹⁵ Proben-Nr. 1 (2-1)
 Objekt: WKA Blaschberg/Saale Auftr.geb.: FGG Elbe
 Bezeichnung des Aufschlusses: Sediment / Schwan sonst. Nr.
 Lage: RW 4480118 5584928
 Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)
 Ekmangreifer Bohrung Schurf Oberfläche Sedimentstecher
 Art der Probe: (Bitte ankreuzen)
 Mischprobe (Glas) Linerprobe Stutzen sonstiges
 Probenvolumen:
 < 1 l 1 - 5 l 5 - 10 l > 10 l
 Probenahmetiefe: [m u. GOK]
 von 0 bis 0,25 Tiefe des Aufschlusses: (ges.) 0,25

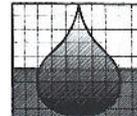
Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**
 Konsistenz: schlammig
 Mischprobe und die Schlammstärke ist: was lokale Ablagerung rechts, a fernab vor Wehr ~~in~~ 0,7 m (Mittel)
 Geruch: ohne aromatische KW Lösungsmittel MKW faulig
 Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Kühltruhe Lager-Dauer [h] 3
 Probenübergabe: Datum: 11.6.2014 Uhrzeit: 18³⁰
 Analytik-Labor: BGD / ERGG
 Analysenprogramm:
 Originalsubstanz: _____
 Eluat: _____
 Bemerkungen: _____

Institution (Stempel) ECOSYSTEM SAXONIA
 Gesellschaft für Umweltsysteme mbH
 Probenehmer (Unterschrift) [Signature]

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: Uhrzeit: Proben-Nr.

Objekt: Auftr.geb.:

Bezeichnung des Aufschlusses: sonst. Nr.

Lage: RW

Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)

Ekmgreifer	Bohrung	Schurf	Oberfläche	Sedimentstecher
<input checked="" type="checkbox"/>				

Art der Probe: (Bitte ankreuzen)

Mischprobe (Glas)	Linerprobe	Stutzen	sonstiges
<input checked="" type="checkbox"/>			

Probenvolumen:

<i>beidseitig</i> < 1 l	1 - 5 l	5 - 10 l	> 10 l
	<input checked="" type="checkbox"/>		

Probenahmetiefe: [m u. GOK]

von	bis	Teufe des Aufschlusses: (ges.)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0,3"/>	<input type="text" value="0,3"/>

Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**

Konsistenz:
untere Schluffdicke in QP: 0,3 bis > 1 m
Mischprobe

Geruch:

ohne	aromatische KW	Lösungsmittel	MKW	faulig
				<i>stark</i>

Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Lager-Dauer [h]

Probenübergabe: Datum: Uhrzeit:

Analytik-Labor:

Analysenprogramm:

Originalsubstanz: _____

Eluat: _____

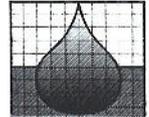
Bemerkungen: _____



Institution (Stempel) **Tiergartenstr. 48, 01219 Dresden** **Probenehmer (Unterschrift)** *(Handwritten Signature)*

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: Uhrzeit: Proben-Nr.

Objekt: Auftr.geb.:

Bezeichnung des Aufschlusses: sonst. Nr.

Lage: RW

Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)

Ekmgreifer	Bohrung	Schurf	Oberfläche	Sedimentstecher
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Art der Probe: (Bitte ankreuzen)

Mischprobe (Glas)	Linerprobe	Stutzen	sonstiges
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probenvolumen:

<i>sechsstufig</i> < 1 l	1 - 5 l	5 - 10 l	> 10 l
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probenahmetiefe: [m u. GOK]

von	bis	Teufe des Aufschlusses: (ges.)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0,2"/>	<input type="text" value="0,2"/>

Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**

*Konsistenz: Schlammig
Schlammhöhe im QP: 0,2 - 0,6 m
Mischprobe*

ohne	aromatische KW	Lösungsmittel	MKW	faulig
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Geruch: *gering*

Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Lager-Dauer [h]

Probenübergabe: Datum: Uhrzeit:

Analytik-Labor:

Analysenprogramm:

Originalsubstanz: _____

Eluat: _____

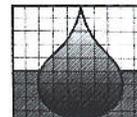
Bemerkungen: _____

Institution (Stempel)  ECOSYSTEM SAXONIA Gesellschaft für Umweltsysteme mbH

Probenehmer (Unterschrift) *[Signature]*

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
 Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



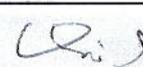
PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: Uhrzeit: Proben-Nr.
 Objekt: Auftr.geb.:
 Bezeichnung des Aufschlusses: sonst. Nr.
 Lage: RW
 Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)
 Ekmangreifer Bohrung Schurf Oberfläche Sedimentstecher
 Art der Probe: (Bitte ankreuzen)
 Mischprobe (Glas) Linerprobe Stutzen sonstiges
 Probenvolumen:
 linke und rechte Seite
 < 1l 1-5l 5-10l > 10l
 Probenahmetiefe: [m u. GOK]
 von bis Tiefe des Aufschlusses: (ges.)

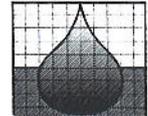
Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**
 Konsistenz: schlammig
 Schlammfraktion im QP: 0,2 bis > 1mm
 Mischprobe
 Geruch: ohne aromatische KW Lösungsmittel MKW faulig unüblich
 Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Lager-Dauer [h]
 Probenübergabe: Datum: Uhrzeit:
 Analytik-Labor:
 Analysenprogramm:
 Originalsubstanz: _____
 Eluat: _____
 Bemerkungen: _____

Institution (Stempel)  ECOSYSTEM SAXONIA
 Gesellschaft für
 Umweltsysteme mbH
 Probenehmer (Unterschrift) 

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: 11.6.2014 Uhrzeit: 10⁰⁰-12⁰⁰ Proben-Nr. 5 (1-1)
 Objekt: Steinwille/Saale Auftr.geb.: FGG Elbe
 Bezeichnung des Aufschlusses: Sediment/Schlamm sonst. Nr. Wieder Wert 0-100 u
 Lage: RW 4487560 5585337
 Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: _____ TK 10'(N) Nr.: _____

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)
 Ekmangreifer Bohrung Schurf Oberfläche Sedimentstecher
 Art der Probe: (Bitte ankreuzen)
 Mischprobe (Glas) Linerprobe Stutzen sonstiges
 Probenvolumen:
 < 1 l 1 - 5 l 5 - 10 l > 10 l
 Probenahmetiefe: [m u. GOK]
 von 0 bis 0,25 Tiefe des Aufschlusses: (ges.) 0,25

Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**
Konsistenz: schlammig
in der Schlammprobe in QP: bis 0,2-0,3 m
Mischprobe
 ohne aromatische KW Lösungsmittel MKW faulig
 Geruch: gering

Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.) _____

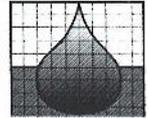
Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Kühlkammer Lager-Dauer [h] 6,5
 Probenübergabe: Datum: 11.6.2014 Uhrzeit: 18³⁰
 Analytik-Labor: FGD / ERGO
 Analysenprogramm: _____
 Originalsubstanz: _____
 Eluat: _____
 Bemerkungen: _____



Institution (Stempel) **Probenehmer (Unterschrift)** [Signature]

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: Uhrzeit: Proben-Nr.

Objekt: Auftr.ggeb.:

Bezeichnung des Aufschlusses: sonst. Nr.

Lage: RW

Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)

Ekmgreifer	Bohrung	Schurf	Oberfläche	Sedimentstecher
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Art der Probe: (Bitte ankreuzen)

Mischprobe (Glas)	Linerprobe	Stutzen	sonstiges
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probenvolumen:

< 1 l	1 - 5 l	5 - 10 l	> 10 l
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probenahmetiefe: [m u. GOK]

von	bis	Teufe des Aufschlusses: (ges.)
<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0,2"/>	<input type="text" value="0,2"/>

Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**

Konsistenz: schlammig
Schlammstärke in QP: bis 0,2 m
Mischprobe

Geruch:

ohne	aromatische KW	Lösungsmittel	MKW	faulig
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> gering

Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Lager-Dauer [h]

Probenübergabe: Datum: Uhrzeit:

Analytik-Labor:

Analysenprogramm:

Originalsubstanz: _____

Eluat: _____

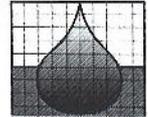
Bemerkungen: _____



Institution (Stempel) Probenehmer (Unterschrift)

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: 20.4.2015 Uhrzeit: 8:50 10⁰⁰ Proben-Nr. 6
 Objekt: Laminierprobe/Saale Auftr.geb.: FGG ELP
 Bezeichnung des Aufschlusses: Sediment / Schlamm sonst. Nr.
 Lage: RW 4488980 5583130
 Kartengrundlage: TK 25(N) Nr.: TK 10(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)
 Ekmangreifer Bohrung Schurf Oberfläche Sedimentstecher
 Art der Probe: (Bitte ankreuzen)
 Mischprobe (Glas) Linerprobe Stutzen sonstiges
 Probenvolumen:
 < 1l 1 - 5l 5 - 10l > 10l
linke und rechte Ablage
 Probenahmetiefe: (m u. GOK)
 von 0 bis 0,3 Teufe des Aufschlusses: (ges.) 0,3

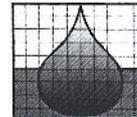
Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**
Korrosions + schlammig
in 0,3 m Schlammstärke im QP: 0,3 bis > 1m
Mischprobe
 Geruch: ohne aromatische KW Lösungsmittel MKW faulig gering
 Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Kühlflasche Lager-Dauer [h] 8
 Probenübergabe: Datum: 20.4.15 Uhrzeit: 18⁰⁰
 Analytik-Labor: BGD / ERGO
 Analysenprogramm:
 Originalsubstanz: _____
 Eluat: _____
 Bemerkungen: _____

Institution (Stempel)  **ECOSYSTEM SAXONIA**
 Gesellschaft für Umweltsysteme mbH
 Probenehmer (Unterschrift) CA

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: Uhrzeit: Proben-Nr.
 Objekt: Auftr.geb.:
 Bezeichnung des Aufschlusses: sonst. Nr.
 Lage: RW
 Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)
 Ekmangreifer Bohrung Schurf Oberfläche Sedimentstecher
 Art der Probe: (Bitte ankreuzen)
 Mischprobe (Glas) Linerprobe Stutzen sonstiges
 Probenvolumen:
 < 1 l 1 - 5 l 5 - 10 l > 10 l
 Probenahmetiefe: [m u. GOK]
 von bis Tiefe des Aufschlusses: (ges.)

Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**

*Konsistenz: schlammig
 in 10cm Schlamm dicke in GP: rechteckiger, sehr schmaler Streifen
 mit ca. 0,2m Tiefe*

Mischprobe

Geruch: ohne aromatische KW Lösungsmittel MKW faulig

Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

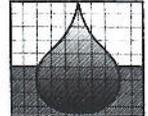
Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Lager-Dauer [h]
 Probenübergabe: Datum: Uhrzeit:
 Analytik-Labor:
 Analysenprogramm:
 Originalsubstanz: _____
 Eluat: _____
 Bemerkungen: _____



Institution (Stempel) Probenehmer (Unterschrift)

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: Uhrzeit: Proben-Nr.

Objekt: Auftr.geb.:

Bezeichnung des Aufschlusses: sonst. Nr.

Lage: RW

Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)

Ekmgreifer	Bohrung	Schurf	Oberfläche	Sedimentstecher
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Art der Probe: (Bitte ankreuzen)

Mischprobe (Glas)	Linerprobe	Stutzen	sonstiges
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probenvolumen:

<i>andere Stellen</i> < 1 l	1 - 5 l	5 - 10 l	> 10 l
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Probenahmetiefe: [m u. GOK]

von <input type="text" value="0"/>	bis <input type="text" value="0,25"/>	Teufe des Aufschlusses: (ges.) <input type="text" value="0,25"/>
------------------------------------	---------------------------------------	--

Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**

Konsistenz: schlammig, sonst leiser feinsandboden
 Mischprobe
 Schlammdicke 30 cm bis 2 m, linksseitig entlang Ufer, rechtsseitig großer Abgang

Geruch:

ohne	aromatische KW	Lösungsmittel	MKW	faulig
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Lager-Dauer [h]

Probenübergabe: Datum: Uhrzeit:

Analytik-Labor:

Analysenprogramm:

Originalsubstanz: _____

Eluat: _____

Bemerkungen: _____



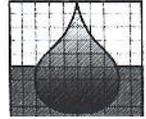
Institution (Stempel)

Probenehmer (Unterschrift)

[Handwritten Signature]

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

Datum: 13.4.2015 Uhrzeit: 11:00-12:30 Proben-Nr. 9
 Objekt: Obere Mühle / Saale Auftr.geb.: FGG EISE
 Bezeichnung des Aufschlusses: Sediment / Schlamm sonst. Nr.
 Lage: RW 4493292 5577806
 Kartengrundlage: TK 25'(N) Nr.: TK 10'(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)
 Ekmangreifer Bohrung Schurf Oberfläche Sedimentstecher
 Art der Probe: (Bitte ankreuzen)
 Mischprobe (Glas) Linerprobe Stutzen sonstiges
 Probenvolumen:
 < 1l 1 - 5l 5 - 10l > 10l
mehrere Stellen räumlich
 Probenahmetiefe: (m u. GOK)
 von 0 bis 0,25 Teufe des Aufschlusses: (ges.) 0,25

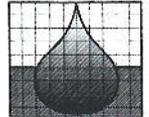
Ansprache: **Teufe** **Beschreibung**
 Konsistenz: schlammig, Laub/Pflanzenteile auf oberer Schicht
untere Schlauchdicke: 2P: bis > 1m
 Mischprobe
 Geruch: ohne aromatische KW Lösungsmittel MKW faulig gering

Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)
 Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Kühlwanne Lager-Dauer [h] 5,5
 Probenübergabe: Datum: 13.4.15 Uhrzeit: 18
 Analytik-Labor: BGD/ERGO
 Analysenprogramm:
 Originalsubstanz: _____
 Eluat: _____
 Bemerkungen: _____

Institution (Stempel)  **Ecosystem Saxonian**
 Gesellschaft für Umweltsysteme mbH
 Probenehmer (Unterschrift) [Signature]

Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden

Tiergartenstraße 48, 01219 Dresden
Tel.: (0351) 438 99 030 - Fax: (0351) 438 99 039



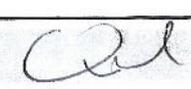
PROBENAHMEPROTOKOLL - Boden / Sediment

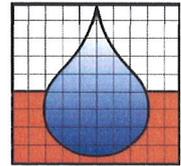
Datum: Uhrzeit: Proben-Nr.
 Objekt: Auftr.gob.:
 Bezeichnung des Aufschlusses: sonst. Nr.
 Lage: RW
 Kartengrundlage: TK 25(N) Nr.: TK 10(N) Nr.:

Art des Aufschlusses: (Bitte ankreuzen)
 Ekmangreifer Bohrung Schurf Oberfläche Sedimentstecher
 Art der Probe: (Bitte ankreuzen)
 Mischprobe (Glas) Linerprobe Stutzen sonstiges
 Probenvolumen:
 < 1l 1-5l 5-10l > 10l
mehrere Stellen linearartig
 Probenahmetiefe: (m u. GOK)
 von bis Tiefe des Aufschlusses: (ges.)

Ansprache: Teufe Beschreibung
 Konsistenz: *Sewerisuboden schlammig, sonst steinig, kiesig z.T. ausgebleicht*
Schlammdicke im QP: bis > 1m
 Mischprobe
 Geruch: ohne aromatische KW Lösungsmittel MKW faulig *gering*
 Sonstige Beschreibung: (z.B. Wassergeh.)

Probenlagerung: Lager-Temp. [°C] Lager-Dauer [h]
 Probenübergabe: Datum: Uhrzeit:
 Analytik-Labor:
 Analysenprogramm:
 Originalsubstanz: _____
 Eluat: _____
 Bemerkungen: _____

Institution (Stempel)  ECOSYSTEM SAXONIA Gesellschaft für Umweltsysteme mbH
 Probenehmer (Unterschrift) 



Prüfbericht

Nr.: 1214/6

der BGD Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Auftragsnummer (BGD): 144001GB.1435.DD1

Auftraggeber: ECOSYSTEM SAXONIA
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Auftrag: vom 12.06.14

Objekt/Probenmaterial: Saale/Sedimentproben

Umfang des Prüfberichtes: 4 Seiten sowie 1 Anlage

Anlagen: Anlage 1: Analysentabelle (2 Seiten)

Probenahmeort: 1-WKA Blankenberg (2-1)
5-Steinmühle (1-1 und 1-2)
7-Joditzmühle (3-1)

Probenanzahl: 4

Probenahmedatum: 12.06.2014

Probeneingangsdatum: 12.06.2014

Probenahme: durch Auftraggeber und BGD GmbH

Untersuchungsumfang: siehe Tabellen 1 und 2 auf Seite 2-3

Unterauftragnehmer: ERGO Umweltinstitut GmbH, Lauensteiner Straße 42, 01277
Dresden (mit * gekennzeichnet)

Die in den Vorschriften angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten.
Alle Angaben beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand.
Der Prüfbericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Erlaubnis der BGD GmbH vervielfältigt werden.

LABORUNTERSUCHUNGEN

Zusammenstellung der Prüfmethoden

Tabelle 1: Methoden Feststoffanalysen

Parameter	Methode	BG	Einheit
Trockensubstanz	DIN EN 12880, DIN ISO 11465	0,1	% OS
BTEX*	HLUG Band 7, Teil 4	0,2/0,1 [#]	mg/kg TS
EOX* (extr. org. Halogenverbindungen)	DIN 38414-S17	0,75/0,70/ 0,45 [#]	mg/kg TS
extrah. lipophile Stoffe*	in Anlehnung LAGA KW/04 [FS]	0,45	% TS
Cyanide ges.*	DIN ISO 11262	0,4	mg/kg TS
Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C22*	DIN ISO 16703	20	mg/kg TS
Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C40*	DIN ISO 16703	20	mg/kg TS
LHKW*	DIN EN ISO 10301	0,2/0,1 [#]	mg/kg TS
PAK nach EPA*	entspr. EPA 610	0,001	mg/kg TS
PCB*	DIN 38414-S20	0,01/0,02 [#]	mg/kg TS
Eluat 1:10	DIN 38414-S4	-	-
Elemente nach Mikrowellensäureaufschluss*			
Arsen*	DIN EN ISO 11885	3,0	mg/kg TS
Blei*	DIN EN ISO 11885	3,0	mg/kg TS
Cadmium*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Chrom*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Kupfer*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Thallium*	DIN EN ISO 15586	0,4	mg/kg TS
Quecksilber*	DIN EN ISO 12846	0,03	mg/kg TS
Nickel*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Zink*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS

* Unterauftragnehmer ERGO Umweltinstitut GmbH Dresden

[#] Unterschiedliche Bestimmungsgrenzen ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Trockenmassen

Tabelle 2: Methodenspektrum der Eluatanalysen und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	Methode	BG	Einheit
pH-Wert	DIN EN ISO 10523	-	-
Temperatur bei pH-Messung	DIN 38404-4	± 0,05	°C
Elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN ISO 27 888	-	µS/cm
Wasserlöslicher Anteil als Filtrattrockenrückstand	DIN 38 409-H1	0,0001	M%
TOC	DIN EN 1484	0,5	mg/L
AOX*	DIN EN ISO 9562 (H14)	0,01	mg/L
Ammonium-N	DIN 38406-E5 als Küvettestest	0,04	mg/L
Nitrit-N	DIN EN 26777 als Küvettestest	0,003	mg/L
Chlorid*	DIN EN ISO 10304-1	5	mg/L
Sulfat*	DIN EN ISO 10304-1	10	mg/L
Fluorid*	DIN 38405-4	0,2	mg/L
Cyanide, gesamt*	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/L
Cyanide, leicht freisetzbar*	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/L
Phenolindex*	DIN EN ISO 14402 (H37)	0,005	mg/L
Arsen*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Blei*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Cadmium*	DIN EN ISO 11885	0,001	mg/L
Chrom*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Chrom VI*	DIN 38405 (D24)	0,02	mg/L
Kupfer*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Thallium*	DIN EN ISO 15586	0,001	mg/L
Quecksilber*	DIN EN ISO 12846	0,2	µg/L
Nickel*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Zink*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L

* Unterauftragnehmer ERGO Umweltinstitut GmbH Dresden

Zusammenstellung der Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse sind in Anlage 1 zusammengestellt.

Die Prüfung wurde durchgeführt vom 12.06.2014 bis zum 01.07.2014.

BGD Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden
Dresden, den 15.12.2014

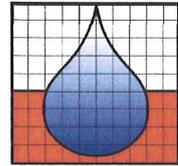

Dr.-Ing. C. Nitsche
Fachingenieur für Grundwasser
Geschäftsführer


Dr. rer. nat. I. Hildebrandt
Diplombiologin
stellvertretende Laborleiterin
für die technische Richtigkeit

Parameter	Probenbez. Labor-Nr.	Einheit	1-1	1-2	2-1	3-1
			0834/14	0835/14	0836/14	0837/14
Probenahme		12.06.2014				
Feststoff-Untersuchungen						
Trockenmasse	% FM	24,3	39,5	53,9	34,1	
EOX	mg/kg TS	2,5	< 0,7	< 0,45	< 0,75	
extrah. lipophile Stoffe	% TM	3,5	1,6	< 0,45	2,8	
Cyanide, ges.	mg/kg TS	3,6	0,415	< 0,40	1,21	
MKW (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg TS	3100	690	430	3600	
MKW (C ₁₀ -C ₂₂)	mg/kg TS	780	98	76	630	
BTEX						
Benzol	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Toluol	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Ethylbenzol	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
m,p-Xylol	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
o-Xylol	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
BTEX-Summe	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
LHKW						
Dichlormethan	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Trichlormethan	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Tetrachlormethan	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Trichlorethen	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Bromdichlormethan	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Dibromchlormethan	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Tetrachlorethen	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Tribrommethan	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
Monochlorethen	mg/kg TS	< 0,20	< 0,10	< 0,10	< 0,10	
LHKW-Summe	mg/kg TS	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	
PAK (nach EPA)						
Naphthalin	mg/kg TS	0,013	0,0067	0,013	0,012	
Acenaphthylen	mg/kg TS	0,034	0,0045	0,008	0,049	
Acenaphthen	mg/kg TS	0,052	0,0045	0,034	0,042	
Fluoren	mg/kg TS	0,059	0,0051	0,032	0,048	
Phenanthren	mg/kg TS	0,40	0,076	0,41	0,78	
Anthracen	mg/kg TS	0,13	0,017	0,12	0,22	
Fluoranthren	mg/kg TS	1,3	0,19	1,3	2,3	
Pyren	mg/kg TS	1,1	0,15	0,92	1,9	
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,7	0,098	0,66	1,4	
Chrysen	mg/kg TS	0,83	0,13	0,62	1,5	
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	1,1	0,2	0,78	2,3	
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,46	0,092	0,26	0,83	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,79	0,13	0,50	1,6	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,40	0,082	0,26	0,97	
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS	0,12	0,021	0,076	0,25	
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,41	0,092	0,25	1,1	
PAK (nach EPA)-Summe	mg/kg TS	7,90	1,30	6,24	15,30	
PCB (6 Congerene)						
2,4,4'-Trichlorbiphenyl	mg/kg TS	< 0,020	< 0,010	< 0,010	< 0,010	
2,2'.5.5'-Tetrachlorbiphenyl	mg/kg TS	0,047	< 0,010	0,013	< 0,010	
2,2'.4.5.5'-Pentachlorbiphenyl	mg/kg TS	0,03	< 0,010	0,22	< 0,010	
2,2'.3.4.4'.5-Hexachlorbiphen.	mg/kg TS	0,031	< 0,010	0,44	< 0,010	
2,2'.4.4'.5.5'-Hexachlorbiphe.	mg/kg TS	0,037	< 0,010	0,39	0,011	
2,2'.3.4.4'.5.5'-Heptachlorbi.	mg/kg TS	< 0,020	< 0,010	0,27	< 0,010	
PCB (6 Congerene)-Summe	mg/kg TS	0,145	n.b.	1,333	0,011	
Gesamtkonzentrationen:						
Arsen	mg/kg TS	25,7	17,8	17,5	57,3	
Blei	mg/kg TS	98,1	36,5	42,9	190	
Cadmium	mg/kg TS	2,76	1,10	1,31	4,72	
Chrom	mg/kg TS	939	198	320	907	
Kupfer	mg/kg TS	143	40,9	88	180	
Nickel	mg/kg TS	86,0	71,1	67,0	79,8	
Quecksilber	mg/kg TS	3,0	0,53	0,3	3,66	
Thallium	mg/kg TS	< 0,40	< 0,40	< 0,40	< 0,40	
Zink	mg/kg TS	754	295	331	974	

Parameter	Probenbez.	Einheit	1-1	1-2	2-1	3-1
			0834/14	0835/14	0836/14	0837/14
Labor-Nr.		12.06.2014				
Probenahme		12.06.2014				
Bodenchem. Untersuchungen: Eluat						
pH-Wert		-	3,3	3,3	4,9	5,6
el. Leitfähigkeit (25 °C)		µS/cm	2660	2750	1680	1490
wasserlöslicher Anteil		M%	0,022	0,029	0,011	0,014
Filtrattrockenrückstand		mg/l	220	290	110	140
TOC		mg/L	15,8	29,8	1,8	4,6
AOX		mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chlorid		mg/L	22,3	15	8	16,7
Sulfat		mg/L	<10	<10	<10	29
Fluorid		mg/L	0,25	<0,2	<0,2	<0,2
Ammonium-N		mg/L	3,68	4,89	0,57	0,07
Nitrit-N		mg/L	0,004	0,004	0,095	0,009
Cyanide, gesamt		mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cyanide, leicht freisetzbar		mg/L	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Phenolindex		mg/L	0,006	0,067	<0,005	<0,005
Arsen		mg/L	0,081	0,091	<0,01	0,026
Blei		mg/L	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmium		mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chrom		mg/L	0,16	0,081	<0,01	<0,01
Chrom (VI)		mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kupfer		mg/L	0,019	0,023	<0,01	<0,01
Quecksilber		µg/L	0,32	0,21	<0,2	<0,2
Nickel		mg/L	0,011	0,024	<0,01	<0,01
Thallium		mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zink		mg/L	0,043	0,088	<0,01	<0,01

n.b.= nicht bestimmbar



Prüfbericht

Nr.: 0515/1

der BGD Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Auftragsnummer (BGD): 144001GB.1435.DD1

Auftraggeber: ECOSYSTEM SAXONIA
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden

Auftrag: vom 13.04.15

Objekt/Probenmaterial: Saale/Sedimentproben

Umfang des Prüfberichtes: 4 Seiten sowie 1 Anlage

Anlagen: Anlage 1: Analysentabelle (2 Seiten)

Probenahmeort: 2 – Blumenäumühle 8 – Fattigsmühle
3 – Sparnberger Mühle 9 – Obere Mühle
4 – Kühnmühle 10 – Hospitalmühle
6 – Lamitzmühle

Probenanzahl: 7

Probenahmedatum: 13.04./20.04.2015

Probeneingangsdatum: 13.04./20.04.2015

Probenahme: durch Auftraggeber und BGD GmbH

Untersuchungsumfang: siehe Tabellen 1 und 2 auf Seite 2-3

Unterauftragnehmer: ERGO Umweltinstitut GmbH, Lauensteiner Straße 42, 01277
Dresden (mit * gekennzeichnet)

Die in den Vorschriften angegebenen Messunsicherheiten werden eingehalten.
Alle Angaben beziehen sich nur auf den Prüfgegenstand.
Der Prüfbericht darf auszugsweise nur mit schriftlicher Erlaubnis der BGD GmbH vervielfältigt werden.

LABORUNTERSUCHUNGEN

Zusammenstellung der Prüfmethoden

Tabelle 1: Methoden Feststoffanalysen

Parameter	Methode	BG	Einheit
Trockensubstanz	DIN EN 12880, DIN ISO 11465	0,1	% OS
BTEX*	HLUG Band 7, Teil 4	0,05	mg/kg TS
EOX* (extr. org. Halogenverbindungen)	DIN 38414-S17	0,05	mg/kg TS
extrah. lipophile Stoffe*	in Anlehnung LAGA KW/04 [FS]	0,4	% TS
Cyanide ges.*	DIN ISO 11262	0,4	mg/kg TS
Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C22*	DIN ISO 16703	80/100 [#]	mg/kg TS
Mineralölkohlenwasserstoffe C10 bis C40*	DIN ISO 16703	20	mg/kg TS
LHKW*	DIN EN ISO 10301	0,05	mg/kg TS
PAK nach EPA*	entspr. EPA 610	0,001	mg/kg TS
PCB*	DIN 38414-S20	0,005/ 0,01 [#]	mg/kg TS
Eluat 1:10	DIN 38414-S4	-	-
Elemente nach Mikrowellensäureaufschluss*			
Arsen*	DIN EN ISO 11885	3,0	mg/kg TS
Blei*	DIN EN ISO 11885	3,0	mg/kg TS
Cadmium*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Chrom*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Kupfer*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Thallium*	DIN EN ISO 15586	0,4	mg/kg TS
Quecksilber*	DIN EN ISO 12846	0,03	mg/kg TS
Nickel*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS
Zink*	DIN EN ISO 11885	0,3	mg/kg TS

* Unterauftragnehmer ERGO Umweltinstitut GmbH Dresden

[#] Unterschiedliche Bestimmungsgrenzen ergeben sich aufgrund unterschiedlicher Trockenmassen

Tabelle 2: Methodenspektrum der Eluatanalysen und Bestimmungsgrenzen (BG)

Parameter	Methode	BG	Einheit
pH-Wert	DIN EN ISO 10523	-	-
Temperatur bei pH-Messung	DIN 38404-4	± 0,05	°C
Elektrische Leitfähigkeit (25 °C)	DIN EN ISO 27 888	-	µS/cm
Wasserlöslicher Anteil als Filtratrockenrückstand	DIN 38 409-H1	0,0001	M%
TOC	DIN EN 1484	0,5	mg/L
AOX*	DIN EN ISO 9562 (H14)	0,01	mg/L
Ammonium-N	DIN 38406-E5 als Küvettestest	0,04	mg/L
Nitrit-N	DIN EN 26777 als Küvettestest	0,003	mg/L
Chlorid*	DIN EN ISO 10304-1	5	mg/L
Sulfat*	DIN EN ISO 10304-1	10	mg/L
Fluorid*	DIN 38405-4	0,2	mg/L
Cyanide, gesamt*	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/L
Cyanide, leicht freisetzbar*	DIN EN ISO 14403	0,005	mg/L
Phenolindex*	DIN EN ISO 14402 (H37)	0,005	mg/L
Arsen*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Blei*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Cadmium*	DIN EN ISO 11885	0,001	mg/L
Chrom*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Chrom VI*	DIN 38405 (D24)	0,02	mg/L
Kupfer*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Thallium*	DIN EN ISO 15586	0,001	mg/L
Quecksilber*	DIN EN ISO 12846	0,2	µg/L
Nickel*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L
Zink*	DIN EN ISO 11885	0,01	mg/L

* Unterauftragnehmer ERGO Umweltinstitut GmbH Dresden

Zusammenstellung der Prüfergebnisse

Die Prüfergebnisse sind in Anlage 1 zusammengestellt.

Die Prüfung wurde durchgeführt vom 13.04.2015 bis zum 24.04.2015.

BGD Boden- und Grundwasserlabor GmbH Dresden
Dresden, den 28.05.2015



Dr.-Ing. C. Nitsche
Fachingenieur für Grundwasser
Geschäftsführer



Dr. rer. nat. I. Hildebrandt
Diplombiologin
stellvertretende Laborleiterin
für die technische Richtigkeit

Parameter	Probenbez.	Einheit							
			8	9	10	2	3	4	6
	Labor-Nr.		0390/15	0391/15	0392/15	0411/15	0412/15	0413/15	0414/15
	Probenahme		13.04.2015			20.04.2015			
Feststoff-Untersuchungen									
Trockenmasse	% FM		53,7	38,2	23,0	16,9	11,2	40,6	15,6
EOX	mg/kg TS		0,82	2,3	5,2	5,9	5,9	2,8	5,9
extrah. lipophile Stoffe	% TM		< 0,40	< 0,40	< 0,40	0,58	1,1	2,8	0,79
Cyanide, ges.	mg/kg TS		< 0,40	< 0,40	1,16	0,60	1,22	0,48	0,42
MKW (C ₁₀ -C ₂₂)	mg/kg TS		< 80	< 100	< 100	130	210	200	220
MKW (C ₁₀ -C ₄₀)	mg/kg TS		430	1300	1100	1300	2200	950	1400
BTEX									
Benzol	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Toluol	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Ethylbenzol	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
m,p-Xylol	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
o-Xylol	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
BTEX-Summe	mg/kg TS		n. b.						
LHKW									
Dichlormethan	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Trichlormethan	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
1,1,1-Trichlorethan	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Tetrachlormethan	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Trichlorethen	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Bromdichlormethan	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Dibromchlormethan	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Tetrachlorethen	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Tribrommethan	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
trans-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
cis-1,2-Dichlorethen	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Monochlorethen	mg/kg TS		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
LHKW-Summe	mg/kg TS		n. b.						
PAK (nach EPA)									
Naphthalin	mg/kg TS		0,0012	0,0036	0,0032	0,0077	0,023	0,073	0,015
Acenaphthylen	mg/kg TS		0,0018	0,0045	0,0013	0,014	0,019	0,012	0,014
Acenaphthen	mg/kg TS		0,0019	0,011	0,0017	0,012	0,016	0,019	0,013
Fluoren	mg/kg TS		0,0031	0,015	0,0034	0,022	0,023	0,025	0,021
Phenanthren	mg/kg TS		0,04	0,14	0,033	0,2	0,23	0,31	0,19
Anthracen	mg/kg TS		0,0097	0,029	0,0082	0,068	0,054	0,073	0,057
Fluoranthren	mg/kg TS		0,11	0,32	0,085	0,48	0,67	0,97	0,58
Pyren	mg/kg TS		0,086	0,26	0,066	0,37	0,54	0,74	0,45
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS		0,058	0,17	0,055	0,24	0,32	0,46	0,31
Chrysen	mg/kg TS		0,067	0,19	0,058	0,25	0,37	0,49	0,34
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS		0,11	0,25	0,081	0,3	0,54	0,61	0,46
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS		0,04	0,09	0,03	0,1	0,19	0,22	0,14
Benzo(a)pyren	mg/kg TS		0,075	0,17	0,05	0,21	0,34	0,44	0,31
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS		0,05	0,097	0,026	0,15	0,27	0,32	0,22
Dibenzo(a,h)anthracen	mg/kg TS		0,016	0,029	0,011	0,043	0,077	0,092	0,063
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS		0,051	0,093	0,032	0,13	0,26	0,28	0,2
PAK (nach EPA)-Summe	mg/kg TS		0,72	1,87	0,55	2,60	3,94	5,13	3,38
PCB (6 Congerene)									
2.4.4'-Trichlorbiphenyl	mg/kg TS		< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,01
2.2'.5.5'-Tetrachlorbiphenyl	mg/kg TS		< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,01
2.2'.4.5.5'-Pentachlorbiphenyl	mg/kg TS		< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,01
2.2'.3.4.4'.5-Hexachlorbiphen.	mg/kg TS		< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,01	< 0,01	0,012	< 0,01
2.2'.4.4'.5.5'-Hexachlorbiphe.	mg/kg TS		< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,01	< 0,01	0,014	< 0,01
2.2'.3.4.4'.5.5'-Heptachlorbi.	mg/kg TS		< 0,0050	< 0,0050	< 0,0050	< 0,01	< 0,01	< 0,0050	< 0,01
PCB (6 Congerene)-Summe	mg/kg TS		n. b.	0,026	n. b.				
Gesamtkonzentrationen:									
Arsen	mg/kg TS		11,2	13,5	15,4	24,8	26,1	29,4	21,6
Blei	mg/kg TS		49,2	129	58,9	67,7	75,7	64,3	61,0
Cadmium	mg/kg TS		0,83	3,27	2,07	4,63	4,36	2,49	2,44
Chrom	mg/kg TS		265	1040	296	712	501	402	370
Kupfer	mg/kg TS		44	92,8	79,2	92	94,9	75,7	79,4
Nickel	mg/kg TS		56,4	90,5	107,0	116,0	130,0	84,2	116
Quecksilber	mg/kg TS		0,4	0,69	0,29	0,56	0,73	0,40	0,42
Thallium	mg/kg TS		< 0,40	< 0,40	< 0,40	0,66	0,64	0,40	0,61
Zink	mg/kg TS		243	537	503	671	762	439	670

Parameter	Probenbez. Labor-Nr.	Einheit	8	9	10	2	3	4	6
			0390/15	0391/15	0392/15	0411/15	0412/15	0413/15	0414/15
Probenahme		13.04.2015			20.04.2015				
Bodenchem. Untersuchungen: Eluat									
pH-Wert	-		7,0	6,9	7,0	6,9	6,9	7,0	6,7
Temperatur bei pH-Messung	°C		23,2	23,0	22,4	23,7	22,8	22,1	23,8
el. Leitfähigkeit (25 °C)	µS/cm		156	107	540	390	440	197	510
wasserlöslicher Anteil	M%		0,011	0,009	0,041	0,032	0,038	0,033	0,032
Filtrattrockenrückstand	mg/L		110	90	410	320	380	330	320
TOC	mg/L		2,76	5,81	66,4	13,5	16,2	10,1	18,8
AOX	mg/L		0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	<0,01	<0,01
Chlorid	mg/L		<5	<5	8,5	21,2	26,4	9,8	25,8
Sulfat	mg/L		23	<10	<10	32	19	11	20
Fluorid	mg/L		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,21	<0,2
Ammonium-N	mg/L		0,96	1,62	12,9	11,9	11,8	3,29	18,3
Nitrit-N	mg/L		0,003	<0,003	0,003	0,008	0,007	<0,003	<0,003
Cyanide, gesamt	mg/L		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/L		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Phenolindex	mg/L		0,013	0,012	0,26	0,009	0,013	0,007	0,01
Arsen	mg/L		<0,01	0,023	0,055	0,014	0,034	0,055	<0,01
Blei	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cadmium	mg/L		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chrom	mg/L		<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Chrom (VI)	mg/L		<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kupfer	mg/L		0,011	0,01	0,014	0,012	<0,01	<0,01	<0,01
Quecksilber	µg/L		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Nickel	mg/L		<0,01	<0,01	<0,01	0,015	0,013	<0,01	0,014
Thallium	mg/L		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Zink	mg/L		0,041	0,023	0,022	0,034	0,011	0,047	0,058

n.b.= nicht bestimmbar

Messgröße	Dim.	03.04.	24.04.	28.08.	17.10.	30.10.	04.04.	17.04.	25.09.	01.10.
		2012	2012	2012	2012	2012	2013	2013	2013	2013
Trockenrückstand	%		23	22,8		21,3	19,1			
Glühverlust TS Schl.	%	17			19,4			17,7		18,3
Glührückstand der Trockensubstanz	%		67,1	71,4		66,2	71,4			
TOC, fest	g/kg		150	130						
Metalle / Halbmetalle										
Aluminium fest	mg/kg	50000			50000					
Antimon fest	mg/kg	19	21,4	29,1	41,3	37,3		7,23	5,09	6,91
Eisen fest	mg/kg	51000	77820	40970	58000	45230		48140	50810	54460
Lithium fest	mg/kg	46,9			48,9				50,3	
Mangan fest	mg/kg	5600	2620	5440	7500	6435		2014	4490	5825
Arsen fest	mg/kg	13,1	11,6	9,83	14,1	11		9,45	21	19,5
Blei fest	mg/kg	47	37,3	50	56	55,3		34,2	61,8	69,4
Cadmium fest	mg/kg	1,9	1,05	1,4	1,8	1,03		1,86	1,36	1,9
Chrom-gesamt fest	mg/kg	280	170	250	340	240		240	275	373
Kupfer fest	mg/kg	58	46	56,4	69	64,4		79,7	71,5	84,1
Nickel fest	mg/kg	114	68,9	89,3	130	90,4		127	90,3	118
"Quecksilber; gesamt fest"	mg/kg	0,41	0,17	0,2	0,36	0,27		0,3	0,28	0,4
Zink fest	mg/kg	500	347	427	600	456		407	440	568
PAK										
Naphthalin	mg/kg		0,05	0,021		0,1	0,053			
Acenaphthylen fest	mg/kg		0,01	0,017		0,042	0,028			
Acenaphthen	mg/kg		0,01	0,017		0,029	0,016			
Fluoren	mg/kg		0,02	0,018		0,042	0,025			
Phenanthren	mg/kg		0,19	0,26		0,33	0,17			
Anthracen	mg/kg		0,04	0,05		0,08	0,027			
Fluoranthren	mg/kg		0,70	0,95		0,91	0,41			
Pyren	mg/kg		0,62	0,83		0,77	0,42			
Benzoanthracen, 1,2-	mg/kg		0,29	0,43		0,42	0,17			
Chrysen	mg/kg		0,43	0,5		0,5	0,23			
Benzfluoranthren,2,3- fest	mg/kg		0,28	0,58		0,56	0,24			
Benzfluoranthren,8,9-	mg/kg						0,1			
Benzopyren, 1,2- fest	mg/kg		0,26	0,46		0,42	0,16			
Indenopyren fest	mg/kg		0,21	0,39		0,32	0,13			
Dibenz(a,h)anthracen	mg/kg		0,06	0,11		0,11	0,033			
Benzoperylen, 6,7- fest	mg/kg		0,28	0,46		0,41	0,18			
PAK (nach EPA)-Summe	mg/kg TS		3,45	5,093		5,043	2,392			
Σ 5 PAK °	mg/kg TS		1,03	1,89		1,71	0,81			
Polybromierte Diphenylether (PBDE)										
2,2',4,4',6-Pentabromdiphenylether	mg/kg			0,0003		0,00037	0,00023			
2,2',4,4',5,5'-Hexabromdiphenylether	mg/kg		0,00068	0,0031		0,0027	0,00042			
2,2',4,4',5,6'-Hexabromdiphenylether	mg/kg			0,0006		0,0012	0,00024			
2,2',4,4'-Tetrabromdiphenylether	mg/kg		0,00058	0,0009		0,0011	0,00058			
2,2',4,4',5-Pentabromdiphenylether	mg/kg		0,00091	0,0024		0,002	0,00093			
Zinnorganika										
Monobutylzinn-Kation	mg/kg		0,044	0,037		0,037	0,011			
Monooctylzinn	mg/kg		0,013	0,008		0,009	0,001			
Dibutylzinn-Kation fest	mg/kg		0,011	0,013		0,014	0,003			
Diocetylzinn	mg/kg		0,019	0,02		0,019	0,001			
Tributylzinn-Kation fest	mg/kg		0,001			0,003				
Sonstige organische Spurenstoffe										
HHCB	mg/kg		0,28	0,107		0,205	0,253			
AHTN fest	mg/kg			0,055		0,052	0,042			
p-tert. Octylphenol fest	mg/kg			0,003		0,024				
Methyl-Triclosan	mg/kg			0,013		0,01	0,002			
Triclosan	mg/kg			0,026		0,035	0,034			
1,2,5,6,9,10-Hexabromcyclododecan	mg/kg					1,8	0,48			
4-Iso-Nonylphenol fest	mg/kg		0,155	0,175		0,185				
4-Iso-Nonylphenol	mg/kg						0,108			
p-tert. Octylphenol	mg/kg						0,012			
"C10-C13-Chloralkane"	mg/kg		0,13	0,12		0,17	0,24			
"Diisononylphthalat"	mg/kg			3,9		6,3	14,4			
Di-(2-ethylhexyl)phthalat	mg/kg		3,15	3		5,15	5,93			

FGG Elbe (2013) - Schwellenwerte

- Unterer Schwellenwert (schärfste Anforderung) wird eingehalten
- Unterer Schwellenwert wird überschritten (bei Fluoranthren nicht definiert)
- Oberer Schwellenwert wird überschritten

OgewV

- Umweltqualitätsnorm eingehalten

Kostenschätzung nach DIN 276

Baukosten Var. 1: Komplettrückbau des Wehres

Gruppe	Untergruppe	Position	Unterposition	Bezeichnung	Menge	Einheit	Kosten- ansatz	Kosten
						[ME]	[€/ME]	[€]
200				Herrichten und Erschließen				5.450,00
	210			Herrichten				5.450,00
			1	Gelände von Bewuchs freilegen	100	m ²	5,50	550,00
			2	Sedimententnahme und -entsorgung, detaill. Kostenzusammensetzung siehe Teil 1	50	m ³	98,00	4.900,00
500				Außenanlagen				197.447,00
	520			Befestigte Flächen				10.890,00
			1	Wiederherstellung Oberfläche rechter Wehrbereich	330	m ²	33,00	10.890,00
	530			Baukonstruktion in Außenanlagen				113.790,00
		538		Wasserbauliche Anlagen				113.790,00
			1	Abtrag Unterbau Wehrkörper, Abtransport und Entsorgung	850	m ³	66,00	56.100,00
			2	Aushub Sohlbereich für Sohlbefestigung, Abtransport und Verwertung	210	m ³	30,00	6.300,00
			2	Aushub Sohlbereich für Sohlbefestigung, Wiederverwendung im Sohl- u. Böschungsbereich	540	m ³	20,00	10.800,00
			3	Wasserbausteine als Sohlsicherung/Steinschüttung d = 0,5 m liefern	360	t	33,00	11.880,00
			4	Wasserbausteine als Böschungssicherung/Steinschüttung	370	t	33,00	12.210,00
			5	Sanierung rechte Wehrwange	1	psch	5.500,00	5.500,00
			6	Wasserhaltung	1	psch	11.000,00	11.000,00
	570			Pflanz -und Saatflächen				5.500,00
			1	Ersatzpflanzung	1	psch	5.500,00	5.500,00
	590			Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen				67.267,00
		591		Baustelleneinrichtung				28.195,00
			1	Baustelleneinrichtung, allgemein	0,1	psch	174.702,00	17.470,00
			2	Bauzeitliche Verkehrssicherung (Schilder, Zäune)	1	psch	1.100,00	1.100,00
			3	Beweissicherung	1	psch	550,00	550,00
			4	Schachtscheine einholen	1	psch	550,00	550,00
			5	LAGA Analyse, Nachweis Entsorgungswege	1	psch	2.750,00	2.750,00
			6	Bestandseinmessung	1	psch	550,00	550,00
			7	Schutzeinrichtungen	1	psch	2.200,00	2.200,00
			8	Grenzpunktsicherung	1	psch	550,00	550,00
			9	Hochwassermaßnahmeplan	1	psch	660,00	660,00
			10	Kehrmaschine	10	h	126,50	1.265,00
			11	Schlussdokumentation	1	psch	550,00	550,00
		594		Abbruchmaßnahmen				39.072,00
			1	Abbruch Wehranlage, Abtransport Beton und Bruchsteine zur Verwertung	580	m ³	66,00	38.280,00
			2	Abbruch linke Wehrwange, Abtransport Beton und Bruchsteine zur Verwertung	12	m ³	66,00	792,00
				Zusammenfassung Baukosten				
				Zwischensumme Baukosten				202.897,00
				unvorhersehbare, nicht erfasste Leistungen, 10 %				20.300,00
				Gesamtsumme Baukosten, gerundet, netto				223.000,00
				Mehrwertsteuer, 19%				42.370,00
				Summe Baukosten, brutto				265.370,00
				Zusammenfassung Baunebenkosten				
				Objektplanung §41 HOAI 2013, HZ II unten, anrechenbare Kosten: 223.000 €, gerundet				22.200,00
				örtliche Bauüberwachung, 3 % der Baukosten				6.700,00
				Tragwerksplanung §51 HOAI 2013 HZ II unten, anrechenbare Kosten: 5.500 € (Ansatz Schwellenwert Tab. 25.000 €)				3.300,00
				Baugrund-/Bauwerkserkundung, pauschal				5.000,00
				Vermessung, pauschal				3.000,00
				naturschutzfachliche Planungen/Untersuchungen, pauschal				5.000,00
				Nebenkosten, 5 %				2.260,00
				Summe Baunebenkosten, gerundet, netto				47.500,00
				Mehrwertsteuer, 19 %				9.025,00
				Summe Baunebenkosten, brutto				56.525,00

Die Kosten für die durch den AG zu erbringenden Leistungen der Kostengruppe 100 sind in der Kostenermittlung nicht enthalten.

Kostenschätzung nach DIN 276

Baukosten Var. 2: Teilrückbau des Wehres, Umbau in eine raue Rampe 1:15

Gruppe	Untergruppe	Position	Unterposition	Bezeichnung	Menge	Einheit	Kosten- ansatz	Kosten
						[ME]	[€/ME]	[€]
200				Herrichten und Erschließen				330,00
	210			Herrichten				330,00
			1	Gelände von Bewuchs freilegen	60	m ²	5,50	330,00
			2	Sedimententnahme und -entsorgung, Kostenzusammensetzung siehe Teil 1	0	m ³	98,00	-
500				Außenanlagen				209.035,00
	520			Befestigte Flächen				10.890,00
			1	Wiederherstellung Oberfläche rechter Wehrbereich	330	m ²	33,00	10.890,00
	530			Baukonstruktion in Außenanlagen				136.910,00
		538		Wasserbauliche Anlagen				136.910,00
			1	Abtrag Unterbau Wehrkörper, Abtransport und Entsorgung	120	m ³	66,00	7.920,00
			2	Aushub Sohlbereich für Sohlbefestigung, Abtransport und Verwertung (50%)	100	m ³	30,00	3.000,00
			2	Aushub Sohlbereich für Sohlbefestigung, Wiedereinbau als Sohlsubstrat in Rampe	640	m ³	20,00	12.800,00
			3	Unterbau für Sohlrampe liefern und einbauen	40	m ³	38,50	1.540,00
			4	Wasserbausteine als Sohl-sicherung/Steinschüttung d = 0,8 m	2.450	t	33,00	80.850,00
			5	Zulage für Nachpacken/Setzen Beckenstruktur	40	m	220,00	8.800,00
			6	Sanierung beider Wehrwangen	1	psch	11.000,00	11.000,00
			7	Wasserhaltung	1	psch	11.000,00	11.000,00
	570			Pflanz -und Saatflächen				2.750,00
			1	Ersatzpflanzung	1	psch	2.750,00	2.750,00
	590			Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen				58.485,00
		591		Baustelleneinrichtung				28.785,00
			1	Baustelleneinrichtung, allgemein	0,1	psch	180.580,00	18.060,00
			2	Bauzeitliche Verkehrssicherung (Schilder, Zäune)	1	psch	1.100,00	1.100,00
			3	Beweissicherung	1	psch	550,00	550,00
			4	Schachtscheine einholen	1	psch	550,00	550,00
			5	LAGA Analyse, Nachweis Entsorgungswege	1	psch	2.750,00	2.750,00
			6	Bestandseinmessung	1	psch	550,00	550,00
			7	Schutzeinrichtungen	1	psch	2.200,00	2.200,00
			8	Grenzpunktsicherung	1	psch	550,00	550,00
			9	Hochwassermaßnahmeplan	1	psch	660,00	660,00
			10	Kehrmaschine	10	h	126,50	1.265,00
			11	Schlussdokumentation	1	psch	550,00	550,00
		594		Abbruchmaßnahmen				29.700,00
			1	Abbruch Wehranlage, Abtransport Beton und Bruchsteine zur Verwertung	450	m ³	66,00	29.700,00
				Zusammenfassung Baukosten				
				Zwischensumme Baukosten				209.365,00
				unvorhersehbare, nicht erfasste Leistungen, 10 %				20.900,00
				Gesamtsumme Baukosten, gerundet, netto				230.000,00
				Mehrwertsteuer, 19%				43.700,00
				Summe Baukosten, brutto				273.700,00
				Zusammenfassung Baunebenkosten				
				Objektplanung §41 HOAI 2013, HZ II unten, anrechenbare Kosten: 230.000 €, gerundet				22.800,00
				örtliche Bauüberwachung, 3 % der Baukosten				6.900,00
				Tragwerksplanung §51 HOAI 2013 HZ II unten, anrechenbare Kosten: 11.000 € (Ansatz Schwellenwert Tab. 25.000 €)				3.300,00
				Baugrund-/Bauwerkserkundung, pauschal				5.000,00
				Vermessung, pauschal				3.000,00
				natur-schutzfachliche Planungen/Untersuchungen, pauschal				5.000,00
				Nebenkosten, 5 %				2.300,00
				Summe Baunebenkosten, gerundet, netto				48.300,00
				Mehrwertsteuer, 19 %				9.177,00
				Summe Baunebenkosten, brutto				57.477,00

Die Kosten für die durch den AG zu erbringenden Leistungen der Kostengruppe 100 sind in der Kostenermittlung nicht enthalten.

Kostenschätzung nach DIN 276

Baukosten Var. 3: Teilumbau des Wehres in einen Raugerinnebeckenpass 1:10

Gruppe	Untergruppe	Position	Unterposition	Bezeichnung	Menge	Einheit	Kosten- ansatz	Kosten
						[ME]	[€/ME]	[€]
200				Herrichten und Erschließen				220,00
	210			Herrichten				220,00
			1	Gelände von Bewuchs freilegen	40	m ²	5,50	220,00
			2	Sedimententnahme und -entsorgung, Kostenzusammensetzung siehe Teil 1	0	m ³	98,00	-
500				Außenanlagen				182.185,00
	520			Befestigte Flächen				6.600,00
			1	Wiederherstellung Oberfläche rechter Wehrbereich	200	m ²	33,00	6.600,00
	530			Baukonstruktion in Außenanlagen				134.460,00
	538			Wasserbauliche Anlagen				134.460,00
			1	Abtrag Unterbau Wehrkörper, Abtransport und Entsorgung	220	m ³	66,00	14.520,00
			2	Aushub Sohlbereich für Sohlbefestigung, Abtransport und Verwertung	100	m ³	30,00	3.000,00
			3	Aushub Sohlbereich für Sohlbefestigung, Wiedereinbau als Sohlsubstrat	160	m ³	20,00	3.200,00
			4	Trennwand als Stahlbetonstützmauer, Komplettleistung: anteil. Erdbau, Beton, Schalung, Bewehrung usw.	53	m ³	440,00	23.232,00
			5	Sohlpflaster im Anschluss zum Wehr liefern und einbauen, in Beton	23	m ²	132,00	3.036,00
			6	Unterbaumaterial liefern und einbauen	12	m ³	38,50	462,00
			7	Wasserbausteine als Sohl-sicherung/Steinschüttung d = 0,8 m	570	t	33,00	18.810,00
			8	Zulage für Nachpacken/Setzen Beckenstruktur	45	m	220,00	9.900,00
			9	Sanierung linke Wehrwange	1	psch	3.300,00	3.300,00
			10	Sanierung verbleibender Wehrkörper	800	m ²	55,00	44.000,00
			11	Wasserhaltung	1	psch	11.000,00	11.000,00
	570			Pflanz -und Saatflächen				2.750,00
			1	Ersatzpflanzung	1	psch	2.750,00	2.750,00
	590			Sonstige Maßnahmen für Baukonstruktionen				38.375,00
	591			Baustelleneinrichtung				25.835,00
			1	Baustelleneinrichtung, allgemein	0,1	psch	156.570,00	15.660,00
			2	Bauzeitliche Verkehrssicherung (Schilder, Zäune)	1	psch	1.100,00	1.100,00
			3	Beweissicherung	1	psch	550,00	550,00
			4	Schachtscheine einholen	1	psch	550,00	550,00
			5	LAGA Analyse, Nachweis Entsorgungswege	1	psch	2.200,00	2.200,00
			6	Bestandseinmessung	1	psch	550,00	550,00
			7	Schutzeinrichtungen	1	psch	2.200,00	2.200,00
			8	Grenzpunktsicherung	1	psch	550,00	550,00
			9	Hochwassermaßnahmeplan	1	psch	660,00	660,00
			10	Kehrmaschine	10	h	126,50	1.265,00
			11	Schlussdokumentation	1	psch	550,00	550,00
	594			Abbruchmaßnahmen				12.540,00
			1	Abbruch Wehrbefestigung, Abtransport Beton und Bruchsteine zur Verwertung	190	m ³	66,00	12.540,00
				Zusammenfassung Baukosten				
				Zwischensumme Baukosten				182.405,00
				unvorhersehbare, nicht erfasste Leistungen, 10 %				18.200,00
				Gesamtsumme Baukosten, gerundet, netto				201.000,00
				Mehrwertsteuer, 19%				38.190,00
				Summe Baukosten, brutto				239.190,00
				Zusammenfassung Baunebenkosten				
				Objektplanung §41 HOAI 2013, HZ II unten, anrechenbare Kosten: 201.000 €, gerundet				20.600,00
				örtliche Bauüberwachung, 3 % der Baukosten				6.000,00
				Tragwerksplanung §51 HOAI 2013 HZ II unten, anrechenbare Kosten: 70.000 €				7.500,00
				Baugrund-/Bauwerkserkundung, pauschal				5.000,00
				Vermessung, pauschal				3.000,00
				natur-schutzfachliche Planungen/Untersuchungen, pauschal				5.000,00
				Nebenkosten, 5 %				2.355,00
				Summe Baunebenkosten, gerundet, netto				49.500,00
				Mehrwertsteuer, 19 %				9.405,00
				Summe Baunebenkosten, brutto				58.905,00

Die Kosten für die durch den AG zu erbringenden Leistungen der Kostengruppe 100 sind in der Kostenermittlung nicht enthalten.

Anlage 6-1: Kostenschätzung Entschlammung

Basiswerte der Kostenschätzung

Entwässerung	nach DWA M362-1 mittlerer Ansatz	15 €/t TS
Entnahme mittels Saugbagger	vorerst Annahme	9 €/m³
Entwässerung auf TS	nach DWA M362-1	55 %
Transport	vorerst Annahme, abhängig von Entsorgungsort	14 €/m³
Entsorgung / Verwertung durch Verbrennung und Deponierung der Asche	nach DWA M362-1 mittlerer Ansatz	125 €/t TS
Anfahrt/Baustelleneinrichtung	pauschal	1500 €

Kostenschätzung Entschlammung

	Schlamm- menge	TS	Masse TS	Anfahrt/ Baustellen- einrichtung	Entnahme mittels Saugbagger	Entwässerung	reduzierte Menge	Transport	Entsorgung / Verwertung	Summe gerundet inkl. 10% Unvorhergesehenes und 10% Baunebenkosten	spezifisch	spezifisch
	[m³]	[%]	[t]		[€]	[€]	[m³]	[€]	[€]	[€]	[€/m³]	[€/t TS]
1 – WKA Blankenberg	2	53,9	1,1	1500	18	16	2	27	135	2000	1000	1855
2 – Blumenaumühle	900	16,9	152,1	1500	8100	2282	277	3872	19013	41700	46	274
3 – Sparnberger Mühle	50	11,2	5,6	1500	450	84	10	143	700	3500	70	625
4 – Kühnmühle	800	40,6	324,8	1500	7200	4872	591	8268	40600	74900	94	231
5 – Steinmühle	50	31,9	16,0	1500	450	239	29	406	1994	5500	110	345
6 – Lamitzmühle	600	15,6	93,6	1500	5400	1404	170	2383	11700	26900	45	287
7 – Joditzmühle	25	34,1	8,5	1500	225	128	16	217	1066	3800	152	446
8 – Fattigsmühle	1800	53,7	966,6	1500	16200	14499	1757	24604	120825	213200	118	221
9 – Obere Mühle	350	38,2	133,7	1500	3150	2006	243	3403	16713	32100	92	240
10 – Hospitalmühle	700	23	161,0	1500	6300	2415	293	4098	20125	41300	59	257
Gesamt	5277	35	1863,0	15000	47493	27944	3387	47421	232869	444900	84	239

Anlage 6-2: Kostenschätzung Entnahme Grobsediment

Basiswerte der Kostenschätzung

Entwässerung	nach DWA M362-1	2,5 €/m³
Entnahme mittels Grabenlöffel an Trägergerät	nach DWA M610 mittlerer Ansatz	9 €/m³
Entwässerung vor Ort auf TS	geschätzt	80 %
Transport / Einsatz vor Ort	nach DWA M610 geringer Ansatz	2 €/m³
Einfacher Wiedereinbau	nach DWA M610 geringer Ansatz	9 €/m³
Anfahrt/Baustelleneinrichtung	bereits für Baumaßnahme vorhanden	€
Abtransport für Verwertung	vorerst Annahme, abhängig von Entsorgungsort	14 €/m³

Kostenschätzung Sedimententnahme

	Schlamm- menge [m³]	TS [%]	Masse TS [t]	Anfahrt/ Baustellen- einrichtung	Entnahme mittels Grabenlöffel an Trägergerät [€]	Entwässerung [€]	reduzierte Menge [m³]	Transport [€]	Einfacher Wiedereinbau [€]	Summe gerundet exkl. Baustelleneinrichtung, Unvorhergesehenes, Baunebenkosten [€]	spezifisch [€/m³]	spezifisch [€/t TS]
1 – WKA Blankenberg												
2 – Blumenaumühle												
3 – Sparnberger Mühle												
4 – Kühnmühle												
5 – Steinmühle												
Wiedereinbau	540			0	4860			1080	4860	10800	20	
Abtransport/Verwertung	210			0	1890	525	168	2352	1512	6300	30	
6 – Lamitzmühle												
7 – Joditzmühle												
8 – Fattigsmühle												
9 – Obere Mühle												
10 – Hospitalmühle												
Gesamt	750			0	6750			3432	6372	17100	23	