

Monitoring für ausgewählte Fließ- und Standgewässer des Leipziger Gewässerverbundes unter dem Aspekt der Erfassung der Motorbootemission und deren Auswirkungen



Zwischenbericht 2011

Auftraggeber: Stadt Leipzig
Amt für Stadtgrün und Gewässer
Abteilung Wasserwirtschaft/Flächenmanagement
Prager Straße 118-136
04317 Leipzig

Auftragnehmer: ECOSYSTEM SAXONIA GmbH
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden
Dipl.-Biol. Johannes Kranich
Dr. Klaus-Peter Lange

Nachauftragnehmer: BGD GmbH
Tiergartenstraße 48
01219 Dresden
Dr. Ina Guderitz

Projektnummer: P114023GB.1464.DD1

Dresden, 29. Februar 2012

Inhaltsverzeichnis

1	AUFGABE UND ZIELSTELLUNG	6
2	ANALYTISCHE METHODEN.....	9
3	ERGEBNISSE DES MONITORINGS IN TAGEBAUSEEN – VORUNTERSUCHUNG COSPUDENER SEE	11
3.1	Methoden und Durchführung	11
3.2	Ergebnisse.....	13
3.2.1	Freiwasser	13
3.2.2	Schwebstoffe	14
3.2.3	Sediment.....	16
4	ERGEBNISSE DES MONITORINGS IN FLIEßGEWÄSSERN – VORUNTERSUCHUNGEN	19
4.1	Methoden und Durchführung	19
4.2	Ergebnisse.....	23
5	ÜBERARBEITUNG DES MONITORINGKONZEPTS.....	25
5.1	Untersuchung Tagebauseen.....	25
5.1.1	Monitoring im Cospudener See und Fortsetzung der Methodentestung	25
5.1.2	Weitere Recherche zu alternativer Filtrationsmethode und als optionale Leistung die Anwendung im Cospudener See.....	26
5.1.3	Monitoring im Markkleeberger See	26
5.1.4	Basisuntersuchungen der Sedimente in weiteren Seen	27
5.2	Monitoring Bootsnutzung Cospudener See.....	27
5.3	Monitoring Fließgewässer	28
6	ZUSAMMENFASSUNG	29
7	LITERATUR	30

Abbildungsverzeichnis

Abb. 3-1:	Karte der Messstellen im Cospudener See mit Tiefenisohipsen des Sees	12
Abb. 3-2:	Schwebstofffallen beim Einsatz im Cospudener See.....	12
Abb. 3-3:	Sedimentfallen nach 3,5 Wochen Expositionsdauer (links: RCS5 – Hafenbereich, rechts: RCS 3 – Südbereich).....	14
Abb. 3-4:	PAK-Konzentration in der Schwebstoffprobe RCS 5 (Hafenbereich) des Cospudener Sees	15
Abb. 3-5:	Sedimentliner an der Messstelle RCS 2 im Cospudener See (rechts: Ausschnitt der oberen Schicht).....	16
Abb. 3-6:	PAK-Konzentrationen in den Sedimentproben des Cospudener Sees	18
Abb. 4-1:	Karte der Messstellen an den Fließgewässern.....	20
Abb. 4-2:	Aufbau der Sedimentfallen für die Fließgewässer und Foto beim Einsatz im Karl-Heine-Kanal (MS-2)	21
Abb. 4-3:	Proben der Messstellen 1 und 2 vom Karl-Heine-Kanal	22
Abb. 4-4:	Proben der Messstellen 3 und 4 aus der Weißen Elster	23
Abb. 4-5:	Proben der Messstellen 5 und 6 aus dem Floßgraben	23

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Analysenmethoden (Wasser)	9
Tab. 2-2: Analysenmethoden (Sediment, Trübstoffe aus Sedimentfallen)	10
Tab. 3-1: Beschaffenheit der untersuchten Sedimentproben aus dem Cospudener See ...	17
Tab. 4-1: Messstellen des Monitorings an den Fließgewässern.....	19
Tab. 4-2: Voruntersuchung der Fließgewässer	22
Tab. 4-3: Ermittelte Masse von Schwebstoffen in den Fließgewässern (Sedimentfallen nach einem Tag Expositionsdauer)	24
Tab. 4-4: Glühverlust, Aluminium und Eisen in den Schwebstoffproben der Fließgewässer.....	24

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1: Probenahme-Protokolle und Tiefenprofile
- Anlage 2: Ergebnisse chemischen Analysen (Prüfbericht 0212/4)

Abkürzungen

BG	Bestimmungsgrenze
BTEX	Stoffgruppe aromatischer Kohlenwasserstoffe <u>B</u> enzol, <u>T</u> oluol, <u>E</u> thylbenzol und <u>X</u> ylole
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
OS	Originalsubstanz
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
TS	Trockensubstanz

1 Aufgabe und Zielstellung

Mit den zunehmenden Möglichkeiten der wassertouristischen Nutzung im Gewässerverbund der Region Leipzig verändern sich die anthropogenen Belastungen der vom Wassertourismus betroffenen Gewässer. Entsprechend den unterschiedlichen Nutzungsarten und -intensitäten und den differenzierten Empfindlichkeiten der Gewässer können sich diese Belastungen unterschiedlich auswirken. Dabei besteht das Ziel, nachhaltig die Entwicklung des Wassertourismus und die Sicherung eines guten ökologischen Zustands bzw. Potenzials der Gewässer in Übereinstimmung zu entwickeln.

Mit dem begonnenen Monitoring werden die Auswirkungen von Motorbootemissionen über mehrere Jahre beobachtet und analysiert. Grundlage des Monitorings bilden die vorliegenden Studien zur

- Konzeption zur nachhaltigen Nutzung der Tagebauseen In der Region Leipzig (ECOSYSTEM SAXONIA, DESCON 2008) und der
- Optimierung der Emissionsbelastung der Fließ- und Verbindungsgewässer des Leipziger Gewässerverbundes durch die Motorbootnutzung (ECOSYSTEM SAXONIA 2009).

Im Rahmen dieser Studien wurden die zu erwartenden Stoffkomponenten aus der Nutzung mit Motorbooten, die eine Schadstoffbelastung für die Fließgewässer und Tagebauseen darstellen können, herausgearbeitet. Unter Beachtung der unterschiedlichen Empfindlichkeiten von Fließ- und Standgewässern mussten tolerable Belastungen zur Sicherung des guten ökologischen Potenzials bzw. Zustandes der Gewässer abgeschätzt werden. Daraus ergaben sich Empfehlungen für die Zulassung der Motorbootnutzung und für die Bewirtschaftung.

Aus der Motorbootnutzung resultieren vor allem Belastungen aus den Schadstoffgruppen

- Mineralölkohlenwasserstoff (MKW)
- BTEX und
- PAK,

die insbesondere über den Verbrennungsprozess und den Umgang mit den Kraftstoffen in die Gewässer gelangen. Für BTEX und PAK liegen praktikable Bestimmungsmethoden vor, die Nachweise bis in den toxischen Wirkungsbereich ermöglichen. Für die MKW-Bestimmung gibt es dagegen keine übliche DIN-Methode oder einer gleichwertige Methode, welche eine adäquate Bewertung ermöglicht.

Die Abstimmungen zu den Methoden erfolgten in enger Kooperation mit dem Labor der ERGO Umweltinstitut GmbH. Eine Option, verschiedene Kohlenwasserstoffe spezifisch nachzuweisen, ist ein spezifischer „GC-Run“, d.h. eine gaschromatografische Analyse auf MKW-spezifische aliphatische und aromatische Substanzen und deren Abbauprodukte. Bei der Voruntersuchung 2011 im Cospudener See wurde dieses Screening auf seine Eignung für das Monitoring geprüft.

Die Schadstoffe werden überwiegend aus der Gasphase der Abgase in die gelöste Phase oder an Partikel gebunden eingetragen. Über die Anlagerung an Schwebstoffe, das

Absinken ins Sediment bzw. die Aufnahmen in die Nahrungsketten können sich die Stoffe akkumulieren. In der Literatur liegen Kenntnisse vor, dass sich diese Verbindungen insbesondere schädlich auf das Makrozoobenthos, das Zooplankton und die Fischbesiedlung auswirken können. Bei der Bewertung ist zu beachten, dass die Erfahrungen zum Eintrag aus Motorbooten und zum Stoffumsatz hinsichtlich der Schadstoffe bei Tagebauseen gering sind. Die Tagebauseen stellen eine Besonderheit dar, da sie durch den bergbaubedingten Einfluss meist einen geringen Trophiegrad und eine geringe Pufferkapazität aufweisen. Durch geringe Stoffumsatzkapazität, wenig Schwebstoffe und hohe Aufenthaltszeiten ist davon auszugehen, dass sie empfindlich auf Schadstoffbelastungen reagieren. Vorliegende Erkenntnisse z.B. vom Bodensee lassen sich deshalb nur eingeschränkt übertragen. Die Fließgewässer prägen im Gegensatz zu den Tagebauseen ständige Stoff- und Sedimenttransportprozesse und in Abhängigkeit der biologischen Aktivität meist höhere Umsatzprozesse.

Im Ergebnis der Studien zu den Seen und Fließgewässern (ECOSYSTEM SAXONIA, DESCON 2008 und ECOSYSTEM SAXONIA 2009) wurden Richtwerte für die Schadstoffbelastung erarbeitet, die für

- Seen, abgeleitet aus der chronischen Ökotoxizität, eine Gesamtbelastung von
 - 0,010 mg/l MKW
 - 0,010 mg/l BTEX
 - 0,003 µg/l PAK
- Fließgewässer eine Zusatzbelastung von
 - 0,025 mg/l MKW
 - 0,010 mg/l BTEX
 - 0,01 µg/l PAK

annehmen.

Das Bearbeitungskonzept für das Monitoring ist vorerst für eine Laufzeit von 2011 bis 2014 angelegt. Das Konzept beinhaltet Voruntersuchungen im Jahr 2011, Basisuntersuchungen, Monitoring und Erfassung der Nutzungsintensität im Jahr 2012 sowie Monitoring und Erfassung der Nutzungsintensität von 2013 bis 2014.

Die vorliegenden Ergebnisse der Voruntersuchungen betreffen die technische und analytische Erprobung der Methoden zur Untersuchung von Freiwasser, Schwebstoffen und Sediment am Cospudener See sowie die Untersuchung von Schwebstoffen in den Fließgewässern Weiße Elster, Karl-Heine-Kanal und Floßgraben.

Die Fließgewässer im Leipziger Gewässersystem weisen bereits eine erhöhte Vorbelastung mit den Schadstoffkomponenten MKW, BTEX und PAK auf (ECOSYSTEM SAXONIA 2009). Bei der Bewertung sind die Hintergrundbelastungen für die zusätzlich tolerierbare eingetragene Schadstoffbelastung zu beachten.

Der Cospudener See wurde für die Voruntersuchungen des Monitorings ausgewählt, da hier durch die vorhandene Nutzung das Ausmaß der Belastungen nachweisbar sein sollte. Der Tagebau Cospuden wurde von 1981 bis 1992 betrieben (Ecosystem Saxonia GmbH /

DesCon 2008). Der heute neutrale See entstand durch Flutung mit Grundwasser und Tagebausümpfungswasser aus den Tagebauen Zwenkau und Profen. Der See ist oligotroph und unterliegt dem fischereilichen Ziel eines Maränensees. Seit dem Jahr 2000 kann der See touristisch genutzt werden und hat sich zu einem wichtigen Naherholungsziel entwickelt. In Ecosystem Saxonia GmbH / DesCon 2008 wurde von jährlich 500.000 Besuchern ausgegangen. Über das Waldbad Lauer und den Floßgraben besteht mittlerweile eine schiffbare Anbindung an das Leipziger Gewässernetz, die bis zum Zwenkauer See noch erweitert wird. Bei den Untersuchungen wird darauf geachtet, Bereiche stärkerer Nutzung (Hafen) und geringerer Nutzung zu erfassen.

Die Rahmenbedingungen für die Bootsnutzung auf den Fließgewässern im Leipziger Gewässerverbund sind in 10 Regeln festgeschrieben (Grüner Ring Leipzig, Stand 2012). Für die Motorbootnutzung ist Regel 5 ausschlaggebend. Danach ist Motorbootverkehr auf Abschnitten der Weißen Elster und der Pleiße, dem Elster- und Pleißeflutfbett, dem Karl-Heine-Kanal, im Lindenauer Hafen, und auch auf bestimmten Verbindungskanälen zwischen den Seen möglich. Die Motorbootnutzung im Bereich des Leipziger Neuseenlandes bedarf jedoch einer wasserrechtlichen Genehmigung, die bei den zuständigen Wasserbehörden der Stadt Leipzig und den Landratsämtern eingeholt werden kann. Nach einer erfolgreichen Testphase und mit einer Übergangsregelung für den Bootsbestand werden zukünftig wasserrechtliche Genehmigungen nur für Motorboote erteilt, die die Typenkriterien des LeipzigBoots erfüllen (Grüner Ring Leipzig, Stand 2012). Das entwickelte LeipzigBoot besitzt einen emissionsarmen Antrieb, einen geringen Tiefgang und eine verminderte Wellenbildung, um einen umweltverträgliche Nutzung zu gewährleisten.

Mit dem begonnenen Monitoring wird erfasst, ob die vorliegende Nutzung mit Motorbooten zu kritischen Belastungen bzw. Belastungserhöhungen mit organischen Schadstoffen auf den Gewässern des Leipziger Gewässerverbundes führt. Damit besteht das Ziel, die in den Studien/Gutachten:

- Konzeption zur nachhaltigen Nutzung der Tagebauseen In der Region Leipzig (ECOSYSTEM SAXONIA, DESCON 2008) und der
 - Optimierung der Emissionsbelastung der Fließ- und Verbindungsgewässer des Leipziger Gewässerverbundes durch die Motorbootnutzung (ECOSYSTEM SAXONIA 2009).
- ausgewiesenen Zielgrößen und Bemessungswerte zu verifizieren.

2 Analytische Methoden

Zur analytischen Bestimmung der relevanten Stoffe, die aus der Motorbootnutzung in die Gewässer eingetragen werden können bzw. die zur Bewertung der Messungen erforderlich sind wurden folgende Methoden angewendet.

Tab. 2-1: Analysenmethoden (Wasser)

Parameter	Methode	Einheit	Bestimmungsgrenze
Trockenmasse	DIN 38414-S2	%	-
Glühverlust	DIN 38414-S3	%TS	-
pH-Wert	DIN 38 404 - C5	-	-
El. Leitfähigkeit	DIN EN ISO 27 888	µS/cm	-
abfiltrierbare Stoffe°	DIN 38409-H2-2	mg/L	1 *
Aluminium, gesamt°	DIN EN ISO 11885 nach Säureaufschluss	mg/L	0,1
Eisen, gesamt°	DIN EN ISO 11886 nach Säureaufschluss	mg/L	0,02
BTEX °*	DIN 38407-F9		
Benzol	(Headspace)	[µg/L]	0,5
Toluol		[µg/L]	0,5
Ethylbenzol		[µg/L]	0,5
m,p-Xylol		[µg/L]	0,5
o-Xylol		[µg/L]	0,5
weitere Aromaten°	DIN 38407-F9		
Styrol	(Headspace)	[µg/L]	0,5
Cumol(Isopropylbenzol)		[µg/L]	0,5
1,3,5-Trimethylbenzol		[µg/L]	0,5
1,2,4-Trimethylbenzol		[µg/L]	0,5
1,2,3-Trimethylbenzol		[µg/L]	0,5
2-Ethyltoluol		[µg/L]	0,5
3-Ethyltoluol		[µg/L]	0,5
4-Ethyltoluol		[µg/L]	0,5
n-Propylbenzol		[µg/L]	0,5
tert.-Butylbenzol		[µg/L]	0,5
sek.-Butylbenzol		[µg/L]	0,5
n-Butylbenzol		[µg/L]	0,5
1,2,4,5-Tetramethylbenzol		[µg/L]	0,5
Aliphaten°	DIN 38407-F9		
n-Pentan	(Headspace)	[µg/L]	0,5
n-Hexan		[µg/L]	0,5
n-Heptan		[µg/L]	0,5
n-Octan		[µg/L]	0,5
n-Nonan		[µg/L]	0,5
n-Decan		[µg/L]	0,5
n-Undecan		[µg/L]	0,5

Parameter	Methode	Einheit	Bestimmungsgrenze
n-Dodecan		[µg/L]	0,5
n-Tridecan		[µg/L]	0,5
PAK nach EPA °	entspr. EPA 610		
Naphthalin	(Extrakt. mit Cyclo-	[µg/L]	0,005
Acenaphthylen	hexan)	[µg/L]	0,005
Acenaphthen		[µg/L]	0,005
Fluoren		[µg/L]	0,005
Phenanthren		[µg/L]	0,005
Anthracen		[µg/L]	0,005
Fluoranthren		[µg/L]	0,005
Pyren		[µg/L]	0,005
Benzo(a)anthracen		[µg/L]	0,005
Chrysen		[µg/L]	0,005
Benzo(b)fluoranthren		[µg/L]	0,005
Benzo(k)fluoranthren		[µg/L]	0,005
Benzo(a)pyren		[µg/L]	0,005
Indeno(1,2,3-cd)pyren		[µg/L]	0,005
Dibenzo(a,h)anthracen		[µg/L]	0,005
Benzo(ghi)perylene		[µg/L]	0,005

° unfiltrierte Probe analysiert

Tab. 2-2: Analysenmethoden (Sediment, Trübstoffe aus Sedimentfallen)

Parameter	Methode	Einheit	Bestimmungsgrenze (BG)
Trockensubstanz (bez. auf Feuchtmasse)	DIN 384014-S2	% FM	-
Glühverlust (bez. auf Trockenmasse)	DIN 38414-S3	% TS	-
BTEX, weitere Aromaten, Aliphaten (Einzelverbindungen, siehe Tabelle 2-1)	DIN 38407-F9 (Headspace)	mg/kg TS	0,4 - 0,9 [#]
PAK (nach EPA) (Einzelverbindungen, siehe Tabelle 2-1)	entspr. EPA 610, Extrakt. mit Cyclohexan	mg/kg TS	0,02 - 0,01 [#]
Gesamt-Konzentrationen *(nach Königswasseraufschluss DIN EN 13346, Meth. C (Mikrowellenaufschluss))			
Eisen	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	0,7
Aluminium	DIN EN ISO 11885	mg/kg TS	3

[#] BG ist probenspezifisch, da abhängig von Trockenmasse

3 Ergebnisse des Monitorings in Tagebauseen – Voruntersuchung Cospudener See

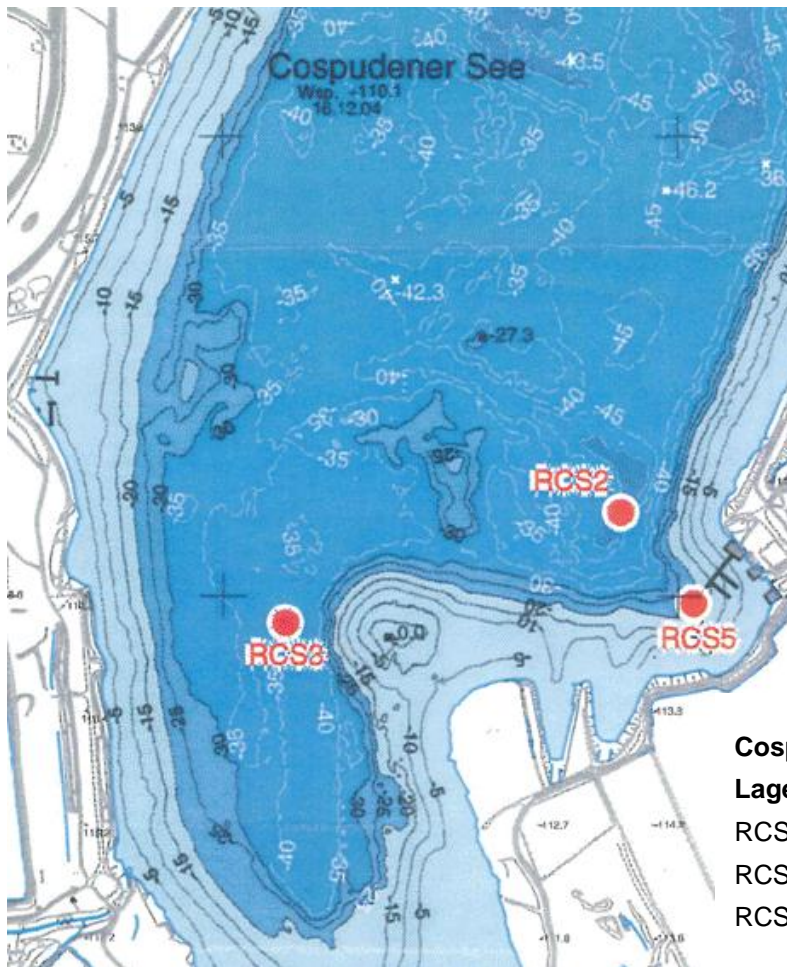
3.1 Methoden und Durchführung

Der Cospudener See wurde als Ausgangspunkt für die Methodenerprobung des Monitorings zur Motorbootnutzung ausgewählt, da:

- das Gewässer bereits einer Nutzung unterliegt (Passagierschiffe mit Dieselmotoren, Beimotoren (Elektro) der Segelboote, Motorbootnutzung),
- durch den Anschluss über das Waldbad und den Floßgraben die Ankopplung der wassertouristischen Nutzung im Gewässerverbund realisiert wurde,
- durch verschiedene Nutzungsbereiche insbesondere im Vergleich zum Hafen unterschiedliche Belastungen zu erwarten sind,
- die tatsächliche Nutzung erfasst werden kann und zeitlich differenzierte Belastungen auftreten sollten,
- sich mit der künftigen Anbindung an den Zwenkauer See die touristische Bedeutung weiter erhöhen kann,
- das Gewässer einen geringeren Eisen- und Aziditätseintrag und eine sehr hohe Empfindlichkeit aufweist.

Die Voruntersuchungen im Cospudener See beinhalteten Analysen im Freiwasser (26.10.2011), Sedimentuntersuchungen an drei Messstellen (26.10.2011) und die Methodentestung und Schwebstoffgewinnung mit Sedimentfallen. Die Lage der Messstellen geht aus der Abb. 3-1 hervor. Die Schwebstofffallen (Abb. 3-2) wurden an den Messstellen am Hafen (RCS 5) und an der Südbucht (RCS 3) mit jeweils drei Fallen ausgebracht, um ausreichend Probenmaterial zu gewinnen. Die Sedimentuntersuchungen erfolgten an allen drei Messstellen mit getrennter Analysen der obersten Schicht (0-0,5 cm) und des darunterliegenden Sedimentes (1-3 cm), um die neuen Schwebstoffablagerungen getrennt von dem bereits optisch abweichenden, tieferen Sediment zu erfassen. Das Freiwasser wurde ebenfalls an allen drei Messstellen untersucht.

Die Sedimentfallen bestehen aus einem Bündel von 4 Sedimentsammelrohren (Durchmesser 7 cm, Fläche pro Röhre: $38,5 \text{ cm}^2$, Fläche pro Sedimentfalle mit 4 Röhren: 154 cm^2), die an einer Leine befestigt sind. Diese ist am Grund mit einem Gewicht beschwert (damit ortskonstant) und an der Wasseroberfläche mit einer Boje gekennzeichnet (siehe Abb. 3-2). Zur Probenentnahme kann das untere Stück der Röhren abgenommen werden.



**Cospudener See –
Lage der Probenahmestellen**
RCS 2: Tiefbereich vor Hafen (50 m)
RCS 3: Übergang zur Südbucht (41 m)
RCS 5: Hafenbereich (24 m)

Abb. 3-1: Karte der Messstellen im Cospudener See mit Tiefenisohipsen des Sees



Abb. 3-2: Schwebstofffallen beim Einsatz im Cospudener See

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Freiwasser

Die Probenahmen im Cospudener See fanden am 25./26.10.2011 statt. Die Probenahme-Protokolle sowie die vor der Probenahme aufgenommenen Tiefenprofile (Multiparameter-sonde MS5 Fa. Hydrolab) für die Parameter Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoff und Redoxpotential befinden sich in Anlage 1.

Die Wasserproben wurden jeweils in 7 m Tiefe entnommen und sind damit typisch für das Epilimnion, das zu diesem Zeitpunkt ca. 15 m mächtig war. Das Epilimnion wies zu diesem Zeitpunkt eine Wassertemperatur von 11,7 °C auf. Die Sauerstoffkonzentration nahm an den Messstellen RCS 2 und 5 mit der Tiefe von 11,1 auf 9,6 mg/l (entspricht 103 – 88 % Sättigung) ab. An der Messstelle im Südbereich (RCS 3) war die Sauerstoff-Konzentration im gesamten Epilimnion mit durchschnittlich 9,6 mg/l (d.h. 88 % Sättigung) geringer als im Hauptbecken des Sees.

Der Cospudener See weist neutrale Verhältnisse auf. Der pH-Wert lag bei der Messung im Oktober bei 7,6. Die hohe Leitfähigkeit von über 1.700 µS/cm ist vor allem auf die bergbaubedingten Sulfatgehalte zurückzuführen. Der Gehalt an Schwebstoffen ist mit 3 bis 4 mg/L sehr gering.

Die Untersuchungen im Freiwasser haben bei den BTEX, weiteren Aromaten und Aliphaten keine Werte über den Bestimmungsgrenzen (je Einzelverbindung: 0,5 µg/l) ergeben. Die PAK (EPA) zeigten in der Summe ebenfalls sehr geringe Konzentrationen. Naphthalin wurde in Spuren zwischen 0,007 und 0,01 µg/L an allen Messpunkten nachgewiesen. Dieser Wertebereich ist wahrscheinlich als Hintergrundbelastung einzuschätzen, was mit dem weiteren Monitoring genauer zu untersuchen ist. Allein an der Messstelle im Hafengebiete wurde darüber hinaus als einzige spezifische Einzelverbindung Phenanthren in einer geringen Konzentration von 0,03 µg/L festgestellt.

Die Ergebnisse geben – wenn auch nur als Einzelergebnisse zu bewerten – einen ersten Hinweis auf die geringe Hintergrundbelastung mit PAK im Seewasser. Diese wurde für mitteleuropäische Regionen mit 1– 50 ng/l, max. 6000 ng/l, angegeben (Höll, 2002) und müsste somit mit der hier angewendeten Analytik erfassbar sein (Bestimmungsgrenze: 5 ng/l je Einzelverbindung).

Eine Bindung und potenzielle Anreicherung der Schadstoffe in den Schwebstoffen bzw. Sedimenten ist insbesondere bei polaren Stoffen wie den PAK eher zu erwarten als Befunde im Wasser selbst. Die Analyse dieser Substanzen im Freiwasser ist für 2012 deshalb nur im Sommer im Cospudener See eingeplant, wo die potentiell größte Belastung zu erwarten wäre.

Die vollständigen Untersuchungsergebnisse sind im Prüfbericht in Anlage 2 dieses Berichtes enthalten.

3.2.2 Schwebstoffe

Die Schwebstofffallen wurden am 01.11.2011 zu je drei Stück pro Messstelle exponiert. Die Fallen sollten zu drei verschiedenen Zeitpunkten beprobt werden, um auf diese Weise Informationen zur geeigneten Expositionsdauer zu erhalten. Die erste diesbezügliche Kontrolle fand am 25.11.2011 statt. Dazu wurde eine Falle pro Messstelle vorsichtig aus dem Wasser gehoben und der Füllstand visuell kontrolliert. Da sich in den 3,5 Wochen Expositionsdauer nur sehr wenig Material gesammelt hatte, das eine analytische Aufarbeitung nicht ermöglichte, wurden die Fallen weiterhin im Gewässer belassen.

Nach weiteren drei Wochen (15.12.11) wurden die Fallen endgültig eingeholt. Das Material aller drei Fallen pro Messstelle (an Messstelle RCS 5 konnten nur 2 Sedimentfallen zurück gewonnen werden) wurde in Probenflaschen vereinigt, luftblasenfrei mit Seewasser aufgefüllt und so gekühlt in Labor transportiert. Im Labor wurden die Proben in 2 l Messzylinder überführt und im Kühlschrank (mit Parafilm bedeckt) ca. 10 h aufbewahrt, bis die Trübstoffe vollständig sedimentierten. Das überstehende Wasser wurde vorsichtig dekantiert, so dass das für die Analysen minimal notwendige Probenvolumen im Zylinder verblieb. Damit wurde eine Anreicherung der Partikel um den Faktor 2-3 erreicht.

Die Proben wurden danach wieder gründlich homogenisiert und die Trübstoffe während der Abfüllung in die verschiedenen Probenflaschen (mittels Schlauchpumpe) auf einem Magnetrührer in Schwebe gehalten. Durch diese Prozedur wurde erreicht, dass für alle Analysen eine identische Probe gewonnen wurde, ohne das zwischenzeitliches Absetzen der Ausgangsprobe zu Fehlern geführt hätte.

Die Schadstoffanalysen wurden in der angereicherten Suspension durchgeführt und anschließend mit Hilfe der TS-Bestimmung auf Konzentrationen in $\mu\text{g/g}$ TS umgerechnet.



Abb. 3-3: Sedimentfallen nach 3,5 Wochen Expositionsdauer (links: RCS5 – Hafenbereich, rechts: RCS 3 – Südbereich)

Die Mengenermittlung für die in der Sedimentfalle gesammelten Schwebstoffe ergab:

Messstelle RCS 3 (Südbucht) 1,07 g TS, d.h. 2,3 mg/cm²
Messstelle RCS 5 (Hafenbereich) 0,69 g TS, d.h. 2,3 mg/cm²

Die Schadstoffanalysen ergaben für die BTEX, Aromaten und Aliphaten (spezifischer GC/HS-Run für Rückstände, Abbauprodukte bei MKW-Verunreinigungen) keine Befunde. Alle Werte lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,7 µg/g TS.

Bezüglich der PAK wurden in den Schwebstoffen der Sedimentfalle aus dem Hafenbereich geringfügige Befunde festgestellt, in der Probe aus dem Südbereich lagen die Konzentrationen aller PAK-Einzelverbindungen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze von 0,007 µg/g TS.

In der Schwebstoffprobe aus dem Hafenbereich war in Summe eine Konzentration von 1,07 µg/g TS enthalten. Die Befunde verteilten sich auf fast alle Einzelverbindungen der PAK, wenn auch nur im Spurenbereich. Den größten prozentualen Anteil nahmen dabei mit 17 bzw. 14 % Fluoranthren und Pyren ein (siehe Abb. 3-4).

Die Ergebnisse können als erster Hinweis auf eine nutzungsbedingte PAK-Belastung gewertet werden. Insbesondere der Negativbefund in der Probe aus der Südbucht lassen atmosphärische Depositionen, die als Quelle solcher Belastungen ebenfalls in Frage kommen, als Ursache ausscheiden. Die Positivbefunde zeigen zudem die stoffliche Bindung und bessere Nachweisbarkeit in den Schwebstoffen im Vergleich zu den Freiwasserproben.

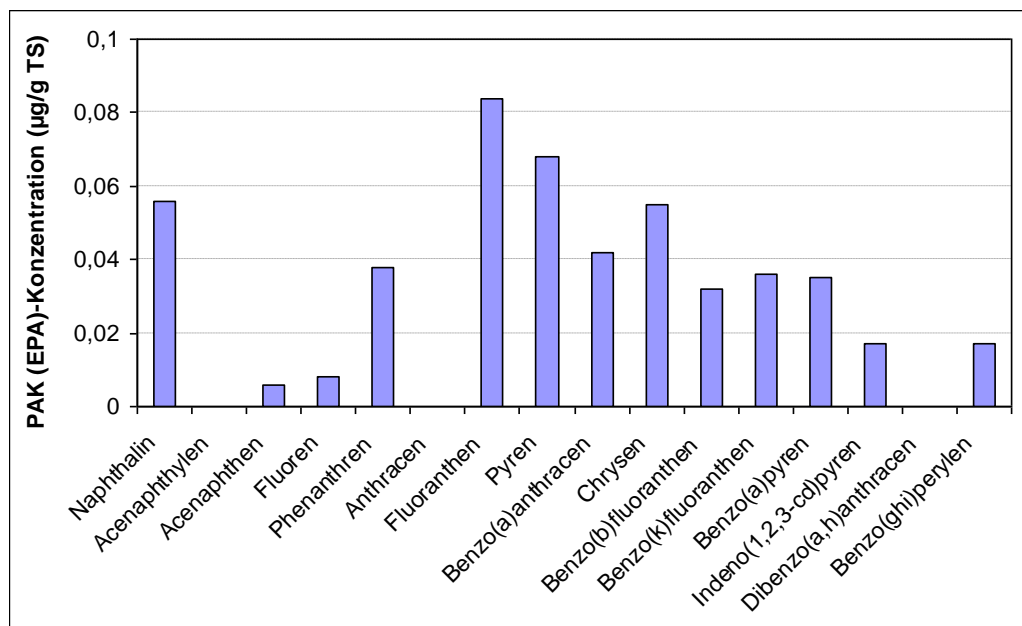


Abb. 3-4: PAK-Konzentration in der Schwebstoffprobe RCS 5 (Hafenbereich) des Cos-pudener Sees

Die im Weiteren geplanten Untersuchungen, insbesondere an Tagebauseen, die bisher noch nicht mit Booten genutzt werden (z.B. Hainer See, Markkleeberger See), die mit

Verbrennungsmotoren betrieben werden, sollen helfen, die Hypothese des bootsbedingten Schadstoffeintrags zu überprüfen und das Ausmaß der Belastung einzuschätzen.

3.2.3 Sediment

Die Sediment-Probenahmen im Cospudener See erfolgten am 26.10.2011. Je Probenahmestelle wurden 5-6 Sedimentliner mittels UWITEC-Sedimentstecher (Fa. UWITEC, Mondsee, 60 cm Länge, durchsichtiges Plexiglas) entnommen. Die Kerne wurden umgehend dicht verschlossen, in Styroporboxen ins Labor transportiert und bis zur weiteren Aufarbeitung am nächsten Tag bei 4°C gelagert.

Zur visuellen Ansprache erfolgte vor der Abtrennung der Horizonte eine fotografische Dokumentation (siehe Abb. 3-5). Anschließend wurden von den Linern die oberen zwei Schichten in den Abständen 0 – 0,5 cm und 1 – 3 cm gewonnen. Die Festlegung der Mächtigkeit dieser beiden untersuchten Schichten erfolgte nach optischer Beurteilung jedes einzelnen Sedimentkerns. Mit der oberen Schicht wurde die geringmächtige Auflage der neuesten Ablagerungen (z.T. abgestorbene organische Substanz, Pflanzenteile) erkennbar. Das darunter liegende Material unterschied sich optisch nur wenig vom gesamten anderen Sedimentmaterial. Es war deutlich durch Eisenhydroxid-Fällungsprodukte charakterisiert und wies eine braun-orangefarbene Färbung auf. Die Farbe schließt ein anaerobes Sediment aus. Nach den Tiefenprofilen lagen noch 50-80 % Sauerstoffsättigung über Grund vor, was den oligotrophen Charakter des Sees unterstreicht.

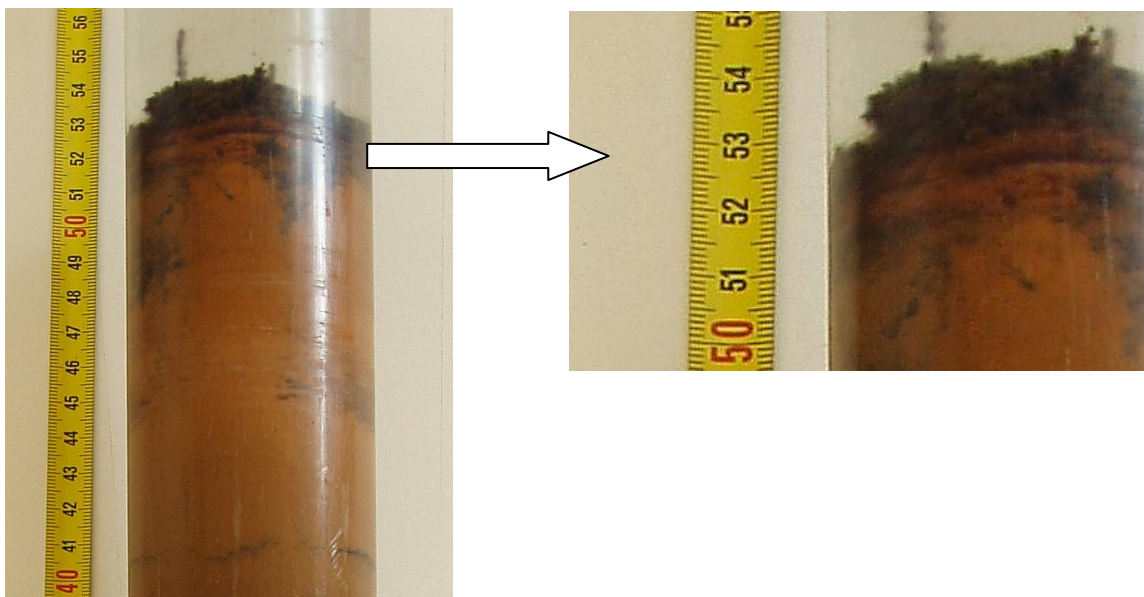


Abb. 3-5: Sedimentliner an der Messstelle RCS 2 im Cospudener See (rechts: Ausschnitt der oberen Schicht)

Die physikalisch-chemischen Analysen bestätigten den sehr hohen Wassergehalt (d.h. geringer Trockensubstanzgehalt) dieser Proben (Tab. 3-1). Die Eisenkonzentration ist in allen Proben mit 11-43 % TS sehr hoch einzuschätzen und macht damit die Charakteristik dieser „Sedimente“ aus. Mit 2-5 % TS ist die Aluminium-Konzentration ebenfalls sehr hoch. Die frische Sedimentauflage weist einen etwas geringeren Eisengehalt auf.

Tab. 3-1: Beschaffenheit der untersuchten Sedimentproben aus dem Cospudener See

Mess- stelle	Entnahme- tiefe	TS % OS	Glühverlust % TS	Eisen, ges. % TS	Aluminium, ges. % TS
RCS 2	0 - 0,5 cm	6	22	16	2
	1-3 cm	5	20	27	5
RCS 3	0 - 0,5 cm	7	22	17	4
	1-3 cm	6	20	43	3
RCS 5	0 - 0,5 cm	12	18	11	2
	1-3 cm	9	15	20	5

Diese Verhältnisse sind typisch für die Sedimente vieler Tagebauseen im Süden Leipzig, in denen eine hohe Eisenfracht mit dem Grundwasser in den See gelangt und dort unter neutralen und aeroben Bedingungen oxidiert und ausgefällt wird.

Die Schadstoffanalysen erbrachten für die BTEX, Aromaten und Aliphaten keine Befunde. Alle Proben wiesen Konzentrationen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze auf, die aufgrund der unterschiedlichen TS-Gehalte in den Proben zwischen 0,5 und 0,9 mg/kg TS schwankte.

Ebenso wie für die Schwebstoffproben wurden für die Sedimente jedoch geringe PAK-Konzentrationen nachgewiesen. Sie unterschieden sich in den jeweils zwei Schichten pro Messstelle nur geringfügig, tendenziell war die Konzentration in der unteren Schicht geringfügig niedriger:

0 – 0,5 cm: 0,24 – 0,35 µg/g TS
1 – 3 cm: 0,085 – 0,33 µg/g TS

Naphthalin und Phenanthren hatten in den meisten Proben den höchsten prozentualen Anteil an der PAK-Summe. Insbesondere in der oberen Schicht war aber auch fast das ganze Spektrum der anderen PAK-Einzelverbindungen vertreten (Abb. 3-6).

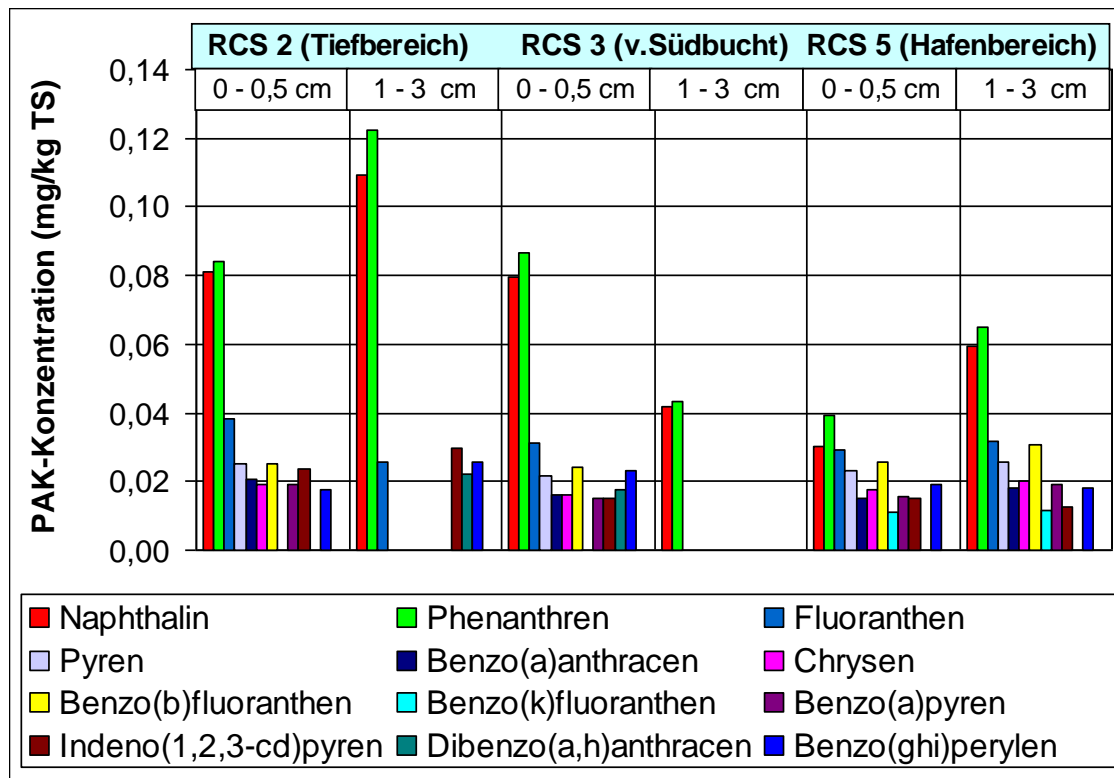


Abb. 3-6: PAK-Konzentrationen in den Sedimentproben des Cospudener Sees

Die Ergebnisse können erst dann als erste Hinweise auf nutzungsbedingte Belastungen gelten, wenn sicher ausgeschlossen wurde, dass es sich dabei nicht um Hintergrundbelastungen durch atmosphärische Depositionen handelt. Dies trifft in gleicher Weise wie bei den ersten Ergebnissen für die Schwebstoff-Untersuchungen zu.

Aus diesem Grunde sollen bei den 2012 durchzuführenden Untersuchungen (siehe Kap. 5) auch andere Tagebauseen mit gleicher Methodik untersucht werden, in denen noch keine Nutzungen mit Booten/Schiffen mit Verbrennungsmotoren eingesetzt haben. Dabei wird interessant, ob sich die absoluten Konzentrationen der PAK unterscheiden und inwieweit sich evtl. andere Verteilungsmuster der einzelnen Substanzen in verschiedenen Seen ausprägen.

4 Ergebnisse des Monitorings in Fließgewässern – Voruntersuchungen

4.1 Methoden und Durchführung

In Vorbereitung der Untersuchung von Fließgewässern wurden Messstellen ausgewählt, die unterschiedliche Nutzungen bzw. Belastungen sowie Stoffumsatz- und Transportprozesse erwarten lassen. Die Messstellen wurden anhand vorliegender Kenntnisse und Erfahrungen ausgewählt und bei einer Begehung am 16.11.2011 vor Ort auf Eignung geprüft. Tab. 4-1 enthält die wesentlichen Informationen zu den Stellen. Anhand der Erfahrungen aus den Schwebstoffmessungen im Cospudener See und durch vorliegende Kenntnisse zu Schwebstofffallen wurden die Fließgewässerfallen im Dezember 2011/Januar 2012 angefertigt und in einem Fließgewässer getestet. Aus logistischen Gründen und zur besseren Vergleichbarkeit der Daten wurden sofort alle sechs erforderlichen Fallen für das Monitoring in den Fließgewässern angefertigt. Der Einsatz an den Messstellen erfolgte vom 23.01. zum 24.01.2012.

Tab. 4-1: Messstellen des Monitorings an den Fließgewässern

Messstelle	Gewässer	Lage	Bemerkungen
1	Karl-Heine Kanal	Engertstraße	(kein) Abfluss / Austausch, naturferne Struktur, geringe Bootsnutzung
2	Karl-Heine Kanal	Erich-Zeigner-Allee	Geringer Abfluss / Austausch, nahe Weiße Elster, naturferne Struktur, Bootsnutzung
3	Weiße Elster	Klingerweg (Kanuverein)	Bootsnutzung, 3 km unterhalb MS4
4	Weiße Elster	Pistorisstraße (Geh- und Radwegbrücke)	Starke Transportprozesse, Vorbelastung mit geringer Bootsnutzung, 3 km oberhalb MS4
5	Floßgraben	Weiße Brücke	Im Bereich strukturell hochwertiger Abschnitte
6	Floßgraben	KA Markkleeberg	Strukturell veränderter Bereich

Die Messstellen wurden so ausgewählt, dass verschiedene Nutzungsbereiche und Gewässersituationen widerspiegelt werden. Die Lage der Messstellen zeigt Abb. 4-1. Der Karl-Heine-Kanal bindet linksseitig an die Weiße Elster an. Er weist praktisch keinen Abfluss auf. Das Gewässer weist keine naturnahe Struktur auf. Möglich Belastungen durch einen Motorbootnutzung könnten sich hier aufgrund eines verringerten Stoffaustausches akkumulieren. Dabei sind die stofflichen Austauschprozesse und der Nutzungseinfluss an der Messstelle 2 stärker zu erwarten, als an der 1,3 km entfernten Messstelle 1. Die Lage der Messstelle 4 steht für einen Basiswert der Weiße Elster. Sollte sich die Motorbootnutzung in der Weißen Elster messbar auswirken, wären an der Messstelle 3 am Kanuverein eine Belastungserhöhung zu erwarten. Die Entfernung zwischen den Messstellen beträgt 3,0 km. Der Floßgraben stellt ein strukturell natürlicheres Gewässer dar. Er verbindet die Bootsnutzung von der Pleiße bis in das Waldbad, den Cospudener See und zukünftig auch den Zwenkauer See. Die Messstelle 5 an der Weißen Brücke befindet sich im Bereich strukturell wertvoller Abschnitte und unweit der Mündung in die Pleiße. Die Messstelle 6 bei der Kläranlage Markkleeberg liegt ca. 1,7 km oberhalb. Das Gewässer weist

hier eine stärkere strukturelle Beeinträchtigung auf. Der Ablauf der Kläranlage befindet sich unterhalb.

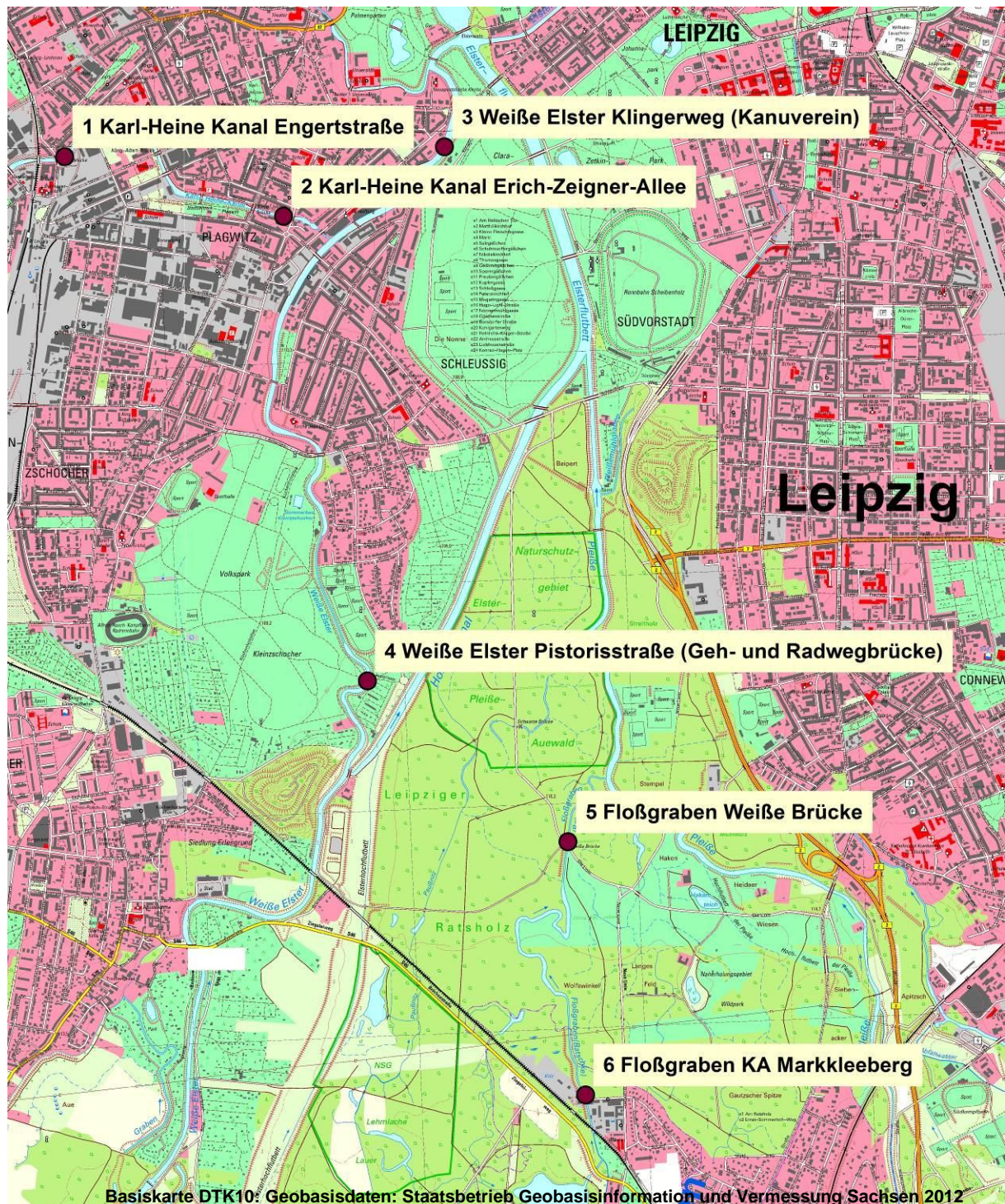


Abb. 4-1: Karte der Messstellen an den Fließgewässern

Die Schwebstofffallen wurden nach dem Prinzip von Röhrenfallen konstruiert. Eine Falle besteht aus 4 PE-Rohren mit einem Durchmesser von je 10 cm, die an einer Eisenstange befestigt wurden (Abb. 4-2). Die Eisenstange dient der Sicherung im Sediment. Die Position der Stange zeigt ein Markierungsband. Im Vergleich zu Tellerfallen haben die Röhrenfallen

den Nachteil, dass effektive Sedimentationsraten nicht korrekt bestimmbar sind. Für die Gewinnung von ausreichend Material für Schwebstoffanalysen werden Röhrenfallen häufig eingesetzt. Dies entspricht auch dem Ziel des Monitorings zur Analyse von Schadstoffen aus der Motorbootnutzung in Schwebstoffen.

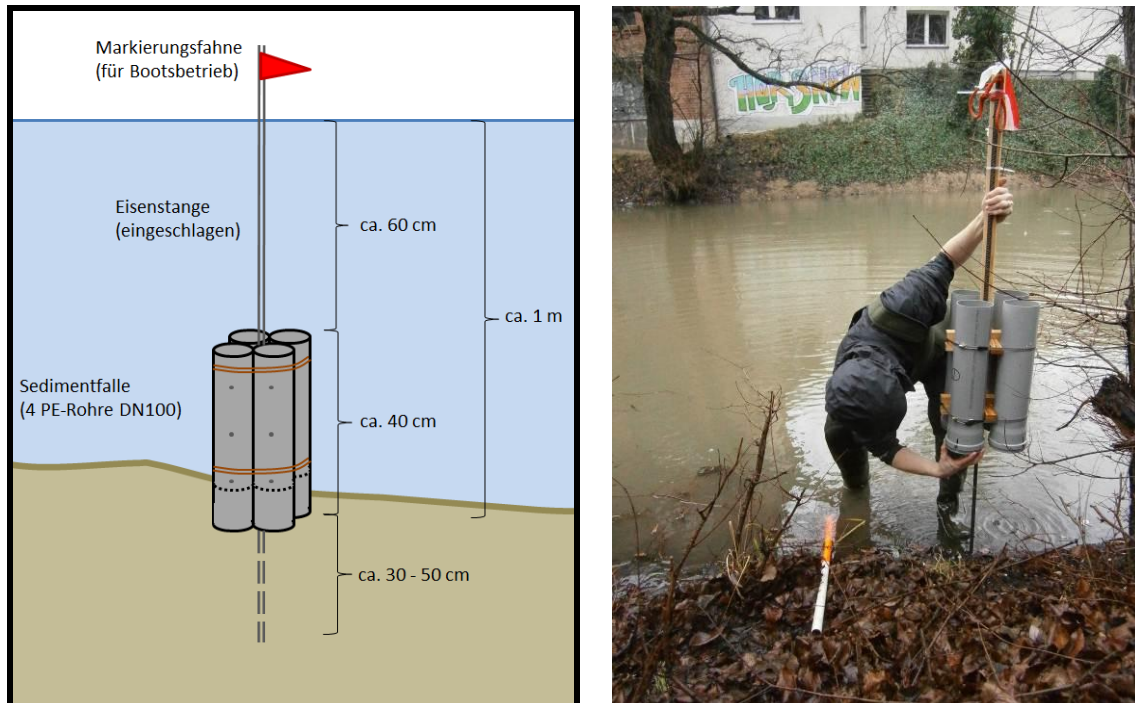


Abb. 4-2: Aufbau der Sedimentfallen für die Fließgewässer und Foto beim Einsatz im Karl-Heine-Kanal (MS-2)

Die Randbedingungen der Messungen zeigt Tab. 4-2. Aus den Erfahrungen des Einsatzes der Schwebstofffallen im Cospudener See und den Kenntnissen zu den Schwebstoffgehalten in den Fließgewässern wurde für die Voruntersuchung statt einer Erfassungszeit von wenigen Stunden eine Expositionszeit von 1 Tag gewählt. Bekanntermaßen war in der Weißen Elster mit höheren Schwebstoffgehalten zu rechnen. Während des Einsatzes lag eine erhöhte Abflussführung mit dem 3-4fachen Mittelwasserabfluss vor. Dabei zeigte sich, dass in der Weißen Elster ein Sedimenttransport in der fließenden Welle einsetzte, der zu einer massiven Ansammlung von Sedimenten in den Fallen führte (Abb. 4-4). Dabei wirkten die hydraulischen Kräfte an der Messstelle 4 am stärksten, so dass selbst grobsandiges Sediment mit erfasst wurde, während an der Messstelle 3 schlammiges bis feinsandiges Sediment überwog. Dagegen konnten im Karl-Heine-Kanal und im Floßgraben für die Analysen geeignete Schwebstoffproben gewonnen werden. Neben den Schwebstoffproben wurden am Entnahmetag auch Proben aus der fließenden Welle zur Bestimmung von Basisparametern genommen.

Tab. 4-2: Voruntersuchung der Fließgewässer

Messstelle	Einbau	Ausbau	Expositionszeit [h]	Bemerkung
1	23.01.2012 11:25	24.01.2012 10:40	23:15	Klarwasser, keine Strömung
2	23.01.2012 11:50	24.01.2012 10:00	22:10	leichte Trübung, keine Strömung
3	23.01.2012 12:15	24.01.2012 11:30	23:15	Trübung, mäßige Strömung (Hochwasser)
4	23.01.2012 12:50	24.01.2012 12:00	23:10	Trübung, hohe Strömung (Hochwasser)
5	23.01.2012 14:25	24.01.2012 14:25	24:00	Klarwasser, kaum Strömung
6	23.01.2012 14:55	24.01.2012 15:15	24:20	Klarwasser, kaum Strömung

Die 4 Einzelproben der Sedimentfallen wurden je Messstelle zu einer Gesamtprobe für die Analysen vereinigt. Die praktische Durchführung der Voruntersuchungen lassen von der Anwendung für das Monitoring folgende Schlussfolgerungen zu, dass:

- die angefertigten Fallen grundlegend geeignet sind, die Schwebstoffe in den Fließgewässern zu erfassen,
- die Expositionszeit im Karl-Heine-Kanal und im Floßgraben unter 1 Tag nicht sinnvoll ist und auf 2 Tage verlängert werden sollte,
- die Erfassung der Schwebstoffe in der Weißen Elster bei erhöhter Wasserführung nicht geeignet ist,
- die folgenden Untersuchungen im Zeitraum von Niedrig- bis Mittelwassersituationen, sowie bei geringer und stärkerer Bootsnutzung erfolgen müssen.



Abb. 4-3: Proben der Messstellen 1 und 2 vom Karl-Heine-Kanal



Abb. 4-4: Proben der Messstellen 3 und 4 aus der Weißen Elster



Abb. 4-5: Proben der Messstellen 5 und 6 aus dem Floßgraben

4.2 Ergebnisse

Die Proben aus den Seimentfallen der Fließgewässer wurden in gleicher Weise aufgearbeitet wie die Proben aus den Sedimentfallen aus dem Cospudener See (Kap. 3).

Die Mengenermittlung ergab Werte, die etwa im Bereich der Proben aus dem Cospudener See lagen, bei wesentlich kürzerer Expositionsdauer von 1 Tag im Vergleich zu mehreren Wochen. Im Sinne eines empfindlicheren Nachweises der evtl. vorhandenen Schadstoffe, wäre allein aus diesen Ergebnissen eine Verlängerung der Expositionsdauer auf 2-3 Tage zu empfehlen. Dabei sind jedoch die starke Abhängigkeit der Schwebstoffführung vom Durchfluss bzw. auch jahreszeitliche Aspekte zu berücksichtigen (siehe Kap. 5).

Zusätzliche methodische Untersuchungen wurden hinsichtlich des Trübstoffgehaltes des bei der Probenaufarbeitung dekantierten (und verworfenen) Wasservolumens sowie zum mengenmäßigen Anteil von separat ausgesammelten Wasserorganismen bzw. erkennbaren Pflanzenteilen, die aus der Probe entfernt werden mussten. Dabei zeigte sich, dass der Masseanteil des dekantierten Wassers nur 1- 3 % an der Gesamtmasse ausmacht und damit selbst bei den hier bestimmten niedrigen Massen vernachlässigbar gering ist. Damit kann die die Probenaufbereitung beibehalten werden. Die organischen Grobbestandteile machten hingegen 3-10 % und werden bei der weiteren Auswertung rechnerisch berücksichtigt.

Tab. 4-3: Ermittelte Masse von Schwebstoffen in den Fließgewässern (Sedimentfallen nach einem Tag Expositionsdauer)

Nr.	Gewässer	Station	Gesamtmasse	
			g TS	mg TS/cm ²
SF 1	Karl-Heine Kanal	Engertstraße	0,12	0,81
SF 2	Karl-Heine Kanal	Erich-Zeigner-Allee	0,37	2,43
SF 5	Floßgraben	Weißer Brücke	0,60	3,89
SF 6	Floßgraben	KA Markkleeberg	0,24	1,55

Die chemischen Analysen zeigten mit 17-26 % einen relativ hohen Glühverlust. Die Eisenkonzentration (korrigiert um separat bestimmten, gelösten Anteil im Wasser,) ist in den Schwebstoffen des Floßgrabens oberhalb der KA Markkleeberg ca. doppelt so groß wie an der Weißen Brücke und im Karl-Heine-Kanal. (siehe Tab. 4-4). Dies kann mit einem verstärkten Absetzen von Eisenpartikeln im oberen und mittleren Floßgraben bzw. dem Einfluss des Ablaufs der KA Markkleeberg zusammenhängen. Die Aluminium-Konzentration in den Schwebstoffen unterscheidet sich in beiden Gewässern nur wenig und liegt bei 0,7-1,1 % TS.

Tab. 4-4: Glühverlust, Aluminium und Eisen in den Schwebstoffproben der Fließgewässer

Gewässer	Station	Glühverlust	Aluminium, ges.	Eisen, ges.
		% TS	% TS	% TS
Karl-Heine Kanal	Engertstraße	20,6	1,0	2,0
Karl-Heine Kanal	Erich-Zeigner-Allee	26,5	0,8	1,7
Floßgraben	Weißer Brücke	19,3	0,7	2,3
Floßgraben	KA Markkleeberg	16,7	1,1	4,0

Die Schadstoffuntersuchungen ergaben für alle untersuchten Einzelverbindungen der BTEX, weiterer Aromaten und Aliphaten sowie der PAK keine Befunde. Alle Konzentrationen lagen unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze. Das war mit Ausnahme von Naphthalin auch in einer Blindwertprobe der Fall, die zur Überprüfung des Einflusses der Probenabfüllung (Schlauch, Schlauchpumpe, s.o.) zusätzlich auf die gleichen Schadstoffverbindungen untersucht wurde. Naphthalin wurde im Spurenbereich von 0,02 µg/l nachgewiesen. Da in gleicher Größenordnung auch Naphthalin in den Proben festgestellt wurde, ist dies als Hintergrundbelastung bei der Probenbearbeitung zu betrachten. Es ist deshalb davon auszugehen, dass Naphthalin in den Proben nicht vorhanden war. Auch dies sollte bei den Untersuchungen 2012 bestätigt werden.

5 Überarbeitung des Monitoringkonzepts

Aus den Voruntersuchungen ergab sich erwartungsgemäß eine Anpassung des weiteren Monitoringprogrammes. Dabei ist davon auszugehen, dass mit den Ergebnissen aus 2012 auch eine Optimierung des Monitorings für 2013-2014 vorzunehmen ist. Dies wird im Zwischenbericht für 2012 dokumentiert. Wesentliche Gründe für die Anpassung des Monitorings sind:

- der geringe Schwebstoffgehalt in den Seen, der eine weitere Methodenoptimierung erfordert, und
- die vorgezogene Erfassung der Hintergrundbelastung von Sedimenten in anderen Seen zur komplexen Einordnung und Bewertung der gefundenen Werte.

Es ist davon auszugehen, dass wie bei den Voruntersuchungen 2011 auch im Jahr 2012 Anpassungen innerhalb des Untersuchungsrahmens vorgenommen werden müssen, um das Monitoring weiter zu optimieren. Im Folgenden werden die einzelnen Positionen für das angepasste Monitoring 2012 näher erläutert.

5.1 Untersuchung Tagebauseen

Nach dem Test mit Schwebstofffallen der TU Dresden bei den Voruntersuchungen und den Ergebnissen der angefertigten Fallen aus den Fließgewässern werden die erforderlichen Fallen für das Monitoring in den Seen angefertigt. Dabei ist vorgesehen, die Dimensionierung zu erhöhen, um die Ausbeute zu verbessern. Die Anzahl der Fallen ist auf parallele Kampagnen im Cospudener See und im Markkleeberger See abzustimmen. Danach sollen 8 neue Fallen angefertigt werden.

5.1.1 Monitoring im Cospudener See und Fortsetzung der Methodentestung

Da mit den Voruntersuchungen noch keine endgültig geeignete Expositionszeit ermittelt werden konnte, sollen mit Hilfe von 2 Kampagnen im Jahr 2012 sowohl die notwendige Dauer der Exponierung optimiert, als auch erste vergleichende Monitoringergebnisse erzielt werden. Das Monitoring beginnt mit dem

- Einsatz von Schwebstofffallen in der Zirkulationsperiode im Frühjahr (ca. April – Juni) vor der wesentlichen Motorbootnutzung.

Durch Kontrolle der Fallen in bis zu 3 Phasen (z.B. 4, 8, 12 Wochen) kann der Zeitpunkt der Probenahme der Schwebstoffe für die Analysen bestimmt werden.

Die zweite Kampagne soll mit dem

- Einsatz der Schwebstofffallen in der Stagnationsperiode im Sommer (ca. Juli – August) die Periode der stärksten Nutzung erfassen.

Für die Analytik sind die Parameter der Voruntersuchungen vorgesehen:

- BTEX
- PAK (EPA)
- GC-Run auf MWK-spezifische Aliphaten und Aromaten

- TS, GV, Fe, Al.

5.1.2 Weitere Recherche zu alternativer Filtrationsmethode und als optionale Leistung die Anwendung im Cospudener See

Als eine Option bzw. zur Ergänzung des Monitorings wurde nach einer Filtrationsmethode für größere Wassermengen recherchiert. Als Vorteil soll sich die Gewinnung bzw. Anreicherung größerer Schwebstoffmengen und damit eine empfindlichere Analytik ergeben sowie Fehlerquellen durch die langen Standzeiten der Schwebstofffallen vermeiden lassen. Nachteil ist die zeitlich punktuelle Erfassung der Schwebstoffe.

Die Leistung zum Einsatz der Methode wird optional angeboten. Bisher wurden Recherchearbeiten zur verfügbaren Technik, deren Eignung für den Einsatzfall sowie zu Kosten durchgeführt. Ein endgültiges Ergebnis in Form einer zu empfehlenden Technik bzw. Methode liegt trotz umfangreicher Recherchen noch nicht vor. Eine Entscheidung über die Beauftragung der Option, die nach erfolgreicher Recherche den Einsatz dieser Technik für das Monitoring sicherstellt, sollte spätestens im April 2012 zu Beginn der Feldarbeiten in Absprache mit dem Auftraggeber getroffen werden.

Die Analytik soll dann die gleichen Parameter beinhalten.

- BTEX
- PAK
- GC-Run auf MWK-spezifische Aliphaten und Aromaten
- TS, GV, Fe, Al.

Die alternative Filtrationsmethode größerer Wassermengen war bisher nicht Bestandteil des Monitorings und im Untersuchungsrahmen für 2012 deshalb auch nicht vorgesehen. Die Durchführung wird trotzdem als wichtig erachtet, da sich die Chance auf ein methodisch geeignetes Verfahren auch für Gewässer mit sehr geringen Schwebstoffgehalten ergibt, mit der das Monitoring ergänzt werden kann.

5.1.3 Monitoring im Markkleeberger See

Im Markkleeberger See liegt keine Motorbootnutzung mit Verbrennungsmotor vor. Das Monitoring soll im Sommer in paralleler Untersuchung zur 2. Kampagne im Cospudener See vorgenommen werden. Damit können erste vergleichende Aussagen für unterschiedlich genutzte Seen getroffen werden. Es wird erwartet, dass mit den Erfahrungen aus der Durchführung der Probenahmen und den Ergebnissen von 2011 und 2012 die Schwebstoffuntersuchungen für 2013-2014 in den Seen bzw. weiteren Seen zielführend durchgeführt werden kann. Parallel zum Cospudener See ist als Kampagne:

- der Einsatz der Schwebstofffallen in Stagnationsperiode im Sommer (ca. Juli – August) vorgesehen.

Die Proben werden auf die gleichen Parameter analysiert:

- BTEX
- PAK
- GC-Run auf MWK-spezifische Aliphaten und Aromaten

- TS, GV, Fe, Al.

5.1.4 Basisuntersuchungen der Sedimente in weiteren Seen

Eine wichtige Frage zur Bewertung ist die vorhandene Hintergrundbelastung (z.B. PAK), die in den Seen möglicherweise vorliegt. Deshalb wurde vorgesehen an Seen, die noch keine (wesentliche) Motorbootnutzung aufweisen, die obere Sedimentschicht zu untersuchen, um einen Vergleich zu den Ergebnissen aus dem Cospudener See zu erhalten. Die Beschaffenheit des Sedimentes vom Markkleeberger See ist auch für den Vergleich zu den Werten der Schwebstofffallen wichtig. Zudem dienen die Werte als Basis für die Auswahl der Schwebstoffmessungen im nachfolgenden Monitoring 2013/2014. Aufgrund der unterschiedlichen Morphologie und Größen sind folgende Untersuchungen eingeplant:

- Markkleeberger See – 1 Messstelle
- Störmthaler See – 2 Messstellen
- Hainer/Haubitzer See – 3 Messstellen (im Hauptbecken)
- Werbeliner See – 2 Messstellen

Als Parameter werden in Übereinstimmung mit den Voruntersuchungen vom Cospudener See:

- BTEX
- PAK
- GC-Run auf MWK-spezifische Aliphaten und Aromaten
- TS, GV, Fe, Al.

analysiert.

Bei der Basisuntersuchung wird pro Messpunkt auch das Freiwasser auf

- PAK und BTEX

analysiert.

5.2 Monitoring Bootsnutzung Cospudener See

Während bei den Fließgewässern bereits Erkenntnisse zur tatsächlichen Bootsnutzung vorliegen, ist dies für die Seen nicht der Fall. Ausgehend von der Auswertung bzw. Erfragung vorliegender Nutzungszahlen, wie z.B. der Liegeplätze, wird eine Grundaufstellung der relevanten Boote vorgenommen. Darüber hinaus soll an typischen Nutzungstagen und an Tagen mit Intensivnutzung versucht werden, Zählungen vorzunehmen, die möglichst auch den Motoreinsatz mit berücksichtigt.

- Einbeziehung Hafenmeisterei, WSV, Anbieter
- Auswertung Liegeplätze und Nutzung
- Vor-Ort-Zählungen an typischen Nutzungstagen und bei Intensivnutzung (Ferienzeit Sommer / Wochenende)
- Zählungen der Boote nach Motorisierung und Bootstyp, zeitlicher Verteilung der Nutzung und des Motoreinsatzes

Die Methode der Erfassung der Bootsnutzung wird am Cospudener See erprobt und soll nach Auswertung der Ergebnisse und der Durchführbarkeit auf andere Seen übertragbar sein.

Bei Fließgewässern wird auf vorliegende bzw. Ergebnisse laufender Zählungen zurückgegriffen.

- Fließgewässer: Nutzung der Ergebnisse der vorliegenden / laufenden Zählungen

5.3 Monitoring Fließgewässer

Die Voruntersuchungen zum Monitoring haben die grundlegende Durchführbarkeit gezeigt. Im Jahr 2012 soll zu 2 Terminen die Beprobung erfolgen. Dabei ist auf Abflussbedingungen im Bereich von Niedrig- bis Mittelwasser zu achten. Zur Optimierung der Probenmengen wird die Expositionszeit etwas erhöht, voraussichtlich von 1 auf 2 Tage. Günstig ist eine Kampagne bei geringer Motorbootnutzung (April/Mai) und eine Kampagne bei starker Nutzung (Sommer/Ferien/Wochenende, z.B. Juli/August) durchzuführen. Die Messstellen der Voruntersuchung sollen beibehalten werden.

- Untersuchung der insgesamt 6 Messstellen in Karl-Heine-Kanal, Weißer Elster und Floßgraben
- Schwebstofffallen bei Niedrigwasser / Mittelwasser und unterschiedlicher Bootsnutzung

Das Parameterspektrum entspricht den anderen Messungen.

- BTEX
- PAK
- GC-Run auf MWK-spezifische Aliphaten und Aromaten
- TS, GV, Fe, Al.

Zusätzlich werden als Hintergrundwerte im Freiwasser

- Fe, Al und abfiltrierbare Stoffe bestimmt.

6 Zusammenfassung

- Die gewählte Methodik zur Erfassung der Schwebstoffe in den Tagebauseen mittels Sedimentationsfallen ist prinzipiell anwendbar. Es muss jedoch von sehr geringen Mengen ausgegangen werden, die selbst nach längerer Expositionsdauer zur Verfügung stehen.
- Die Schwebstofffallen für die Fließgewässer erwiesen sich als geeignet. Hier hat selbst eine kurze Expositionsdauer von einem Tag eine ausreichende Probenmenge erbracht. Bei den weiteren Untersuchungen soll die Expositionsdauer erhöht werden, um damit die Empfindlichkeit der Methode zu erhöhen.
- Die Freiwasseruntersuchung außerhalb der Hauptnutzungsphase zeigte im Cospudener See nur eine geringe Hintergrundbelastung. Bei den zukünftigen Freiwasseruntersuchungen in den Tagebauseen soll deshalb nur noch in der Hauptnutzungsperiode im Sommer beprobt werden.
- Die Sedimentuntersuchungen im Cospudener See weisen nicht eindeutig auf eine Zusatzbelastung durch den Wassersporttourismus hin, hier ist durch weitergehende Untersuchung die Hintergrundbelastung aus atmosphärischen Depositionen in weiteren Seen zu verifizieren.
- Die durchgeführte Schwebstoffuntersuchung im Cospudener See (Okt - Dez. 2011) zeigte signifikante Unterschiede zwischen dem Hafenbereich und der Messstelle RCS3 in der Südbucht bezüglich der PAK-Belastung. Damit erscheint die Methodik der Schwebstoffuntersuchung als Probenahmemethodik zur Beurteilung der anthropogenen Belastung als am besten geeignet und ist weiterzuführen
- Das Parameterspektrum der Schadstoffe ist grundlegend geeignet, die Schadstoffeinträge aus den Verbrennungsprozessen von Motorbooten zu verfolgen. Die methodischen Voruntersuchungen fanden außerhalb der Bootsnutzung statt. Mit dem Monitoring 2012, das auch in der sommerlichen Nutzungsperiode durchgeführt wird, wird sich zeigen, ob Schadstoffe bei erhöhtem Nutzungsdruck in erhöhten Konzentrationen auftreten. Die Voruntersuchungen im Jahr 2011 ergaben für:
 - MKW/Aromaten, GC-Screening: bisher keine signifikanten Ergebnisse,
 - BTEX: bisher keine signifikanten Ergebnisse,
 - PAK: differenzierte Ergebnisse auf geringem Konzentrationsniveau, mit Indikationswert.

7 Literatur

ECOSYSTEM SAXONIA / DESCON (2008): Konzeption zur nachhaltigen Nutzung der Tagebauseen In der Region Leipzig. Gutachten im Auftrag von Grüner Ring Leipzig, vertreten durch Stadt Leipzig, Amt für Stadtgrün und Gewässer. Bearbeiter: ECOSYSTEM SAXONIA GmbH, DesCon, Dr.Masilge.

ECOSYSTEM SAXONIA (2009): Optimierung der Emissionsbelastung der Fließ- und Verbindungsgewässer des Leipziger Gewässerverbundes durch die Motorbootnutzung zur nachhaltigen Nutzung der Tagebauseen In der Region Leipzig. Gutachten im Auftrag von Grüner Ring Leipzig, vertreten durch Stadt Leipzig, Amt für Stadtgrün und Gewässer. Bearbeiter: ECOSYSTEM SAXONIA GmbH.

Grüner Ring Leipzig (2012):

<http://www.gewaesserverbund.de/liesmich/motorbootnutzung.html>, und

<http://www.gewaesserverbund.de/liesmich/zehnregeln.html>, Stand 02/2012.

Höll, K. (2002): Wasser: Nutzung im Kreislauf, Hygiene, Analyse und Bewertung. Hrsg. von Andreas Grohmann, 8., völlig neu bearb. Aufl., Walter de Gruyter Verlag Berlin; New York, 2002

Anlagen

Anlage 1: Probenahme-Protokolle und Tiefenprofile

Anlage 2: Ergebnisse chemischen Analysen (Prüfbericht 0212/4)