



**Hintergrunddokument zur  
wichtigen Wasserbewirtschaftungsfrage**

**Reduktion der signifikanten stofflichen  
Belastungen aus Nähr- und Schadstoffen**

**Teilaspekt Schadstoffe**

Herausgeber:  
Flussgebietsgemeinschaft Elbe



# Impressum

Gemeinsamer Bericht der Bundesländer der Flussgebietsgemeinschaft Elbe:

Freistaat Bayern  
Land Berlin  
Land Brandenburg  
Freie und Hansestadt Hamburg  
Land Mecklenburg-Vorpommern  
Land Niedersachsen  
Freistaat Sachsen  
Land Sachsen-Anhalt  
Land Schleswig-Holstein  
Freistaat Thüringen

und der Bundesrepublik Deutschland

Koordinierung: Geschäftsstelle der Flussgebietsgemeinschaft Elbe

Redaktion: Arbeitsgruppe Oberflächengewässer (AG OW) der FGG Elbe

Stand: 21.12.2015

Bearbeitung: Ad hoc AG Schadstoffe/ Sedimentmanagement der FGG Elbe

Dr. Peter Heining (BfG, Koblenz; Leitung)  
Katrin Blondzik (UBA, Dessau)  
Thomas Gabriel (GDWS Außenstelle Ost, Magdeburg)  
Petra Kasimir (LHW Sachsen-Anhalt, Halle)  
Ilka Keller (BSU, Hamburg)  
Dr. Ina Quick (BfG, Koblenz)  
Klaus Rickert-Niebuhr (GDWS Außenstelle Nord, Kiel)  
Sylvia Rohde (LfLUG Sachsen, Dresden)  
Dr. Henrich Röper (HPA, Hamburg)  
Dr. Daniel Schwandt (BfG, Koblenz)  
Dr. René Schwartz (BSU, Hamburg)  
Dr. Dieter Steffen (NLWKN, Hildesheim)  
Ilona Tobian (LUGV Brandenburg, Potsdam)  
Dr. Stefan Vollmer (BfG, Koblenz)  
Dörthe von Seggern (Senatsver. Stadtentwickl. u. Umwelt, Berlin)  
Dr. Christine Wenzel (MELUR Schleswig-Holstein, Kiel)  
Rainer Wilke (TLUG, Erfurt)  
Matthias Wolf (Geschäftsstelle der FGG Elbe, Magdeburg)



## Inhaltsverzeichnis

<b>IMPRESSUM</b> .....	<b>2</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS</b> .....	<b>3</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>4</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>4</b>
<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>5</b>
<b>2 ÜBERREGIONALE ZIELSETZUNG UND AKTUELLE RECHTSLAGE</b> .....	<b>6</b>
<b>3 ZUSTANDSBESCHREIBUNG UND BEWERTUNG</b> .....	<b>8</b>
<b>4 HERKUNFTSREGIONEN UND QUELLEN</b> .....	<b>16</b>
<b>5 BISHERIGE AKTIVITÄTEN UND UMSETZUNGSSTRATEGIEN</b> .....	<b>21</b>
5.1 Maßnahmen zur Reduzierung spezifischer Schadstoffeinträge.....	21
5.2 Umsetzungsstrategie „Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe“ ..	22
<b>6 STAND DER UMSETZUNG UND ERFOLGE</b> .....	<b>23</b>
<b>7 HERAUSFORDERUNGEN</b> .....	<b>27</b>
<b>8 LITERATUR</b> .....	<b>29</b>



## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bewertung des chemischen Zustands und Einhaltung der Umweltqualitätsnormen für einzelne Schadstoffe im Elbestrom nach OGewV und Berücksichtigung der Änderungsrichtlinie 2013/39/EU .....	9
Abbildung 3:	Frachtverhältnis 2012/2005 ausgewählter Schadstoffe an den Bilanzprofilen der Elbe und relevanter Nebenflüsse .....	15
Abbildung 4:	Schadstoffmonitoring-Messstationen im deutschen Elbe-Einzugsgebiet .....	16
Abbildung 5:	Cadmium in frischen schwebstoffbürtigen Sedimenten (< 20 µm) der Elbe...	18

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Elberelevante Schadstoffe und Schwellenwerte zur Sedimentklassifizierung (Quelle: FGG Elbe 2013 / IKSE 2014).....	11
Tabelle 2:	Auswahl elbetypischer Schadstoffe/ Schadstoffgruppen in ihrer relevanten Umweltmatrix .....	14
Tabelle 3:	Relevanz von Emissionspfaden im Elbegebiet (Einträge gemittelt für den Bilanzzeitraum 2006-2008 (berechnet am 25.10.2013 mit dem Modellinstrument MoRE).....	20



## 1 Einleitung

Das Einzugsgebiet der Elbe ist ein großes, internationales Flussgebiet mit komplexen und vielfältigen Nutzungen. Es ist geprägt durch gravierende historische und rezente Belastungen bei gleichzeitiger hoher ökologischer Bedeutung weiter Bereiche im und am Gewässer. Organische sowie anorganische Schadstoffe haben einen negativen Effekt auf das Ökosystem und gefährden damit die Zielerreichung gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) sowie der EG-Meeressstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL). Die WRRL definiert in Artikel 2 Verschmutzung als „die durch menschliche Tätigkeiten direkt oder indirekt bewirkte Freisetzung von Stoffen oder Wärme in Luft, Wasser oder Boden, die der menschlichen Gesundheit oder der Qualität der aquatischen Ökosysteme oder der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme schaden können, zu einer Schädigung von Sachwerten führen oder Beeinträchtigungen oder Störung des Erholungswertes und anderer legitimer Nutzungen der Umwelt mit sich bringen“.

Das Streben, Schadstoffeinträge in die Gewässer zu minimieren, bildet seit Langem einen Schwerpunkt im europäischen Gewässerschutz. Um die Umweltziele der WRRL (guter ökologischer sowie chemischer Zustand der Gewässer) zu erreichen, ist es erforderlich, den erkannten Defiziten entgegenzuwirken. Die diesbezüglichen Qualitätsanforderungen werden im EU-Umweltrecht seit 2008 durch die MSRL, deren Fokus in der Erreichung des guten Umweltzustands bis zum Jahr 2020 liegt, ergänzt. Damit wird der Anwendungsbereich für umweltrelevante Schadstoffe auf die gesamten Meeressgewässer einschließlich Sedimente und Meeresgrund ausgedehnt. Wegen der inhaltlichen und rechtlichen Überschneidungen zwischen WRRL und MSRL wird eine enge Verknüpfung zwischen den jeweiligen Bewirtschaftungs- und Maßnahmenprogrammen angestrebt.

Die Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe) hat im Zuge der Erstellung des ersten Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms „Wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen“ (WWBF) für das Einzugsgebiet der Elbe identifiziert (FGG Elbe 2008). Eine dieser wichtigen Bewirtschaftungsfragen stellt die Belastung durch Schadstoffe dar. Das Maßnahmenprogramm für den ersten Bewirtschaftungszeitraum beinhaltet dementsprechend auch Maßnahmen zur Reduzierung spezifischer Schadstoffeinträge. Ausgangspunkt für die Maßnahmenplanung waren die Ergebnisse der ersten Bestandsaufnahme sowie in deren Folge erhobene Informationen über Haupteintragspfade und überregionale Risiken für den guten Gewässerzustand und für gesellschaftlich relevante Nutzungen (FGG Elbe 2009a). Die Maßnahmenplanung und -durchführung obliegt den Ländern. 2012 wurde eine Zwischenevaluierung der Maßnahmenumsetzung durchgeführt. Im Ergebnis wurde das Thema Schadstoffe auch für den zweiten Bewirtschaftungszyklus als relevante WWBF identifiziert.

Das vorliegende Dokument aktualisiert die Inhalte des Hintergrundpapiers zum Teilaspekt „Schadstoffe“ von 2009 (FGG Elbe 2009b) u.a. anhand der Ergebnisse der Zwischenevaluierung von 2012 in Vorbereitung auf den zweiten Bewirtschaftungszyklus gemäß WRRL.



## 2 Überregionale Zielsetzung und aktuelle Rechtslage

Aus der Definition der Gewässerverschmutzung in Art. 2 der WRRL hat die FGG Elbe die überregionalen Ziele zur Reduzierung der Schadstoffbelastung abgeleitet. Für die Zielerreichung nach WRRL sowie MSRL sind in zahlreichen Wasserkörpern des Elbeeinzugsgebietes direkt quellenbezogene oder zumindest quellnahe Maßnahmen zur Verbesserung der Schadstoffsituation notwendig. Bestehende Belastungen sollen derart verringert werden, dass der Wasserkörper den guten Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial behält bzw. erreicht. Die Ursachen für den defizitären Zustand eines Wasserkörpers können direkt im Wasserkörper oder in seinem Einzugsgebiet liegen. Stromabwärts der Schadstoffquelle bis in das Küstengewässer bzw. die Nordsee können Umweltziele nur erreicht werden, wenn die oberhalb im Einzugsgebiet bestehenden Belastungen verringert oder beseitigt werden. Die Maßnahmenauswahl im ersten Bewirtschaftungszeitraum betraf grundlegende und ergänzende Maßnahmen. Grundlegende Maßnahmen zielen auf die Umsetzung gemeinschaftlicher Wasserschutzvorschriften gemäß Artikel 11 Absatz 3a WRRL ab. Hervorzuheben sind im Zusammenhang mit dem Schadstoffthema die Maßnahmen gemäß Artikel 11 Absatz 3b bis 3l, die den Schutz der Wasserqualität oder die Begrenzung von Einleitungen über Punktquellen zum Inhalt haben und ferner die EG-Kommunalabwasserrichtlinie. Die von der FGG Elbe definierten überregionalen Qualitätsziele beziehen sich auf die Gesamtheit der gelösten und partikulären Schadstoffanteile. Dies ist folgerichtig, da das Verhältnis der Schadstoffanteile in der wässrigen und festen Phase unter wechselnden hydrologischen und hydrochemischen Bedingungen über einen weiten Bereich und in Abhängigkeit von den Eigenschaften des jeweiligen Schadstoffs variieren kann.

### **Aktuelle Rechtslage**

Die Bewertung innerhalb der WRRL erfolgt nach den Kriterien der Oberflächengewässerverordnung (OGewV<sup>1</sup>), die als Umsetzung der Richtlinie 2008/105/EG (Richtlinie „Prioritäre Stoffe“ (UQN-RL)) in deutsches Recht zu sehen ist. Schadstoffe werden zur Bewertung des chemischen Zustandes und des ökologischen Zustands/ Potenzials herangezogen.

Für Bewertungen innerhalb des Zuständigkeitsbereiches der MSRL müssen neben der WRRL weitere einschlägige EU- und internationale Regelungen und deren nationale Umsetzungen einbezogen werden, wie z.B. die Anforderungen und Grundlagen des Oslo-Paris-Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (OSPAR).

Die Richtlinie 2013/39/EU vom 12.08.2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik wird im Zuge der Novellierung der OGewV<sup>1</sup> in nationales Recht umgesetzt. Die Richtlinie 2013/39/EU enthält Umweltqualitätsnormen (UQN) für 12 neue prioritäre Stoffe, eine teilweise deutliche UQN-Verschärfung für sieben der bereits etablierten Stoffe (Anthracen, Bromierte Diphenylether,

---

<sup>1</sup> Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S. 1429). Derzeit befindet sich die Novellierung der OGewV in der Endabstimmung zwischen Bund und Ländern. Da sich der aktuelle Novellierungsentwurf (Stand: 29.04.2015) vermutlich nicht mehr wesentlich ändert, wird an anderer Stelle dieses Dokuments bereits Bezug auf diesen Entwurf genommen.



Fluoranthen, Blei (Pb), Naphthalin, Nickel (Ni) und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)) und statt drei nunmehr elf Schadstoffe, die über eine Biota-UQN geregelt sind.

Die Einstufung des chemischen Zustands erfolgt nach § 6 der OGewV. Für die Einstufung des chemischen Zustands eines Oberflächenwasserkörpers werden die in Anlage 7 Tabellen 1 bis 3 aufgeführten UQN berücksichtigt. Erfüllt der Oberflächenwasserkörper diese UQN für sämtliche Stoffe, stuft die zuständige Behörde den chemischen Zustand als gut ein. Andernfalls ist der chemische Zustand als nicht gut einzustufen. Das Verfahren für die „Beobachtungsliste“ wird gemäß OGewV-Novellierungsentwurf künftig in § 11 geregelt.

Für die Bewertung des chemischen Zustands im zweiten Bewirtschaftungsplan werden die überarbeiteten UQN<sup>2</sup> der Richtlinie 2013/39/EU beachtet, um eine frühzeitige Berücksichtigung bereits bei der Aufstellung und Umsetzung der neuen Maßnahmenprogramme zu gewährleisten. Die etablierten Analyseverfahren werden diesen Ansprüchen i.d.R. nicht gerecht. Für die 12 neuen Stoffe erfolgt 2018 nach einer Bestandsaufnahme ein erneuter Bericht.

Schadstoffe werden auch bei der Einstufung des ökologischen Zustands/ ökologischen Potenzials gemäß § 5 OGewV eingebunden. Die Anlage 5 der OGewV enthält derzeit 162 Stoffe, für die nationale UQN gelten. Wird eine dieser UQN nicht eingehalten, kann der ökologische Zustand/ das ökologische Potenzial höchstens als mäßig eingestuft werden.

---

<sup>2</sup> Es werden die überarbeiteten UQN der Stoffe Anthracen, bromierte Diphenylether, Fluoranthen, Blei, Naphthalin, Nickel und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe des Anhangs I Teil A der RL 2013/39/EU zugrunde gelegt.



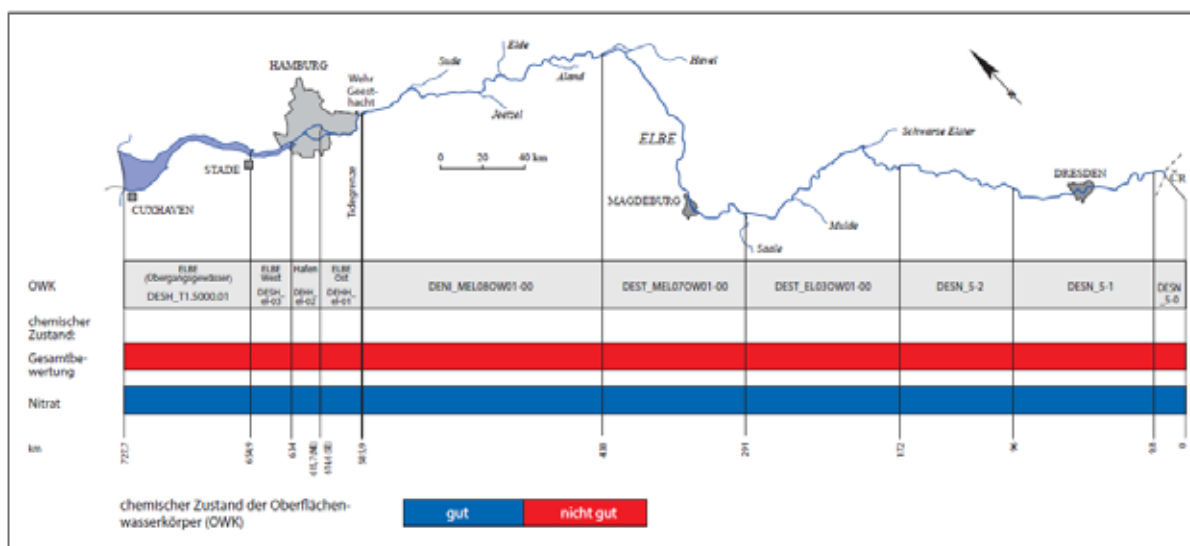
### 3 Zustandsbeschreibung und Bewertung

Als Resultat umfangreicher Sanierungs- und Umweltschutzmaßnahmen im Bereich der Industrie sowie der kommunalen Abwasserreinigung aber auch durch den massiven Industrierückbau sowie aufgrund von Produktionsumstellungen in Mitteldeutschland und in der Tschechischen Republik konnte ab Mitte der 1980er Jahre bis Ende der 1990er Jahre (elementspezifisch) ein erheblicher Rückgang der Schadstoffgehalte und -frachten an den einzelnen Bezugsmessstellen im Elbeeinzugsgebiet verzeichnet werden. Allerdings sind noch nicht alle relevanten primären Eintragsquellen – soweit möglich – geschlossen. So ist das von altlastverdächtigen Flächen ausgehende Risiko für die Oberflächengewässer noch nicht abschließend untersucht bzw. bewertet worden. Vor diesem Hintergrund stellen sich eine Reihe persistenter, bio- und geoakkumulierbare Stoffe mit einer langen industriellen Vergangenheit weiterhin als überregional elberelevante Problemstoffe dar.

#### ***Chemischer Zustand***

Auf Basis der verfügbaren Daten an den Bezugsmessstellen im Elbeeinzugsgebiet wurde im Rahmen des ersten Bewirtschaftungsplans eine detaillierte Einschätzung der Schadstoffsituation vorgenommen. Im Ergebnis war festzustellen, dass für eine Reihe von Stoffen, die zur Bewertung des chemischen oder ökologischen Zustandes heranzuziehen sind, der gute Zustand nicht fristgerecht erreicht wird. Abbildung 1 ist zu entnehmen, dass der chemische Zustand der Oberflächenwasserkörper des Elbestroms auch nach dem ersten Bewirtschaftungszeitraum nicht gut ist. Im Ergebnis der Überprüfung und Aktualisierung der Bestandsaufnahme in 2013 ist festzustellen, dass der chemische Zustand flächendeckend aufgrund der Überschreitung der UQN von Quecksilber (Hg) in Biota nicht eingehalten wird. Die insbesondere in Fischen messbare Anreicherung dieses als chemisches Element nicht abbaubaren toxischen Schwermetalls ist auf die weltweiten Hg-Emissionen in die Atmosphäre (2010: 1.960 t) und damit allgegenwärtige Verbreitung (ubiquitär) zurückzuführen, die zu ca. 30 % aus der Industrie (Kohleverbrennung, Chlorproduktion sowie Stahl- und Zementerzeugung), zu ca. 10 % aus natürlichen Prozesse (z.B. Vulkanausbrüche) und zu ca. 60 % aus so genannten Re-Emissionen aus Böden, Wasser, Sedimenten und Abfällen zurück in die Atmosphäre stammt (siehe auch Beckers et al. 2012).





**Abbildung 1:** Bewertung des chemischen Zustands nach OGewV unter Berücksichtigung der Änderungsrichtlinie 2013/39/EU

Aufgrund der Schadstoffbelastung können wasserwirtschaftlich relevante Anforderungen in Teilen der Elbe nicht oder nur eingeschränkt erfüllt werden. Der Schadstofftransfer aus dem gesamten Elbegebiet führt zu erheblichen Risiken für die Meeresumwelt und zu gravierenden Einschränkungen im Umgang mit Sedimenten im Tidebereich.

Die deutsche Anfangsbewertung der Nordsee gemäß MSRL aus dem Jahr 2012 kommt zu dem Schluss, dass die Kontamination durch gefährliche Stoffe in der deutschen Nordsee weiterhin zu hoch ist und Auswirkungen auf das Ökosystem zeigt. Durch Akkumulation kommt es insbesondere auf den höheren Stufen der Nahrungnetze zu negativen Auswirkungen. Für die meisten organischen Schadstoffe ist die Elbe die Haupteintragsquelle für die Deutsche Bucht. Überwiegend partikulär gebundene Schadstoffe, die gemäß der FGG Elbe sowie der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) für das Elbeeinzugsgebiet maßgeblich sind, sind aktuell noch ungenügend durch UQN geregelt. Für eine von der MSRL geforderte Bewertung mariner Sedimente und Organismen sind daher bestehende UQN zu verbessern oder neu zu entwickeln.

Im Hinblick auf den Ansatz des ersten Bewirtschaftungsplans, der den guten Zustand der aquatischen Umwelt und der von ihnen abhängigen Landökosysteme, die menschliche Gesundheit und die nachhaltige Sedimentbewirtschaftung inhaltlich und zeitlich als gleichrangig ansieht (FGG Elbe 2009a), ist es erforderlich, die Erfassung und Bewertung auf weitere im Gewässer vorhandene und noch nicht mittels UQN geregelte Schadstoffe – insbesondere unter dem Fokus der Schwebstoff- und Sedimentgebundenheit – auszudehnen. Die Analyse der Schadstoffsituation in der Elbe im Zuge des ersten Bewirtschaftungsplans ergab, dass kontaminierte Sedimente der Elbe und ihrer Nebenflüsse bedeutsame sekundäre Quellen von Schadstoffemissionen darstellen, die bis in die Nordsee wirken.



### **Schwellenwertkonzept zur Bewertung der Sedimentqualität**

Im Zuge des Sedimentmanagementkonzepts der FGG Elbe (FGG Elbe 2013) und IKSE (IKSE 2014) wurde eine umfassende Bestandsaufnahme, Bewertung und Risikoanalyse der qualitativen Sedimentverhältnisse vorgenommen und ein integratives Klassifizierungs- und Bewertungssystem abgeleitet. Qualitative Indikatoren sind die im Kontext des Sedimentmanagements als relevant bezeichneten Schadstoffe. Das tatsächliche Ausmaß des von den Schadstoffen ausgehenden Umweltrisikos wird durch die Höhe der Belastung (Schadstoffkonzentrationen / -gehalte), die Verfügbarkeit und Persistenz der Schadstoffe sowie durch die Sensitivität aller maßgeblichen Schutzgüter – chemischer und ökologischer Zustand der Gewässer, Integrität der aquatischen Lebensgemeinschaft, Bodenschutz, menschliche Gesundheit – bestimmt.

Partikuläre Schadstoffströme aus dem deutsch-tschechischen Einzugsgebiet münden in die Elbe und erstrecken sich von ihrer jeweiligen Quellregion bis in die Nordsee. Eine rein nationale Erfassung und Bewertung ist deshalb nicht zielführend. Im Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe / IKSE wurde von vornherein eine, die internationale Flussgebietseinheit charakterisierende, Auswahl an anorganischen und organischen Schadstoffen – mit Fokus bevorzugt partikelgebundene Stoffe – getroffen.

Bestehende administrative Regelungen über maximal tolerierbare Schadstoffkonzentrationen/-gehalte tragen der Erreichung und Sicherung des jeweiligen Schutzziels Rechnung. Für einen Schadstoff können folglich unterschiedliche inhaltliche und daraus abgeleitete rechtliche Anforderungen bzgl. eines elementspezifisch akzeptablen Belastungsniveaus bestehen. Zur stichhaltigen Beschreibung des qualitativen Gewässerzustandes bedarf es daher einer umfassenden Beachtung der von partikulär gebundenen Schadstoffen ausgehenden Risiken für Mensch und Umwelt.

Die Auswahl der elberelevanten Schadstoffe fußt auf dem methodischen Ansatz des ersten Bewirtschaftungsplans gemäß WRRL (FGG Elbe 2009a). Angewendet wurde ein zweistufiges Verfahren. In Stufe 1 wurden alle potenziell relevanten Stoffe erfasst. Dazu erfolgte für alle maßgebenden Schutzgüter eine Prüfung auf Sensitivität hinsichtlich Sedimentkontamination. Bestehende deutsche und tschechische Regelungen (Gesetze, Verordnungen, Handlungsanweisungen) und internationale Übereinkommen (OSPAR) wurden im Hinblick auf solche Stoffe ausgewertet, bei denen die Einhaltung der Qualitätsnormen direkt oder indirekt von der Sedimentqualität abhängt. Diese Stoffe sind persistent, toxisch, bioakkumulierbar und adsorptiv. Quantitatives Kriterium ist ein hoher Verteilungskoeffizient Feststoff/Wasser ( $\log K_{ow} > 3,5$ ). In Stufe 2 wurden aus diesem Kreis die Stoffe ausgewählt, die auf Grund ihres nachweislich erhöhten Vorkommens elberelevant sind. Die Auswahl erfolgte auf Grundlage der Daten an den Bezugsmessstellen des Hauptstroms und der relevanten Nebenflüsse der Kategorie 1 des Zeitraums 2003-2008. In der Regel handelt es sich dabei um Stoffe, für die im ersten Bewirtschaftungsplan bereits Reduktionsanforderungen aufgestellt wurden. Im Ergebnis des zweistufigen Verfahrens wurden 29 Schadstoffe bzw. Schadstoffgruppen als relevant im Kontext des Sedimentmanagementkonzeptes festgestellt. Sie sind in Tabelle 1 aufgeführt. Die Klassifizierung der Schwebstoffe und Sedimente stellt im Rahmen dieses Konzeptes *ein* Element der Zustandsbewertung und damit der Risikoanalyse dar und darf



nicht mit dieser gleichgesetzt werden. Zur abgestuften Anwendung der Indikatoren werden jeweils ein unterer und ein oberer Schwellenwert gebildet (vgl. Tab. 1). Daraus ergeben sich drei Klassen:

- Unterschreitung des unteren Schwellenwertes (grün)
- zwischen unterem und oberem Schwellenwert (gelb)
- Überschreitung des oberen Schwellenwertes (rot).

Der **untere Schwellenwert** wird durch Reihung der Qualitätsanforderungen an das Sediment über alle als gleichrangig betrachteten Schutzgüter hinweg gebildet und ist in dieser Reihe der niedrigste Wert („formal schärfste Anforderung“). Er stellt eine schadstoffspezifische Grenze dar, unterhalb derer nach gegenwärtigem Kenntnis- und Regelungsstand alle von einem guten Sedimentzustand abhängenden Bewirtschaftungsziele zeitlich uneingeschränkt und standortunabhängig erreicht werden können. Es handelt sich nicht um die Vorwegnahme eines konkreten Handlungsziels.

**Tabelle 1:** Elberelevante Schadstoffe und Schwellenwerte zur Sedimentklassifizierung (Quelle: FGG Elbe 2013 / IKSE 2014)

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



Der **obere Schwellenwert** wird grundsätzlich durch die im Rahmen der nationalen Umsetzungen der WRRL (D: OGewV - Anlage 5, CZ: 23/2011 Sb. - část B. Tab. 2) gültigen UQN für Schadstoffe in Sedimenten definiert. Beide nationalen Regelungen werden im Kontext des Sedimentmanagementkonzepts als inhaltlich gleichrangig angesehen. Sie ergänzen sich und weisen für keinen der Schadstoffe konkurrierende Festlegungen auf. Für eine Reihe von Schadstoffen wird allerdings in keiner der beiden Verordnungen eine UQN festgelegt. In diesen Fällen wurden in Auswertung der wissenschaftlichen Literatur (de Deckere et al. 2011; Evers et al. 1996) bzw. unter Heranziehung der Rückstands-Höchstmengenverordnung (RHmV 2009) und der Baggergutrichtlinie für den Küstenbereich (GÜBAK 2009) hilfsweise obere Schwellenwerte abgeleitet.

### ***Bewertung in der umweltrelevanten Matrix***

Um ein Gewässersystem hinsichtlich seiner Qualität, seiner Schadstoffbelastung und der hieraus resultierenden Gefährdung für die Umwelt umfassend beurteilen zu können, bedarf es – zusätzlich zum Qualitätsnachweis in der wässrigen Phase – der Erfassung und Bewertung der Belastung in Sedimenten und Biota. Laut Artikel 2 Nr. 35 der WRRL ist eine UQN „die Konzentration eines bestimmten Schadstoffs oder einer bestimmten Schadstoffgruppe, die in Wasser, Sedimenten oder Biota aus Gründen des Gesundheits- und Umweltschutzes nicht überschritten werden darf.“ Mit der Definition der UQN und der Aussage in Anhang V Kapitel 1.2.6 der WRRL, dass Normen für Wasser, Sediment oder Biota festgelegt werden können, sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, „durch menschliche Tätigkeiten verursachte signifikante Belastungen der Oberflächenwasserkörper“ zu erheben und zu beurteilen (§ 4 Abs. 1 OGewV in Verbindung mit Anlage 2 und 5 OGewV).

Darüber hinaus enthält die MSRL und der rechtsverbindliche Beschluss der EU-Kommission über Kriterien und methodische Standards zur Feststellung des guten Umweltzustands von Meeresgewässern (2010/477/EU) Regelungen zur Einbeziehung aller relevanten Umweltmatrices, d.h. Wasser, Sediment und Biota. Neben den in der WRRL gelisteten Stoffen gibt es auch viele Schadstoffe, die aufgrund ihrer schlechten Wasserlöslichkeit bzw. aufgrund nicht ausreichender Bestimmungsgrenzen in ihren gelösten Anteilen nicht nachweisbar sind.

Der Austausch zwischen wässriger und der Feststoffphase ist ein bedeutender Vorgang, der bei Ausbreitung, Verbleib und Bioverfügbarkeit von organischen Stoffen in Gewässern eine wesentliche Rolle spielt. Die ökotoxikologische Wirkungsweise der partikelgebundenen Schadstoffe hat nicht nur einen negativen Effekt auf den chemischen Zustand des Gewässers, sondern auch Konsequenzen für die im Fließgewässer lebenden Organismen. Daher sollten Stoffe mit lipophilen und persistenten Eigenschaften auch in Sedimenten und/oder Organismen gemessen werden. In der derzeit geltenden OGewV sind für acht Stoffe/Stoffgruppen UQN für Schwebstoffe/Sedimente festgelegt worden und in der neuen RL



2013/39/EU werden für elf Stoffe Biota-UQN definiert. Die Untersuchung der stofflichen Belastung in ihrer umweltrelevanten Matrix ist weiter zu verfolgen. Die Tabelle 2 zeigt charakteristische Kennwerte elbetypischer Schadstoffe/ Schadstoffgruppen in ihrer relevanten Umweltmatrix an ausgewählten Bezugsmessstellen des Elbeeinzugsgebiets im Zeitraum 2010-2012 und die derzeitige gesetzliche Regelung (Anl. 5 OGewV bzw. Anh. II RL 2013/39/EU). Der Jahresdurchschnitt wird als Median dargestellt.

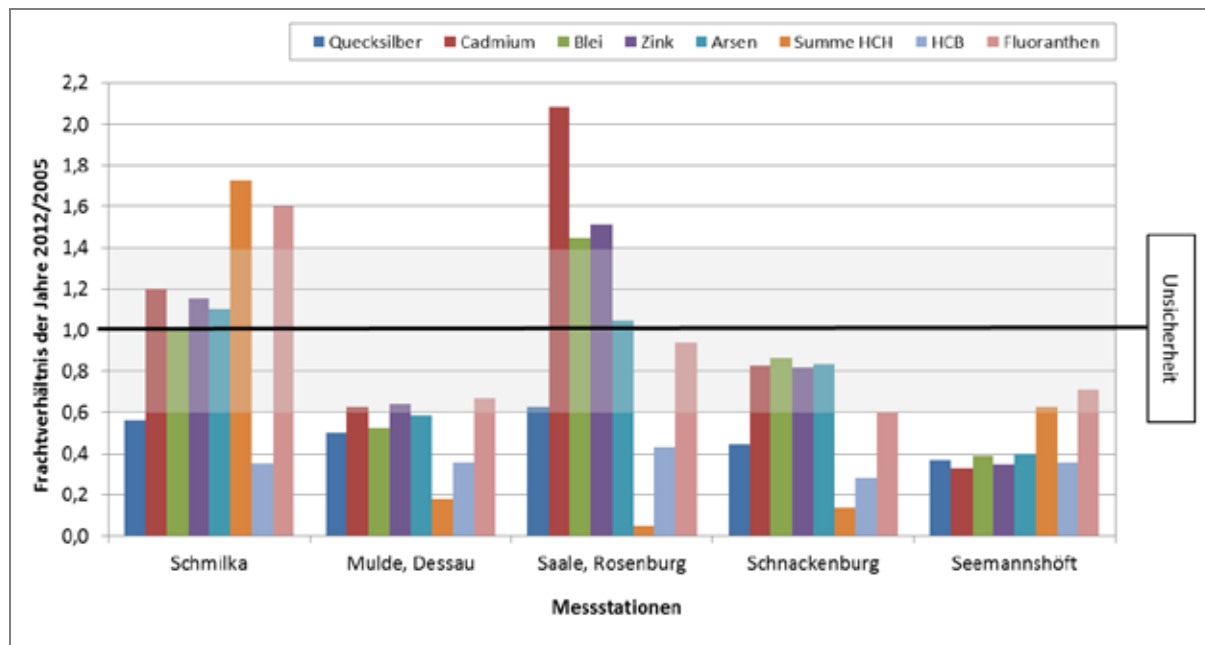
**Tabelle 2:** Auswahl elbetypischer Schadstoffe/ Schadstoffgruppen in ihrer relevanten Umweltmatrix

Stoff/Stoffgruppe	Seemannshöft			Schnackenburg			Schmilka			UQN	Regelung
	2010	2011	2012	2010	2011	2012	2010	2011	2012		
	Median	Median	Median	Median	Median	Median	Median	Median	Median		
<b>Wasserphase</b> (Einzelprobe)											
Cd, gelöst [µg/l]	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,05	0,05	0,04	< 0,03	< 0,03	< 0,03	≤ 0,08 (Klasse 1), 0,08 (Klasse 2), 0,09 (Klasse 3), 0,15 (Klasse 4), 0,25 (Klasse 5)	OGewV
Benzo(a)pyren [µg/l]	< 0,01	< 0,01	0,0082	0,003	0,003	0,003	0,0045	0,0055	0,0045	0,00017	RL 2013/39/EU
Benzo(b)fluoranthren [µg/l]	< 0,01	< 0,01	0,0095	0,004	0,003	0,003	0,0085	0,0055	0,0045	ZHK: 0,017	RL 2013/39/EU
Benzo(k)fluoranthren [µg/l]	< 0,01	< 0,01	0,0054	0,002	< 0,002	< 0,002	0,0047	0,0035	0,0043	ZHK: 0,017	RL 2013/39/EU
Benzo(g,h,i)-perylen [µg/l]	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,003	0,002	0,002	0,005	0,004	0,0035	ZHK: 0,0082	RL 2013/39/EU
Fluoranthren [µg/l]	< 0,01	< 0,01	0,013	0,009	0,008	0,007	0,013	0,012	0,012	0,0063	RL 2013/39/EU
<b>Feststoffphase</b> (Monatsmischprobe; Gehalte der Fraktionen: < 20 µm; < 63 µm, < 2mm)											
As [mg/kg]	25,0	23,0	15,0*	35,0	34,0	25,0*	28,0	23,0	19,0*	40	OGewV
Cr [mg/kg]	83,0	66,0	36,0*	80,0	67,0	53,0*	65,0	61,0	50,0*	640	OGewV
Cu [mg/kg]	86,0	69,0	36,0*	83,0	77,0	61,0*	71,0	71,0	60,0*	160	OGewV
Zn [mg/kg]	680,0	580,0	260,0*	990,0	1000,0	830,0*	430,0	540,0	370,0*	800	OGewV
PCB Nr. 118 [µg/kg]	< 1,1	1,1	0,86*	< 2,5	< 2,5	< 2,5*	2,9	2,6	< 2,0*	20	OGewV
PCB Nr. 138 [µg/kg]	5,2	5,8	4,5*	10,0	5,3	4,5*	20,0	22,0	15,0*	20	OGewV
PCB Nr. 153 [µg/kg]	5,8	3,9	3,0*	12,0	5,5	5,0*	20,0	23,0	14,0*	20	OGewV
PCB Nr. 180 [µg/kg]	3,8	2,2	1,7*	8,2	4,0	4,0*	16,0	18,0	9,7*	20	OGewV
	<b>Zollenspieker</b>			<b>Bereich Gorleben</b>			<b>Prossen</b>				
	<b>2009</b>			<b>2009</b>			<b>2009</b>				
<b>Biota</b> (Frischgewicht, Muskulatur)	<b>Median</b>			<b>Median</b>			<b>Median</b>				
Hg [µg/kg]	231			240			340			20	OGewV
HCB [µg/kg]	12,2			14,35			5,25			10	OGewV
Dioxine [µg/ kg TEQ]	n.n.			n.n.			n.n.			0,0065	RL 2013/39/EU
Hexachlorbutadien [µg/kg]	< 0,5			< 10			< 0,05			55	OGewV

\* Gemessen in der &lt; 63 µm Fraktion

## Trendanalyse

Abbildung 2 zeigt die Frachtentwicklung ausgewählter Schadstoffe im ersten Bewirtschaftungszeitraum. Die Jahresfracht zu Beginn des ersten Bewirtschaftungszyklus (2005) wird in Beziehung zur Jahresfracht 2012 gesetzt.



**Abbildung 2:** Frachtverhältnis 2012/2005 ausgewählter Schadstoffe an den Bilanzprofilen der Elbe und relevanter Nebenflüsse (Jahresgesamtfrachten aus der Wasserphase)

Die schwarze Linie in Abbildung 2 markiert eine im Vergleich von 2012 zu 2005 unveränderte Fracht, d.h. das Verhältnis beider Jahresfrachten ist eins. Die grau unterlegte Schraffur kennzeichnet den auf Experteneinschätzung beruhenden Unsicherheitsbereich von  $\pm 40\%$  in den Frachtabschätzungen. Unterhalb der Schraffur endende Balken zeigen eine signifikante Verringerung, oberhalb liegende eine signifikante Erhöhung der Schadstofffrachten an. Berücksichtigt man die methodisch bedingte Unsicherheit sowie den Einfluss der Minderbefunde in 2012, bedingt durch den Fraktionswechsel (anorganische Schadstoffe: Wechsel von  $<20\ \mu\text{m}$  auf  $<63\ \mu\text{m}$ ; organische Schadstoffe: Wechsel von  $<2\ \text{mm}$  auf  $<63\ \mu\text{m}$  (betrifft Station „Schnackenburg“)) bei der Analyse sowie die unterschiedlichen Abflusssituationen der Jahre 2005 und 2012, so zeigt sich für die Mehrzahl der Schadstoffe eine unverändert unbefriedigende Situation. Offensichtlich wird, dass die bisherigen Anstrengungen zur Schadstoffreduzierung unzureichend sind. Im Hinblick auf eine Zielerreichung am Ende des zweiten Bewirtschaftungszyklus gemäß WRRL sind daher weitergehende Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Hierzu bedarf es der Befassung mit den im Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe sowie der IKSE aufgezeigten Handlungsempfehlungen und deren Umsetzung.

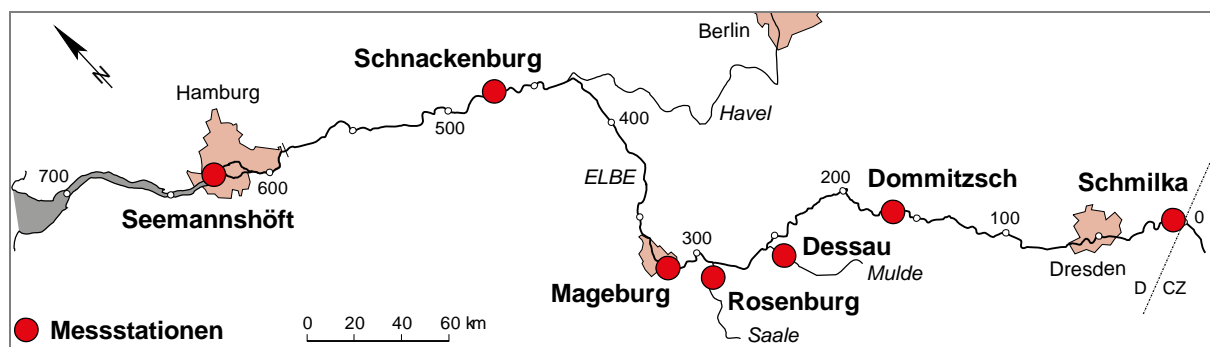
## 4 Herkunftsregionen und Quellen

Die Hochbelastungsphase der Elbe, in der die direkten Einleitungen aus Punktquellen (Industrie und Bergbau) dominierten, ist mittlerweile vorbei. Heutzutage stammen die in den Schwebstoffen und Sedimenten festgestellten anorganischen und organischen Schadstoffe überwiegend aus alten, industriell geprägten Ablagerungen im und am Gewässer sowie aus aufgelassenen Bergwerken, beispielsweise im Erzgebirge, oder sie sind natürlicherweise erhöht, d.h. geogen bedingt.

Da im deutschen Elbegebiet bereits ein sehr hoher Anschlussgrad der Haushalte an öffentliche Kanalisationen und öffentliche Kläranlagen erreicht ist, besteht bei diesen Eintragspfaden nur noch ein graduelles Verbesserungspotenzial, in erster Linie bei der Behandlung von Misch- und Niederschlagswasser. Industrielle und gewerbliche Abwässer werden nach dem Stand der Technik entsprechend den geltenden gesetzlichen Regelungen gereinigt. Industrielle Direkteinleiter spielen nur noch eine untergeordnete Rolle in Bezug auf die Gewässerbelastung. Arzneistoffe, Biozide sowie Inhaltsstoffe von Kosmetika oder weitere Stoffe mit endokriner Wirkung gelangen aktuell ohne rechtlich verbindliche Vorgaben in die Gewässer (DWA 2008, TERNES & GIGER 2006). Die Auswirkungen der durch die Abwasserbehandlung ebenfalls nicht entfernten Nanopartikel und Mikroplastikpartikel auf die aquatische Umwelt lassen sich derzeit nicht quantifizieren. Gesetzliche Bestimmungen bezüglich dieser Schadstoffe fehlen bisher.

### **Herkunftsregionen**

Abbildung 3 zeigt die für ein repräsentatives Belastungsbild ausgewählten Messstationen im Flussverlauf der Elbe. Die Station Schmilka gibt Auskunft über den Schadstoffeintrag aus dem tschechischen ins deutsche Einzugsgebiet. Die Stationen Dessau und Rosenberg geben Informationen über den Eintrag der relevanten Nebenflüsse Mulde und Saale. Schnackenburg bilanziert den gesamten binnenseitigen Schadstoffeintrag (D und CZ) in das Flusssystem. Die Messstation Seemannshöft spiegelt definitionsgemäß den Übergang in die Nordsee wider.



**Abbildung 3:** Schadstoffmonitoring-Messstationen im deutschen Elbe-Einzugsgebiet





Die Messergebnisse der ausgewählten Stationen beschreiben die zeitliche Entwicklung der Schadstoffgehalte in frischen schwebstoffbürtigen Sedimenten im Elbe-Längsprofil. Abbildung 4 bildet das Beispiel Cadmium (Cd) ab. Die Klassifizierung der Messergebnisse erfolgt gemäß Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe / IKSE (FGG Elbe 2013 / IKSE 2014). Deutlich wird, dass jedes Teileinzugsgebiet der Elbe ein charakteristisches Schadstoffinventar aufweist, das relevant für die jeweils stromabwärts liegenden Bereiche sein kann.

Anhand der Auswertung der Zeit-Längsprofile lassen sich mit einer vertretbaren elementtypischen Unschärfe die wesentlichen elberelevanten anorganischen und organischen Schadstoff-Hauptherkunftsgebiete verorten. Außerdem lässt sich auf diese Weise deren zeitliche Entwicklung nachvollziehen. Es eröffnet sich die Möglichkeit teileinzugsgebietsbezogenen Schadstoffquellregionen in ihrer Relevanz zu wichten.

### ***Herkunftsregion Tschechische Republik***

Räumlich-zeitliche Verteilungsmuster der polychlorierten Biphenyle (Indikator-PCBs 28, 52, 101, 118, 138, 153 und 180) sind vorrangig dem tschechischen Einzugsgebiet zu zuordnen. Das gilt ebenso für das Fungizid Hexachlorbenzol (HCB), das Insektizid Dichlordiphenyltrichlorethan und dessen Isomere bzw. Metabolite (DDX). Die dominanten Quellregionen für diese Stoffgruppen liegen sowohl rückblickend als auch aktuell in diesem Gebiet.

### ***Herkunftsregion relevante Nebenflüsse und Mittelalbe***

Das Mulde-Einzugsgebiet wird charakterisiert durch erhöhte Schwermetallgehalte wie Cd, welches als Leitparameter angesehen werden kann, Zink (Zn), Ni, Pb, sowie das Halbmetall Arsen (As). Außerdem auffällig sind vor allem die Dioxine / Furane (PCDD/F) sowie das Hexachlorcyclohexan (HCH). Die Saale steht für ein vergleichbares Schadstoffspektrum, jedoch ohne As, dafür aber mit Hg. Die Gehalte sind zumeist geringer als in der Mulde, die stoffspezifischen Schadstofffrachten aufgrund der größeren Wasser- bzw. Schwebstoffführung jedoch annähernd gleich hoch und z.T. sogar höher. Dazu ist die Mittelalbe selbst mittlerweile als relevanter Zwischenspeicher sowie sekundäre Schadstoffquelle zu nennen. Hier sind es die temporär oder permanent an den Hauptstrom angebundenen Stillwasserbereiche (Altarme, Altwässer, Häfen, Bühnenfelder), deren bei Niedrig- und Mittelwassersituationen vorherrschende Senkenfunktion sich im Hochwasserfall zu einer Quellenfunktion wandelt.

Die Bedeutung der Schwarzen Elster für das Schadstoffinventar der Elbe ist im Vergleich zur Mulde, Saale sowie der Tschechischen Republik gering. Dieser Nebenfluss hat bisher die deutlichste Verbesserung der Schadstoffbelastung erfahren. Auch das Einzugsgebiet der Havel ist hinsichtlich der Schadstofflieferung von untergeordneter Bedeutung.

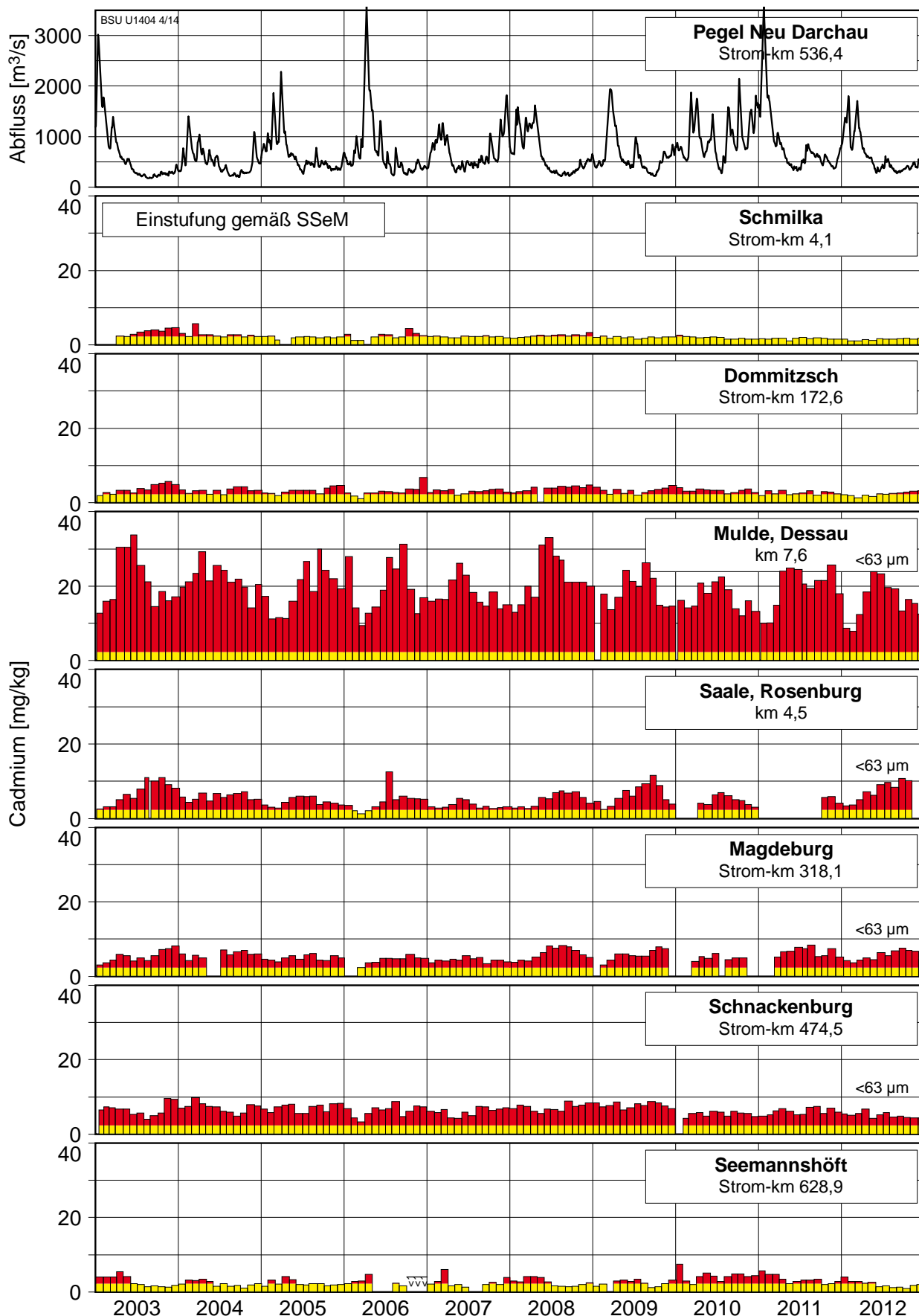


Abbildung 4: Cadmium in frischen schwebstoffbürtigen Sedimenten (< 20  $\mu\text{m}$  bzw. < 63  $\mu\text{m}$ ) der Elbe



### ***Herkunftsregion Hamburg***

Charakteristisch für das aktuelle allgemeine Belastungsgeschehen innerhalb des Hamburger Hafens ist das Tributylzinn (TBT). Es handelt sich um einen seeschiffahrtstypischen Schadstoff, der früher aufgrund seiner Bewuchshemmenden Eigenschaften (biozide Wirksamkeit gegenüber Wasserorganismen) vielfach Verwendung fand. Infolge seiner endokrinen Wirkung besteht seit dem Jahr 2003 ein weltweites TBT-Anwendungsverbot. Die Gehaltsentwicklung an diesem Schadstoff kann daher exemplarisch für eine gezielte Einbringung und Entfernung aus der Umwelt herangezogen werden.

### ***Hintergrund-Belastung***

Anhand des Schwermetalls Chrom (Cr) lässt sich eine vierte Kategorie eröffnen. Sie steht für die Stoffe / Verbindungen, die an den ausgewählten Messstationen aktuell wenig anthropogen angereichert sind. Hauptursache hierfür ist entweder eine traditionell geringe industrielle Nutzung innerhalb des gesamten Elbeeinzugsgebiets oder eine effektive quellnahe Rückhaltung bzw. lokal eng begrenzte Quellregion. Neben Cr lässt sich das Schwermetall Ni dieser Gruppe eindeutig zuordnen.

Darüber hinaus treten Überschreitungen der UQN bei den PAK auf. Als elbetypische PAKs sind Benzo(a)pyren sowie Anthracen, Fluoranthen, Naphthalin, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(g,h,i)perylene, Benzo(k)fluoranthen und Indeno(1,2,3-cd)pyren anzusehen. Hier ist zu berücksichtigen, dass PAK hauptsächlich als Nebenprodukt bei Verbrennungen entstehen und vorrangig diffus eingetragen werden. Die PAK sind daher ubiquitär vorhanden.

### ***Weitere Quellen***

Die Plausibilitätsanalyse zur „Bestandsaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste nach Art. 5 der RL 2008/105/EG bzw. § 4 Abs. 2 OGewV“ der FGG Elbe hat ergeben, dass eine überblicksartige Einschätzung des Schadstoffeintrags in die Elbe (2006 - 2008) erfolgen kann (vgl. Tab. 3), sofern die jeweiligen Rahmenbedingungen der Modellierung berücksichtigt werden. Beispielsweise zieht die regionalisierte Pfadanalyse nach MoRE (MoRE 2013) für die Einträge aus industriellen Direkteinleitern lediglich die Daten des PRTR-Registers (Europäisches Schadstofffreisetzungs- und Verbringungsregister, engl.: Pollutant Release and Transfer Register) heran. Dies ist unzureichend, da das Register nur die Stoffe, die Gegenstand der betrieblichen Eigen- und Fremdüberwachung sind, quantifiziert. Einschränkend ist zu den MoRE-Ergebnissen zu sagen, dass der wesentliche Hauptwirkpfad, der für die heutige Schadstoffsituation maßgeblich ist, die Remobilisierung von partikulär gebundenen Schadstoffen, in der Modellbetrachtung unberücksichtigt bleibt. Auch das betrachtete Stoffspektrum spiegelt nicht das relevante Schadstoffinventar des Elbeeinzugsgebiets (29 elberelevante Schadstoffe, davon acht anorganische Stoffe und 21 organische Stoffe/Stoffgruppen) wider. Eine detaillierte Analyse dieser Situation liefert das Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe (2013) und IKSE (2014).



**Tabelle 3:** Relevanz von Emissionspfaden im Elbegebiet (Einträge gemittelt für den Bilanzzeitraum 2006-2008 (berechnet am 25.10.2013 mit dem Modellinstrument MoRE)

Stoff	Pfade [%]									
	Atmosphärische Deposition auf die Ge-	Altbergbau	Erosion	Grundwasser	Oberflächenabfluss	Dränagen	Urbane Systeme	Industrie	Kläranlagen	Abdrift
Cd	2,9	48,3	7,8	8,4	4,0	9,0	6,4	3,6	9,5	
Hg	6,7	2,3	15,7	15,4	6,3	33,3	13,6	6,3	0,4	
Ni	1,3	2,7	17,9	42,9	1,3	17,4	4,5	3,8	8,3	
Pb	4,4	12,2	46,2	2,2	5,6	0,9	23,5	1,9	3,0	
PAK	12,6	18,6	7,2	1,6	15,1	0,2	41,1	0,0	3,5	
DEHP	5,2		1,3		34,5		48,5	0,0	10,1	
Isoproturon					46,8	43,0	4,1	0,0	5,4	0,7
Diuron							68,7	0,0	31,3	
Nonylphenol							40,4	0,0	59,6	
>40 %										
>20-40 %										

Anzumerken ist, dass DEHP, Isoproturon, Diuron und Nonylphenole neu in das Ermittlungsmonitoring aufgenommen wurden, um die Belastungssituation im Einzugsgebiet erstmalig einschätzen zu können. Deutliche Einträge gelangen über den Eintragspfad „urbane Systeme“ in das Elbegebiet.



## 5 Bisherige Aktivitäten und Umsetzungsstrategien

Aufgrund der vorherrschenden Schadstoffbelastungen ist die Zielerreichung des guten chemischen Zustands und die Einhaltung der UQN für flussgebietsspezifische Schadstoffe, die zur Bewertung des ökologischen Zustands beitragen (medienübergreifend betrachtet nach Wasserphase, Schwebstoffe / Sedimente, Biota), in allen Oberflächenwasserkörpern der Elbe und ihrer Nebenflüsse, kurzfristig, d.h. bis zum Ende des ersten Bewirtschaftungszyklus (2015), ausgeschlossen. Ohne zielgerichtete Maßnahmen zur Reduzierung der primären und sekundären Schadstoffquellen ist die Erreichung einer guten stofflichen Qualität auch bis zum Ende des zweiten Bewirtschaftungszyklus und damit auch die Erreichung des guten Umweltzustands nach MSRL bis 2020 stark gefährdet. Als eine fachliche Grundlage für die Maßnahmenplanung innerhalb der Flussgebietseinheit Elbe kann in diesem Zusammenhang das Schadstoff- / Sedimentmanagement der FGG Elbe / IKSE dienen. Hierin werden teileinzugsgebietsscharf relevante Quelltypen und -regionen – soweit bereits bekannt – sowie die mit ihnen gekoppelten möglichen Behandlungsmaßnahmen aufgeführt.

### 5.1 Maßnahmen zur Reduzierung spezifischer Schadstoffeinträge

Das Maßnahmenprogramm für den ersten Bewirtschaftungszeitraum beinhaltet Maßnahmen zur Reduzierung spezifischer Schadstoffeinträge. Ausgehend von den Ergebnissen der ersten Bestandsaufnahme erfolgte die Maßnahmenplanung und -durchführung durch die Länder. Unter denen haben Bayern, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein für den ersten und zweiten Bewirtschaftungszeitraum eingeschätzt, dass die landesbezogenen Schadstoffeinträge nicht von überregionaler Bedeutung für die Elbe sind. Folglich sind in diesen Ländern auch keine Maßnahmen mit überregionaler Wirkung für das Elbegebiet geplant worden. Die Länder Berlin, Brandenburg, Hamburg, Niedersachsen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen haben zur Festlegung prioritärer Maßnahmen in einem intensiven analytischen Prozess folgende Schritte absolviert:

- Feststellung der maßgeblichen Reduzierungsanforderungen an den überregionalen Bilanzierungsmessstellen
- Analyse des jeweiligen Landes im Hinblick auf die eigene Betroffenheit durch Qualitätsnormüberschreitungen und ggf. die Rolle der dafür maßgeblichen Quellen im eigenen Zuständigkeitsbereich („Ermittlungstätigkeit“)
- Festlegung der im ersten Bewirtschaftungsplan vorgesehenen Maßnahmen

Nach derzeitigem Kenntnisstand stammt das heutige chemische Qualitätsproblem der Elbe mit einer Reihe „klassischer“ Schadstoffe – insbesondere der sedimentgebundenen organischen Verbindungen – in hohem Maße nicht aus gegenwärtigen Schadstoffeinträgen. Prägend sind vielfach persistente, bio- und geoakkumulierbare Stoffe, die z.T. langjährig vom Menschen intensiv genutzt wurden. Zur Verbesserung der Situation wurden zum einen bereits früher begonnene, umfangreiche Maßnahmen der Altlastensanierung von überregionaler Bedeutung fortgesetzt, beispielsweise im Rahmen der Ökologischen Großprojekte (ÖGP) Bitterfeld / Wolfen und Mansfelder Land (Sachsen-Anhalt) oder des Sanierungsvorhabens der Wismut GmbH (Sachsen und Thüringen). Zum anderen lag ein Schwerpunkt auf der



konzeptionellen Arbeit (Skizzen, Studien, Gutachten, Forschungs- und Entwicklungs- / Demonstrationsvorhaben, vertiefende Untersuchungen / Kontrollen, Beratung, Information und Fortbildung). Derartige Aktivitäten wurden für fast alle überregional bedeutsamen Oberflächenwasserkörper ergriffen und dienen der Herleitung der effizientesten Maßnahmen im zweiten Bewirtschaftungszeitraum. Generell wurden im ersten Bewirtschaftungszeitraum Planungen in folgenden Bereichen getroffen, die mittelbar oder unmittelbar, bereits jetzt oder im kommenden Bewirtschaftungszeitraum Auswirkungen auf die Schadstoffsituation haben können und fortgeführt bzw. intensiviert werden müssen:

- Landwirtschaft (Reduzierung der Einträge an Pflanzenschutzmitteln),
- Misch- und Niederschlagswasser (Ertüchtigung und Sanierung der Kanalisation, Reduzierung von Einträgen von befestigten Flächen und Bauwerken),
- Industrielles und gewerbliches Abwasser (Optimierung der Betriebsweise),
- Bergbau / Altbergbau (Reduzierung von Einträgen aus diffusen und Punktquellen),
- Altlasten, Abfall (Reduzierung von Einträgen aus diffusen und Punktquellen),
- Kommunales Abwasser (Neubau, Anpassung, Optimierung von Kläranlagen, Ertüchtigung von Kanalisationen),
- Konzeptionelle Maßnahmen.

## 5.2 Umsetzungsstrategie „Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe“

Für die Erfassung, Bewertung und Reduzierung partikelgebundener Schadstoffe hat die FGG Elbe ein flussgebietsweites Sedimentmanagementkonzept erstellt (FGG Elbe 2013). Grundlage bilden ein fundiertes Systemverständnis unter Beachtung der WRRL-relevanten Bezugsräume, die gründliche Kenntnis der für den Sedimentstatus und -haushalt maßgeblichen Prozesse und eine Risikoanalyse, welche die Intervention direkt an der Quelle bzw. quellnah ermöglicht. Im Zuge der Erarbeitung des Konzepts durch internationale und nationale Arbeitsgruppen wurden vier große Themenbereiche adressiert:

- Entwicklung von Indikatoren (Kriterien) zur Beschreibung von Sedimentstatus und -haushalt und deren abgestufte Anwendung zur Klassifizierung
- Bewertung des Risikos für relevante Handlungsziele (Umwelt und Nutzung) infolge eines unzulänglichen Sedimentstatus und -haushalts
- Analyse der Ursachen (Quellen) des Risikos
- Unterbreitung von Managementoptionen zur Verbesserung von Sedimentstatus und -haushalt

Das Sedimentmanagementkonzept der FGG Elbe soll zur Erreichung des guten chemischen / ökologischen Zustands nach WRRL und des guten Umweltzustands nach MSRL beitragen. In diesem Sinne stellt es eine fachliche Grundlage für den zweiten Bewirtschaftungsplan gemäß WRRL und zur Erreichung der Umweltziele der MSRL<sup>3</sup> dar.

---

<sup>3</sup> Dies betrifft insbesondere das deutsche MSRL-Umweltziel „Meere ohne Verschmutzung durch Schadstoffe“ und eines der diesbezüglichen operativen Umweltziele für Maßnahmen: „Schadstoffeinträge über die Flüsse sind weiter zu reduzieren“ unter Verweis auf die in den Maßnahmenprogrammen der Bewirtschaftungspläne der WRRL festgelegten Maßnahmen.



## 6 Stand der Umsetzung und Erfolge

Die Wirksamkeit der in Umsetzung befindlichen Maßnahmen für die Verbesserung der Schadstoffsituation wird an den überregionalen Bezugsmessstellen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft (Elbe) bzw. Dessau (Mulde), Groß Rosenburg (Saale) und Toppel / Havelberg (Havel) eingeschätzt. Die fachliche Grundlage bildet die Datenbasis der Länder.

Aufgrund von natürlichen Gegebenheiten und aus Gründen der technischen Durchführbarkeit sind die Reduzierungsanforderungen für Schadstoffe im Einzugsgebiet der Elbe bis 2021 nicht in vollem Umfang erreichbar. Ausschlaggebend dafür sind neben der Dimension der Probleme, z.B. im Altbergbau oder an alten Industriestandorten, der überwiegend diffuse Eintrag der Schadstoffe bzw. deren Persistenz. Der größere Anteil der Schadstoffe, dies gilt insbesondere für die Organika, befindet sich bereits im Flusssystem, d.h. die aktuellen Einträge sind von geringerer Bedeutung. Für die Mehrzahl der elbetypischen Schadstoffe ist der partikuläre Anteil dominierend. Dessen Verhalten und Verbleib hängt in komplexer, konkret nicht vorhersagbarer Weise von hydrologisch-meteorologischen Faktoren ab. Hiervon werden die anteilige Mobilisierung, der Rückhalt und der Transport bestimmt. Auf Hochwasserphasen können große Teile der jährlichen Schwebstoff- und damit auch Schadstofffracht entfallen. Die spezifischen Auswirkungen extremer Ereignisse wie im August 2002 oder Juni 2013 können aufgrund ihrer Seltenheit nur ansatzweise prognostiziert werden. Dies hat zur Folge, dass die Wirkungen von Maßnahmen an den einzelnen Quellen bezogen auf die überregionale Bilanzmessstelle bisher nur im Ausnahmefall quantifizierbar sind.

Die geplanten schadstoff-, quellen- und prozessspezifischen Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffeinträge in die Elbe wurden zusammengestellt und deren Wirkungen hinsichtlich der Stoffe und des Reduzierungsumfangs im Bereich der jeweiligen Schadstoffquelle abgeschätzt. Im Ergebnis wird im zweiten Bewirtschaftungszeitraum bis 2021 eine messbare, möglichst große Verringerung der Schadstoffbelastung an den jeweils betroffenen Bilanzmessstellen gegenüber dem Bezugsjahr 2015 erwartet. Die Länder haben die Maßnahmen(optionen) für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum überprüft und auf Grundlage des Sedimentmanagementkonzepts Maßnahmen zur Reduzierung des partikulären Schadstofftransports abgeleitet.

### **Elbestrom: Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft**

Die Schadstoffsituation in Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft ist wesentlich das Ergebnis der Situation im Einzugsgebiet oberhalb. Die Beurteilung der für Schmilka wirksamen, in Tschechien getroffenen Maßnahmen, ist nicht Gegenstand dieses nationalen Berichtes. Im Rahmen der flussgebietsweiten Zusammenarbeit wurde bezüglich Schnackenburg und Seemannshöft im Zuge des ersten Bewirtschaftungsplans eine Reduzierung der Schadstoffbelastung wesentlich durch Maßnahmen in den Teileinzugsgebieten der Hauptnebenflüsse Mulde, Saale und Havel angestrebt. Darüber hinaus spielen in Vorbereitung auf den zweiten Bewirtschaftungszeitraum gerade in allen Teileinzugsgebieten zwischen deutsch-tschechischer Grenze und Nordsee konzeptionelle Maßnahmen – wie das Sedimentmanagementkonzept – eine besondere Rolle.



Durch die Freie und Hansestadt Hamburg werden Maßnahmen durchgeführt, die die Elbe direkt betreffen und bereits im ersten Bewirtschaftungszeitraum wirksam waren. Neben Maßnahmen die eine lokale Wirkung erzielen sollen, hat **Hamburg** als Maßnahmen mit einer überregionalen Wirkung folgende Optionen benannt:

- Entnahme und nachfolgende Landbehandlung sowie Verwertung bzw. Beseitigung schadstoffbelasteter Sedimente aus der Elbe
- Optimierung des Sedimentmanagements in der Tideelbe
- Umsetzung der Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis der FGG Elbe / IKSE zur Erreichung und Sicherung überregionaler Handlungsziele in der Tideelbe.

Aus **Niedersachsen** wird über zwei geplante Maßnahmen berichtet:

- Rahmenplan zur Verbesserung des Abflusses im Deichvorland (gemeinsam mit Mecklenburg-Vorpommern)
- geeignete Maßnahmen, um der Entkoppelung zwischen Fluss und Aue im niedersächsischen Abschnitt entgegenzuwirken.

### **Mulde: Dessau**

Die Mulde ist aus überregionaler Sicht durch verstärkte Einträge an As, die Schwermetalle Pb, Cd, Ni und Zn, die chlororganischen Verbindungen PCDD/F, HCB, DDX und HCH sowie Organozinnverbindungen bedeutsam. Seitens der Länder **Sachsen** und **Sachsen-Anhalt** wurde zum Beginn des ersten Bewirtschaftungszeitraums eingeschätzt, dass die Belastungen im Wesentlichen aus Einträgen des Altbergbaus und aus Altlasten sowie als Folge davon aus Altsedimenten stammen und dass hinsichtlich der Quellen und Ursachen weiterer Klärungsbedarf besteht. In beiden Ländern erfolgen aktuell umfangreiche konzeptionelle Arbeiten und Monitoringprogramme zu Ermittlungszwecken und Analysen möglicher Belastungsquellen. Gezielte Untersuchungen zu den organischen Schadstoffbelastungen in Schwebstoffen, Gewässersedimenten und Auen des Spittelwassers und der Unteren Mulde zeigten, dass die in den 1990er Jahren beschriebenen massiven Feinsedimentablagerungen im Spittelwasser heute nicht mehr vorhanden sind. Feststellbare Belastungen durch organische Schadstoffe sind vielmehr diffusen Quellen im Raum Bitterfeld und Einträgen aus dem Oberlauf der Mulde zu zuordnen. Laufende Abstomsicherungsmaßnahmen im ÖGP Bitterfeld-Wolfen, die auch dem Schutz der Oberflächengewässer dienen, werden im zweiten Bewirtschaftungszeitraum fortgesetzt.

### **Saale: Rosenberg**

Die Saale ist aus überregionaler Sicht durch verstärkte Einträge an Pb, Cd, Ni, Hg und Zn, die chlororganischen Verbindungen PCDD/F, HCH, DDX, Organozinnverbindungen und PAKs bedeutsam. Seitens der Länder **Sachsen**, **Sachsen-Anhalt** und **Thüringen** wurde zu Beginn des ersten Bewirtschaftungszeitraums eingeschätzt, dass die Belastungen im Wesentlichen aus Einträgen des Altbergbaus und aus Altlasten sowie als Folge davon aus





Altsedimenten stammen. Außerdem könnten bei den Schwermetallen Einträge über urbane Systeme (Cu, Pb, Zn) und Erosion (Cu, Pb) eine wesentliche Rolle spielen. Durch Monitoringprogramme zu Ermittlungszwecken und eine Analyse möglicher Belastungsquellen wurden in allen drei Ländern bereits Grundlagen für das weitere Vorgehen bezüglich der überregionalen Bewirtschaftungsziele zur Reduzierung der Schadstoffbelastung erarbeitet. Diese sollen weiter verbessert und darauf aufbauend ggf. im zweiten oder dritten Bewirtschaftungsplan zusätzliche Maßnahmen konzipiert und umgesetzt werden.

Als potenziell überregional wirksame Schadstoffquelle wurde in Thüringen der ehemalige Wismutbergbau ermittelt. Zur Reduzierung von Schwermetalleinträgen in das Saalesystem wird das Sanierungsvorhaben der Wismut GmbH im Ronneburger Bergbaurevier intensiv fortgesetzt. Die Maßnahmen werden voraussichtlich bis über das Jahr 2027 hinaus andauern. Trotz Durchführung weiterer Maßnahmen wird eingeschätzt, dass für einige wenige Oberflächenwasserkörper im Einzugsgebiet der Weißen Elster die Ziele bis 2027 nicht erreicht werden. Es werden hierfür weniger strenge Bewirtschaftungsziele in Anspruch genommen. Der bestmögliche Zustand wurde anhand von Gutachten prognostiziert.

Weitere Maßnahmen betreffen die Verminderung der Belastung des Grundwassers infolge von Bergbaualtlasten im Grundwasserkörper Weiße Elster-Becken (Federführung durch Sachsen) sowie mehrere Sanierungsvorhaben an Altlastenstandorten. Im Land Sachsen-Anhalt werden im Zusammenhang mit dem ÖGP „Buna“ Maßnahmen geplant, durch die eine signifikante Verbesserung der Belastungssituation durch Hg insbesondere in der Laucha – einem Saalezufluss – erreicht werden kann. Ein weiteres ÖGP besteht im Mansfelder Land. Darin eingeschlossen sind beginnende sowie weiterführende Maßnahmen zur Abdeckung, Abdichtung, sowie Abstromsicherung mit Sickerwasserfassungen. Die Bündelung, Fortschreibung und gegebenenfalls Ergänzung der entsprechenden Maßnahmen erfolgt im Sedimentmanagementkonzept von Sachsen-Anhalt.

Das Land **Sachsen-Anhalt** hat in den zweiten Bewirtschaftungsplan folgende Maßnahmen aufgenommen:

- Sanierung/ Reduzierung Punktquellen: Projekt „Frachtreduzierung Schlüsselstollen“ (konzeptionelle Planungsschritte sind bereits abgeschlossen)
- Sanierung/ Reduzierung Altlasten: ÖGP BUNA, ÖGP Bitterfeld-Wolfen einschließlich Projekt „Frachtreduzierung Spittelwasser“ (konzeptionelle Planungsschritte sind bereits abgeschlossen), Fahlberg- List
- Feinsedimentmanagement/ Beseitigung von Altsedimentdepots: Bode Unterlauf, Seitenstrukturen Mühlgräben Wettin, Peißnitz, Holleben und Altarm Calbe/ Tippelskirchen
- Effektivierung des Schadstoffrückhalts im Muldestausee
- Feinsediment Saalestaustufen



Aus **Thüringen** wurden für den zweiten Bewirtschaftungszeitraum folgende Maßnahmen im Bereich der Wismut GmbH im Einzugsgebiet der Weißen Elster (Koordinierungsraum SAL) gemeldet:

- Betrieb und Optimierung der Wasseraufbereitungsanlagen in Ronneburg und in Seelingstädt zur Reduzierung des Schwermetalleintrags in die Weiße Elster
- Konzeptionelle Untersuchungen zur Anwendung von Ionenaustauschverfahren mit dem Ziel der Absenkung des Schwermetalleintrags in die Weiße Elster auf das Niveau des geogenen Hintergrunds

### **Havel: Toppel / Havelberg**

Die partikelgebundenen Einträge aus der Havel sind aus überregionaler Sicht nicht von Relevanz, wenngleich im Einzugsgebiet verstärkte Einträge von Zn und TBT auftreten bzw. Depots in den Sedimenten vorliegen. Maßnahmen zur Reduzierung werden durch die Länder **Sachsen** (Spree), **Berlin** (Unterhavel, Untere Spree) und **Brandenburg** (Havel, Mittlere und Untere Spree) geplant. Durch konzeptionelle Maßnahmen, wie beispielsweise Monitoringprogramme zu Ermittlungszwecken und eine Analyse möglicher Belastungsquellen, auch im Rahmen des FGG Elbe- / IKSE-Sedimentmanagementkonzepts, sollen die Grundlagen für das weitere Vorgehen im zweiten oder dritten Bewirtschaftungszeitraum geschaffen werden. Das Land Berlin strebt mittel- bis langfristig eine 50 %ige Reduzierung der Schwermetallemissionen v.a. mittels Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge durch Misch- und Niederschlagswasser an.



## 7 Herausforderungen

Für die Mehrheit der relevanten Schadstoffe konnten bereits Einschätzungen hinsichtlich ihrer Belastungssituation in der Elbe und den relevanten Nebenflüssen getroffen werden. Für einige Stoffe und Stoffgruppen war dies jedoch noch nicht möglich, weil noch keine ausreichende Datenbasis gegeben ist. Hierzu zählen insbesondere auch die prioritär gefährlichen Stoffe Pentabromdiphenylether, Chloralkane und Nonylphenol. Zudem werden auch die genannten neuen prioritären Stoffe bzw. teilweise „verschärften“ UQN zu beachten sein. Die Richtlinie 2013/39/EU trat im August 2013 in Kraft und wird in einer novellierten OGewV münden. Darüber hinaus sind künftig auch die ergänzenden schadstoffbezogenen Anforderungen der MSRL, einschließlich des Beschlusses der EU-Kommission über Kriterien und methodische Standards zur Feststellung des guten Umweltzustands von Meeresgewässern (2010/477/EU) und ggf. dessen geplante novellierte Fassung sowie deren Notwendigkeit u.a. zur Ableitung weiterer feststoffbezogener UQN, einzubeziehen.

Für weitere relevante flussgebietspezifische Stoffe werden für die Novelle der OGewV ebenfalls nationale UQN diskutiert. Für neuartige Gewässerbelastungen, z.B. durch Inhaltsstoffe moderner Massenbedarfsgüter wie Arzneistoffe und Biozide müssen auf der Grundlage neuer ökotoxikologischer Erkenntnisse und Monitoringergebnisse Belastungsaussagen getroffen werden. Hier sind sowohl hinsichtlich der Datenerhebung als auch der Risikobewertung weitere Arbeiten zu leisten und Handlungsstrategien zu entwickeln. Zusammenfassend besteht eine fachlich begründete Forderung nach der verstärkten Erfassung und Bewertung der anorganischen und organischen Schadstoffe in ihrer jeweils umweltrelevanten Matrix.

Als eine besondere Herausforderung hat sich die Reduzierung des hochwasserbedingten Schadstofftransportes erwiesen. Innerhalb nur eines Jahrzehntes hat es im Einzugsgebiet der Elbe vier Hochwasserereignisse (August 2002, März/April 2006, Januar 2011, Juni 2013) gegeben, bei denen es aufgrund der extremen Wasserführung zu relevanten hochwasserbedingten Schadstofftransporten gekommen ist. Im Fokus der Öffentlichkeit stand insbesondere die Schadstoffbelastung der Schwebstoffe und Sedimente der 2002er Hochwasserwelle – umfangreich dokumentiert durch das Umweltforschungszentrum (Böhme et al. 2005). Auch aufgrund dieser Erkenntnisse wurde durch die FGG Elbe für das Elbegebiet unterhalb der deutsch-tschechischen Grenze ein Messprogramm für hydrologische Extremereignisse (Hochwasser / Niedrigwasser) im Jahr 2012 beschlossen und erstmalig für das Junihochwasser 2013 umgesetzt (BfG, FGG Elbe 2014).

Die Ergebnisse zeigen, dass extreme Hochwasserereignisse zu einer signifikanten Veränderung der Schadstoffkonzentrationen und -gehalte gegenüber den jeweiligen Jahresdurchschnittswerten führen, wobei die Veränderungen der Schadstoffkonzentrationen und -gehalte elementspezifisch und regionaltypisch sind. Während der Hochwasserphase werden in kurzer Zeit wesentliche Anteile der Schadstoff-Jahresfracht transportiert. Als Hauptursache für die erhöhten Konzentrationen / Gehalte / Frachten sind weniger die Freisetzungen über Havarien zu sehen, als die Remobilisierung von hoch belasteten Altsedimenten aus Stillwasserbereichen (Altarme, Altwässer, Häfen, Stauhaltungen).



Festzuhalten ist, dass zu einer erfolgreichen Umsetzung der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) die Einbeziehung des Aspektes „hochwasserbedingter Schadstofftransport“ gehört. Ohne die gezielte Sicherung / Entnahme von hoch belasteten Altsedimenten, werden die hochwasserbedingten Schadstofffreisetzungen ein wesentliches Erschwernis bei der Zielerreichung der guten stofflichen (und biologischen) Qualität gemäß WRRL darstellen.

Wie die Ergebnisse zum Sedimentmanagementkonzept (FGG Elbe 2013, IKSE 2014) gezeigt haben, ist die Schadstoffsituation im Einzugsgebiet der Elbe sehr komplex. Zur Ableitung von Sanierungsmaßnahmen ist die länderübergreifende und internationale Zusammenarbeit von besonderer Bedeutung. Auf Basis abgestimmter Handlungsziele und Maßnahmenstrategien ist innerhalb der FGG Elbe sowie der IKSE über die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme gemäß WRRL die Erreichung einer guten stofflichen Qualität der Schwebstoffe und Sedimente sicher zu stellen. Dies ist auch im Sinne der MSRL. Nur ein ganzheitliches Sedimentmanagement im gesamten Einzugsgebiet der Elbe mit effektiven quellenbezogenen, oder wenn dies nicht möglich ist, mit quellnahen Maßnahmen ist Erfolg versprechend.



## 8 Literatur

*Beschluss der Kommission 2010/477/EU* über Kriterien und methodische Standards zur Feststellung des guten Umweltzustands von Meeresgewässern in der Fassung der Bekanntmachung vom 1. September 2010 (ABl. L 232/14)

BECKERS, R., HEIDEMEIER, J., HILLIGES, F. (2013): [Kohlekraftwerke im Fokus der Quecksilberstrategie. Aufsatz zum 44. Kraftwerkstechnischen Kolloquium der TU Dresden](#). Dresden, 2012 (Kap. 2.1.1 PRTR)

BÖHME M., KRÜGER, F., OCKENFELD, K. & W. GELLER (Hrsg.) (2005): Schadstoffbelastung nach dem Elbe-Hochwasser 2002. Magdeburg

BFG, FGG ELBE - BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE (2014): Das Messprogramm Extremereignisse beim Junihochwasser der Elbe 2013 – Schadstoffkonzentrationen und –frachten. Koblenz, Magdeburg. (Unveröffentlichtes Dokument)

DE DECKERE, E., DE COOMAN, W., LELOUP, V., MEIRE, P., SCHMITT, C., VON DER OHE, P. (2011): Development of sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Journal of Soils and Sediments* 11, 504-517

DWA (2008): Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf. Arzneistoffe. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. Hennef. Mai 2008. 85 S.

EVERS, E.H.G., LAANE, R.W.P.M., GROENEFELD, G.J.J. (1996): Levels, temporal trends and risks of dioxins and related compounds in the Dutch aquatic environment. *Organohalogen Compounds*. 28, 117 - 122

FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE - FGG Elbe (Hrsg.) (2008): Wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen. O.O.

FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE - FGG Elbe (Hrsg.) (2009a): Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit. Magdeburg

FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE - FGG Elbe (Hrsg.) (2009b): Hintergrundpapier zur Ableitung der überregionalen Bewirtschaftungsziele für die Oberflächengewässer im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Belastungsschwerpunkt Schadstoffe. Hintergrunddokument Bewirtschaftungsplan EG-WRRL. O.O.

FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE - FGG Elbe (2010): Elbebericht 2008 – Ergebnisse des nationalen Überwachungsprogramms Elbe der Bundesländer über den ökologischen und chemischen Zustand der Elbe nach EG-WRRL sowie der Trendentwicklung von Stoffen und Stoffgruppen. Hamburg

FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE - FGG Elbe (Hrsg.) (2012): Zwischenevaluierung der Maßnahmenumsetzung zur Vorbereitung der Fortschreibung der Wichtigen Wasserbewirtschaftungsfragen – Aspekt Schadstoffe. O.O. (Unveröffentlichtes Dokument)

FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE - FGG Elbe (Hrsg.) (2013): Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im deutschen Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele. Autoren: P. Heining, K. Blondzik, T. Gabriel, P. Kasimir, I. Keller, A. Netzband, P. Pfeiffer, I. Quick, K. Rickert-Niebuhr, S. Rohde, D. Schwandt, R. Schwartz, D. Steffen, I. Tobian, S. Vollmer, D. von Seggern, C. Wenzel, R. Wilke & M. Wolf. 383 Seiten. Magdeburg.

FLUSSGEBIETSGEMEINSCHAFT ELBE - FGG Elbe (Hrsg.) (2014): Sachstandsbericht zur Plausibilitätsanalyse der Bestandaufnahme der Emissionen, Einleitungen und Verluste nach Art. 5 der RL 2008/105/EG bzw. §4 Abs. 2 OGewV. O.O. (Unveröffentlichtes Dokument)



- FUCHS, S., KIEMLE, L., KITTLAUS, S. (2013): Modeling of fine solids at the river basin scale. Preliminary results for the Weser river basin. Karlsruher Flussgebietstage 2013. International conference on solids in river basins. 20.-21. Juni. Karlsruhe. 115-117
- GEMEINSAME ÜBERGANGSBESTIMMUNGEN zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (GÜBAK), BUND UND KÜSTENLÄNDER (2009): Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern. O.O.
- INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DER ELBE – IKSE (HRSG.) (2014): Sedimentmanagementkonzept der IKSE - Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele. Autoren: P. Heining, S. Dusek, T. Hildebrandt, P. Kasimir, V. Kliment, J. Langhammer, J. Medek, A. Netzband, P. Pfeiffer, S. Rohde, I. Quick, D. Schwandt, R. Schwartz & S. Vollmer. 200 Seiten. Magdeburg.
- MoRE (2013): Aktuelle Auswertung gemäß: Berechnung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer Deutschlands mit dem Modell MONERIS. Nährstoffe, Schwermetalle und Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Umweltbundesamt (Hrsg.) Bericht Nr. 45/2010.
- NLWKN (2012): Vorschlag der Europäischen Kommission zu neuen prioritären Stoffen, Wasser und Abfall 10/2012, 37-42
- REGIERUNGSVERORDNUNG 23/2011 Sb. der Tschechischen Republik vom 22. Dezember 2010 zur Änderung der Regierungsverordnung 61/2003 Sb. über Parameter und Werte der zulässigen Belastung von Oberflächengewässern und Abwasser, Grundlagen der Genehmigung von Abwasserreinleitungen in Oberflächengewässern und in die Kanalisationen sowie über empfindliche Gebiete, in der Fassung der Regierungsverordnung 229/2007 Sb., Tabelle 2 des Teil B, S. 255
- Richtlinie 2000/60/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie - WRRL) in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. Oktober 2000 (ABl. L 327)
- Richtlinie 2008/56/EG des europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie – MSRL) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juni 2008 (ABl. L 164/19)
- Richtlinie 2008/105/EG des europäischen Parlaments und des Rates über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG (Richtlinie „Prioritäre Stoffe“ (UQN-RL)) in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. Dezember 2008 (ABl. L 348/84)
- Richtlinie 2013/39/EU des europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik in der Fassung der Bekanntmachung vom 12.08.2013 (ABl. L 226/1)
- RÜCKSTANDS-HÖCHSTMENGENVERORDNUNG (RHmV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. Oktober 1999 (BGBl. I S. 2082; 2002 I S. 1004), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 2. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3230)
- TERNES, T.A. UND GIGER, W. (2006): Introduction in "Removal of PPCP during drinking water treatment: a challenge for urban water management". Editors: Ternes, T.A., Joss, A., IWA Publishing. London
- VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER (OGewV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Juli 2011 (BGBl. I S.1429)