



**Hintergrundpapier zur Ableitung der überregionalen
Bewirtschaftungsziele für die Oberflächengewässer im deutschen
Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Belastungsschwerpunkt
Schadstoffe**

- Abschlussbericht -

**FGG ELBE
Stand: 02.04.2009**



Inhalt

1	<u>VERANLASSUNG</u>	1
2	<u>ÜBERREGIONALE ZIELE IM KONTEXT DER WASSERRAHMENRICHTLINIE</u>	1
3	<u>SCHADSTOFFE IN DER ELBE AUS ÜBERREGIONALER SICHT</u>	2
3.1	HAUPTINTRAGSPFADE DER SCHADSTOFFE IM ELBEGEBIET	3
3.2	SCHADSTOFFBELASTUNG ANHAND VIER MARKANTER BEISPIELE	4
3.3	SCHADSTOFFEINTRAG, -AUSBREITUNG UND –VERBLEIB	5
4	<u>ABLEITUNG VON HANDLUNGSZIELEN FÜR SCHADSTOFFE</u>	7
4.1	DATENGRUNDLAGE	7
4.2	HERLEITUNG ÜBERREGIONALER ZIELE	7
5	<u>MAßNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER SCHADSTOFFKONZENTRATIONEN</u>	16
6	<u>LITERATUR</u>	26

1 Veranlassung

Das Ziel, Schadstoffeinträge in die Gewässer zu minimieren, bildet seit Langem einen Schwerpunkt im Europäischen Gewässerschutz. Um die Umweltziele der Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (WRRL) zu erreichen ist es erforderlich, erkannte Defizite effizient zu bekämpfen. Die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe hat im Rahmen der Erstellung des ersten Bewirtschaftungsplans und Maßnahmenprogramms wichtige Wasserbewirtschaftungsfragen für das Einzugsgebiet der Elbe identifiziert, für die länderübergreifend abgestimmte Bewirtschaftungsansätze formuliert werden müssen (FGG Elbe 2008). Eine dieser wichtigen Bewirtschaftungsfragen stellt die Belastung durch Schadstoffeinträge dar. In den Maßnahmenprogrammen der Länder wird der Weg hin zu einer signifikanten Verringerung der Schadstoffeinträge bzw. mobilisierbaren Schadstoffdepots beschrieben.

Dieses Hintergrundpapier behandelt aus überregionaler Sicht den Belastungsschwerpunkt Schadstoffe unter folgenden Aspekten:

- Fachliche Begründung und Untersetzung der Aussagen über Schadstoffe im Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe und im FGG-Dokument zu den überregionalen Bewirtschaftungszielen für die Oberflächengewässer (FGG Elbe 2008);
- Begründung der Vorgehensweise zur Ableitung überregionaler Bewirtschaftungsziele für die angestrebte Reduzierung der Schadstoffeinträge in die Elbe innerhalb des ersten Bewirtschaftungszeitraums;
- Erläuterung potentieller Auswirkungen von Maßnahmen des Bewirtschaftungszeitraums 2010 – 2015 auf die Schadstoffsituation im deutschen Elbegebiet.

2 Überregionale Ziele im Kontext der Wasserrahmenrichtlinie

Für die Ziele der WRRL sind in zahlreichen Wasserkörpern Maßnahmen notwendig. Bestehende Belastungen sollen so verringert werden, dass der Wasserkörper den guten Zustand beziehungsweise 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 können Umweltziele nur dann erreicht werden, wenn die Belastungen im gesamten Flussgebiet, d.h. auch die ggf. oberhalb im Einzugsgebiet bestehenden Belastungen verringert oder beseitigt werden. In solchen Fällen sind bei der Erstellung des Bewirtschaftungsplans und des Maßnahmenprogramms auch die Anforderungen der Unterlieger mit zu berücksichtigen.

Überregionale Ziele ergeben sich, wenn innerhalb eines Gewässersystems Belastungen über Länder- und Staatsgrenzen hinweg wirken. Klassische Beispiele für überregionale Fragestellungen in der Wasserwirtschaft sind Belastungen durch Nähr- und Schadstoffeinträge, durch Wärmeeinleitungen und aufgrund fehlender Durchgängigkeit.

3 Schadstoffe in der Elbe aus überregionaler Sicht

Die FGG Elbe hat sich bei der Herleitung überregionaler Ziele zur Reduzierung der Schadstoffbelastung grundsätzlich von der Definition der WRRL für Gewässerverschmutzung¹ leiten lassen.

Ein überregionales Handlungserfordernis ergibt sich dann, wenn die Konzentration eines Schadstoffes an repräsentativen Messstellen (Bilanzprofilen, vgl. Tabelle 2, Kapitel 4) dauerhaft oder wiederholt ein Maß erreicht, durch das:

- die Integrität² der aquatischen Ökosysteme im Binnen-, Übergangs- und Küstenbereich gefährdet werden kann;
- die menschliche Gesundheit Schaden nehmen kann;
- die Qualität der von aquatischen Systemen abhängigen Landökosysteme beeinträchtigt werden kann;
- die Sedimentbewirtschaftung zur Gewährleistung des Hochwasserabflusses und der wirtschaftlich notwendigen nautischen Tiefen in effizienter Weise nicht mehr möglich ist.

Auf der Basis der verfügbaren Daten der Messstellen der Überblicksüberwachung des deutschen Elbegebietes wurde eine detaillierte Einschätzung der Schadstoffsituation vorgenommen. Im Ergebnis der Analyse war festzustellen, dass für eine Reihe von Stoffen, die zur Bewertung des chemischen oder ökologischen Zustandes heranzuziehen sind, der Zustand schlecht ist. Wegen 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.

Als besondere Merkmale der Schadstoffsituation der Elbe wurden erkannt:

- das aktuelle Problem der Elbe mit einer Reihe "klassischer" Schadstoffe stammt überwiegend aus Einträgen, die in der Gegenwart nicht mehr vorkommen (nicht-rezent);
- es handelt sich in erheblichem Maße um ein Schwebstoff- und Sedimentproblem.

Unbelastete Sedimente sind ein essentieller und integraler Bestandteil der Flüsse sowie der von ihren Hochwässern beeinflussten ufernahen Strukturen. Sie haben eine zentrale Funktion für die Dynamik, Produktivität und Vielfalt der Gewässer (SedNet 2004). Wegen der hohen Relevanz der Sedimentqualität für die Schadstoffsituation der Elbe insgesamt (Heininger et al. 2003; SedNet 2006) hat eine Projektgruppe die Risiken durch feststoffgebundene Schadstoffe im deutschen Teil des Elbeeinzugsgebietes untersucht und bewertet. In zwei Studien (Heise et al. 2005, 2008) wird detailliert dargelegt, in welchem Maße Funktionen und Dienstleistungen

¹ Die WRRL definiert 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 eine Beeinträchtigung oder Störung des Erholungswertes und anderer legitimer Nutzungen der Umwelt mit sich bringen“ (Richtlinie 2000/60/EG, Artikel 2).

² Ökologische Integrität ist eine Leitlinie zur Vorsorge vor unspezifischen ökologischen Risiken im Rahmen Nachhaltiger Entwicklung. Sie zielt darauf, die Leistungsfähigkeit des Naturhaushalts als natürliche Lebensgrundlage des Menschen langfristig zu erhalten, indem die ökosystemaren Prozesse und Strukturen, die die Voraussetzung für die Selbst-Organisationsfähigkeit von Ökosystemen bilden, geschützt werden (Barkmann et al. 2001).

des Ökosystems Elbe durch schadstoffbelastete Sedimente beeinträchtigt werden können. In den folgenden Kapiteln wird wiederholt auf diese Erkenntnisse und Schlussfolgerungen zurückgegriffen.

Die von der FGG Elbe definierten überregionalen Ziele beziehen sich auf die Gesamtheit der gelösten und partikulären Schadstoffanteile und tragen so auch der Sedimentproblematik Rechnung. Dies ist auch deshalb folgerichtig, weil das Verhältnis der partikulären und gelösten Schadstoffanteile unter wechselnden hydrologischen und hydrochemischen Bedingungen über einen weiten Bereich schwanken kann (vgl. z.B. Baker et al. 1996; Sigleo und Means 1990).

3.1 Haupteintragspfade der Schadstoffe im Elbegebiet

Dank umfangreicher Sanierungs- und Umweltschutzmaßnahmen im Bereich der Industrie und durch den massiven Industrierückbau in Mitteldeutschland spielen im Elbegebiet heutzutage **industrielle Direkteinleitungen** nur im Einzelfall, wie bei den Haloethern, noch die entscheidende Rolle für die Gewässerbelastung. Die Bedeutung der **kommunalen Kläranlagen** hingegen ist nach wie vor hoch. Bei Arzneimitteln, Kosmetika oder Stoffen mit endokriner Wirkung ist der Beitrag der kommunalen Kläranlagen ausschlaggebend (DWA 2008; Ternes und Giger 2006).

Diffuse Einträge spielen bei der Mehrzahl der als überregional relevant identifizierten Schadstoffe eine erhebliche oder sogar die maßgebende Rolle. In einer bundesweiten Studie (UBA 2002) wurden **Kanalisationen**, die **Erosion/der Eintrag von befestigten Flächen** und der **Grundwasserzufluss** bundesweit als die wichtigsten diffusen Eintragspfade identifiziert. Mischwasserentlastungen und Niederschlagsabflüsse aus Trennsystemen können besonders hohe Anteile bei Blei, Zink, Kupfer und vermutlich auch bei den Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) verursachen. Durch Erosion werden insbesondere Blei und Pflanzenschutzmittel (PSM), von landwirtschaftlichen Flächen aber je nach Einsatz auch das im Mineraldünger enthaltene Cadmium eingetragen. Der Grundwasserpfad kann je nach Region für den Arsen- und den PSM-Eintrag bedeutend sein. Grundsätzlich wirken diese Eintragspfade auch im Elbegebiet, eine regional differenzierende Auswertung wurde durchgeführt aber noch nicht veröffentlicht.

Das heutige Problem der Elbe mit einer Reihe „klassischer“ Schadstoffe stammt in hohem Maße nicht aus gegenwärtigen (rezenten) Einträgen. Prägend sind vielfach persistente, bio- und geoakkumulierbare Stoffe mit einer langen industriellen Vergangenheit. Ob PAK, Organozinnverbindungen, Schwermetalle oder polychlorierte Biphenyle (PCB) – es handelt sich damit im Schwerpunkt um ein Problem partikulär gebundener Schadstoffe. Wesentliche Emissionen aus Quellen am Gewässer stammen aus **Bergbauabfällen**, **aufgelassenen Gruben** und **Altlasten-Ballungsgebieten (Megasites)** der chemischen und metallverarbeitenden Industrie.

Menschliche Tätigkeiten über Jahrzehnte oder sogar Jahrhunderte haben aber auch zu Altlasten im Gewässer geführt. Betroffen sind **Sedimente** in Stillwasserabschnitten und Böden der Überflutungsbereiche. Nach Überschreitung standortspezifischer (Erosions-) Schwellenwerte werden schadstoffbelastete Altsedimente oder Ablagerungen remobilisiert, was zu einer weiträumigen Kontamination führen kann. Die partikelgebundenen Schadstoffkonzentrationen sind in weiten Teilen der Elbe seit Mitte der 1990er nicht im gleichen Maße wie bei den gelösten Stoffen zurückgegangen. Die Entkopplung der Trends in

den Konzentrationen wichtiger Schadstoffe in wässriger und partikulärer Phase ist durch diese ereignisabhängigen Remobilisierungsprozesse (Hochwasser) zu erklären.

Die **Tabelle 1** fasst Ursachen überregionaler Schadstoffvorkommen nach Haupteintragspfaden zusammen.

Tabelle 1: Ursachen für Schadstoffvorkommen mit überregionaler Bedeutung

Stoff Stoffklasse	Pfad			
	Luft	Altlasten und nicht rezente Einträge*	Abwasser**	Erosion***
Cadmium		+++	+	+
Quecksilber		+++		
Arsen		+++	+	
Kupfer		+++	++	
Zink		+++	++	
Blei		+++	+	+
PAK	+++	+	++	++
Organozinnverbindungen		+++	++	
HCH		+++		
HCB		+++		
Pentachlorbenzol		+++	+	
PCB		+++	+	
DDX		+++		
Dioxine/Furane	+	+++	+	
Haloether			+++	

+++ Pfad sehr bedeutend; ++ Pfad bedeutend; + Pfad liefert geringen Beitrag;

* einschließlich Altседimente; z.T. auf Basis einer Zuarbeit aus der Landesanstalt für Altlastenfreistellung des Landes Sachsen-Anhalt; ** keine Differenzierung nach industriellem oder kommunalem Abwasser bzw. Misch- und Niederschlagswassereinleitungen; *** keine Unterscheidung zwischen landwirtschaftlichen und anderen Quellen etc.

3.2 Schadstoffbelastung anhand vier markanter Beispiele

Am Beispiel von vier Stoffen/Stoffklassen soll die Vielschichtigkeit der Schadstoffproblematik im Elbegebiet verdeutlicht werden.

1. Organozinnverbindungen stellen elbweit ein Problem dar. Die gegenwärtige Belastung ist produktions- und anwendungsbedingt und lässt sich nicht ausschließlich auf ein Altlastenproblem reduzieren. Tributylzinn (TBT) wurde auf Grund der potenten Wirkung gegen Bakterien und Algen lange als unverzichtbar angesehen und kann in älteren Schiffsanstrichen noch heute enthalten sein. Allerdings dürfen nach dem AFS-Übereinkommen der IMO (2001) bereits seit 2003 keine TBT-haltigen Anstriche mehr auf Schiffe aufgebracht werden und seit 2008 dürfen TBT-haltige Antifoulinganstriche unversiegelt nicht mehr vorhanden sein. Diese Verbote sind im September 2008 in Kraft getreten. Die EU wendet sie für weltweit verkehrende Schiffe jedoch bereits seit 2003 an, im Binnenbereich mit den geringeren Schiffsgrößen noch länger. TBT wurde und wird aber auch in vielen anderen Produkten verwendet. Dibutylzinn ist zu einem hohen Anteil ein Abbauprodukt des TBT. Tetrabutylzinn (TeBT) wird fast ausschließlich als Ausgangsprodukt für die Herstellung von TBT eingesetzt. Organozinnverbindungen gehörten über Jahrzehnte zur Produktpalette des Chemiestandortes Bitterfeld/Wolfen. Dies führte in der Vergangenheit zur Kontamination von Böden und Gewässern mit diesen Stoffen.

Altlastenbedingte Einträge in die Mulde und weitere regionale Gewässer waren bzw. sind die Folge. Die industrielle Herstellung von Organozinnverbindungen (darunter TeBT, TBT und DBT) findet auch heute noch am Industriestandort Bitterfeld statt. Allerdings wird heute das produktionsbedingte Abwasser im Gemeinschaftsklärwerk Bitterfeld-Wolfen gereinigt und dann der Mulde zugeleitet. Im Einzugsgebiet der Saale/Weißen Elster werden am Standort Greiz vorwiegend trialkylierte Verbindungen zur Verwendung als Stabilisatoren produziert, darunter TBT.

2. Ein typisches Beispiel dafür, wie aus einer ursprünglich lokalen Belastung im Gewässer ein überregionales Schadstoffproblem wurde, stellen die Dioxine/Furane (PCDD/F) dar. Durch statistische Interpretation der Kongenerenmuster in Sedimentproben im Elbeverlauf konnte eine ehemalige Produktionsstätte der Metallindustrie im Einzugsgebiet der Mulde im Raum Bitterfeld-Wolfen als Quelle für die Kontamination mit PCDD/F bis in die Auen der Mittel- und Unterelbe, das Übergangsgewässer und den Meeresbereich ermittelt werden. Detaillierte Untersuchungen und mathematische Modellierungen im Elbegebiet zeigen, dass insbesondere die Erosion von Sedimenten in tiefer gelegenen Flutrinnen der Spittelwasserniederung zu einer Mobilisierung dioxinbelasteter Feststoffe führen kann (Götz et al. 1998; Götz et al. 2007). Außerdem gelangen möglicherweise auch über die Saale Dioxine in die Elbe. Die Untersuchungen zu den historischen Quellen sind noch nicht abgeschlossen. Gegenwärtige Quellen existieren nicht.
3. Die PAK sind, wie Dioxine/Furane, eine Stoffklasse, die nicht zielgerichtet produziert werden. Anders als diese kommen PAK jedoch in der Natur in großen Mengen vor bzw. werden auch heute in großem Umfang emittiert. PAK (Sonderfall: Naphthalin) stammen unter anderem direkt aus Lagerstätten fossiler Brennstoffe und gelangen durch deren Ausbeutung, im Elbegebiet v.a. Braunkohlentagebaue, in den Wasserkreislauf. Der aktuelle Haupteintrittspfad ist die unvollständige Verbrennung fossiler Brennstoffe (Straßenverkehr). Ihr ubiquitäres Auftreten ist Resultat der atmosphärischen Ausbreitung (Wilcke 2000). Durch Oberflächenabspülungen, ggf. gebündelt über Kanalisationen und Erosion, werden sie in die Gewässer geleitet.
4. Das Insektizid Lindan (γ -HCH) wurde seit den 1950er Jahren in großen Mengen in der Land- und Forstwirtschaft, im Holz- und Bautenschutz, im Textilschutz und in der Veterinär- und Humanmedizin eingesetzt. Die Anwendung ist in Deutschland seit der Mitte der 1980er Jahre stark eingeschränkt und seit 1999 verboten. So haben sich für die Elbe die Lindanemissionen von 1985-2000 um 78 % von 544 kg/a auf 118 kg/a verringert (UBA 2002). Das technische Produkt HCH, bis zum Beginn der 1980er Jahre an den Standorten Bitterfeld, Magdeburg und Hamburg erzeugt oder verarbeitet, enthält jedoch neben dem γ -HCH auch einen hohen Anteil „Ballast-Isomere“ (α -, β -, δ - und ϵ -HCH), die fast ausschließlich auf Deponien verbracht wurden und heute als altlastenbedingte Einträge überwiegend von β -HCH, zeitweise auch von α -HCH über die Mulde aus dem Raum Bitterfeld/Wolfen erhebliche Probleme verursachen.

3.3 Schadstoffeintrag, -ausbreitung und -verbleib

Schadstofffrachten bilden den Schlüssel zum Verständnis des Wechselverhältnisses zwischen den Gebieten, für die ein Risiko besteht, und jenen, von denen das Risiko ausgeht. Gerade die Schwebstoffdynamik ist geprägt von den hydrologischen Ereignissen im Einzugsgebiet. Nicht jedes partikuläre Schadstoffdepot hat das Potential zur überregionalen Gefährdung von

Bewirtschaftungszielen. Voraussetzung ist, dass die schadstoffbelasteten Feststoffe mobil oder erodierbar sind und mit der Strömung im Gewässer transportiert werden. Insbesondere extreme Hochwässer können die Situation stromabwärts weit über den Zeitraum des eigentlichen Ereignisses hinaus dominieren (UFZ 2004). Heise et al. (2008) haben deshalb 18 exemplarische Abflusssituationen betrachtet. Gestützt auf die hydrologischen Daten von 1993-2004 und unter regionaler Typisierung der Abflussverhältnisse wurden Frachtabschätzungen partikulär gebundener Schadstoffe unter niedrigen, mittleren und hohen Abflussbedingungen vorgenommen.

Im Ergebnis der Studien von Heise et al. (2005, 2008) wurden die Teileinzugsgebiete ausgewiesen, von denen aufgrund der Menge, des Ausmaßes der Kontamination und der Mobilisierbarkeit der dort lagernden Sedimente für stromabwärts gelegene Regionen (z.B. die Meeresumwelt) ein besonderes Risiko ausgeht.

Die identifizierten überregionalen Risiken durch partikuläre und/oder gelöste Schadstoffe lassen sich hauptsächlich dem tschechischen Teil des Elbegebietes, der Mulde und der Saale zuordnen. Bei einzelnen Schadstoffen stammen weitere signifikante Beiträge auch aus der Havel, der Schwarzen Elster sowie dem Großraum Hamburg. **Abbildung 1** zeigt die regionale Herkunft relevanter Schadstoffe/Schadstoffklassen. Innerhalb der Teileinzugsgebiete reicht das Spektrum der Risikogebiete, in denen Maßnahmen ansetzen sollten, von Abschnitten kleiner Nebenflüsse über Altlastenstandorte im hydrologischen Einflussbereich von Mulde und Saale bis zu weiträumig verteilten Altsedimenten im Fluss und auf Überflutungsflächen.

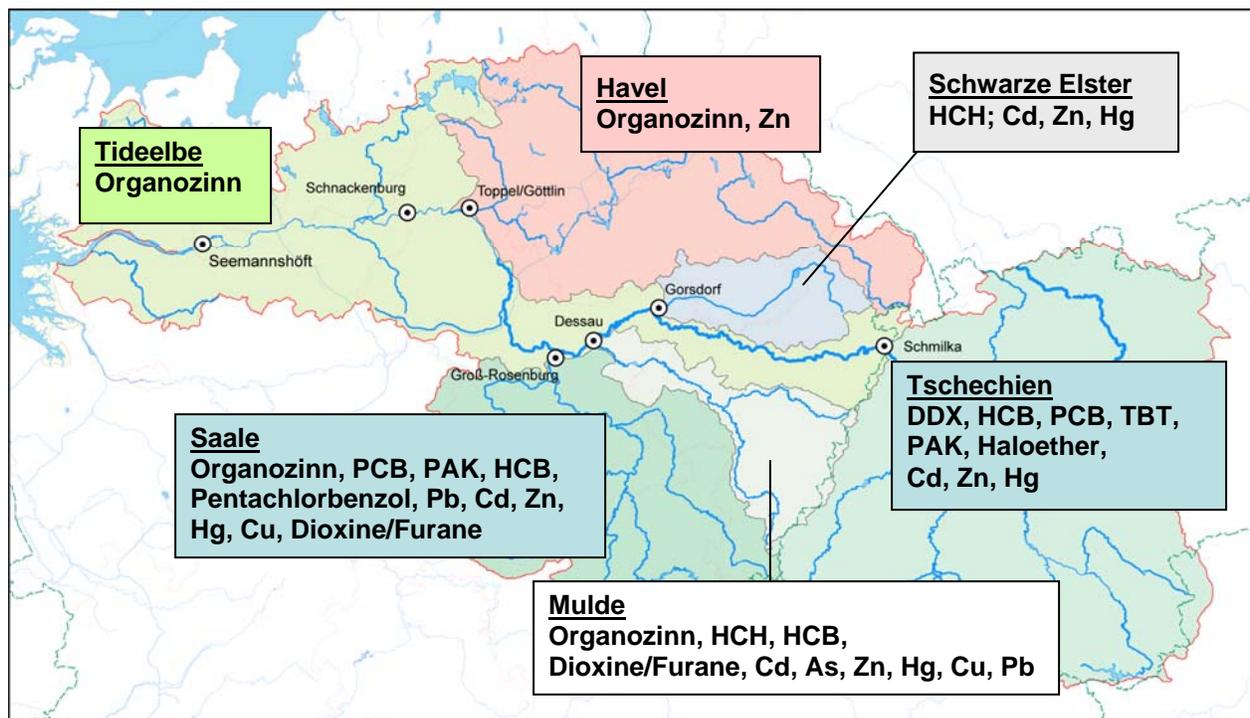


Abbildung 1: Herkunft der Schadstoffe nach Teileinzugsgebieten

4 Ableitung von Handlungszielen für Schadstoffe

4.1 Datengrundlage

Grundlage der Einschätzung im deutschen Elbegebiet zur Identifizierung überregionalen Handlungsbedarfs waren die Daten der Messstellen der Überblicksüberwachung die von den Ländern zur abschließenden Zustandsbestimmung der Oberflächenwasserkörper herangezogen wurden. Es kann sich dabei um Experteneinschätzungen der Daten der Jahre 2000-2005 oder um gemittelte Daten von 2005/2006 handeln. Im Falle der Havel wurden nur Daten des Jahres 2005 verwendet.

Für die Mehrheit der relevanten Schadstoffe konnte bereits eine Einschätzung vorgenommen werden. Für einige Stoffe oder Stoffgruppen, über die Aussagen zur Einschätzung des chemischen oder ökologischen Zustandes erforderlich sind, war dies jedoch noch nicht möglich, weil noch keine ausreichende Datenbasis gegeben ist. Hierzu zählen auch die prioritären gefährlichen Stoffe Pentabromdiphenylether, Chloralkane und Nonylphenol. Für neuartige Gewässerbelastungen, z.B. durch solche Inhaltsstoffe moderner Massenbedarfsgüter wie Biozide, liegen bislang nur Einzelbefunde vor, die die Festlegung von begründeten Bewirtschaftungszielen noch nicht zulassen. Hier sind sowohl hinsichtlich der Datenerhebung als auch der Risikobewertung weitere Arbeiten zu leisten.

Wesentliche Aussagen gründen sich auch auf die Studien von Heise et al. (2005, 2008). In ihnen wird zur Beschreibung der Situation der schwebstoffbürtigen Sedimente in der Regel auf die Daten der Jahre 1996-2005 zurückgegriffen.

Bei der Ermittlung überregionaler Bewirtschaftungsziele für den Belastungsschwerpunkt Schadstoffe werden die in **Tabelle 2** benannten Teileinzugsgebiete anhand ihrer jeweiligen Bilanzmessstellen betrachtet.

Tabelle 2: Teileinzugsgebiete und Bilanzmessstellen

Gewässer	Teileinzugsgebiet	Bilanzmessstelle
Elbe	Oberlieger Tschechische Republik	Schmilka
	Deutsche Ober- und Mittelbe	Schnackenburg
	Deutsche Ober- und Mittelbe und Beginn der Übergangs- und Küstengewässer	Seemannshöft
Nebenfluss der Elbe	Schwarze Elster	Gorsdorf
	Mulde	Dessau
	Saale	Groß Rosenberg
	Havel	Toppel

4.2 Herleitung überregionaler Ziele

Wie in Kapitel 3 dargelegt, hat die FGG Elbe in einem übergreifenden Ansatz den guten Zustand (Integrität) der aquatischen und der von ihnen abhängigen Landökosysteme (Auen, Überflutungsflächen), die menschliche Gesundheit und die nachhaltige Sedimentbewirtschaftung zum Maßstab ihres Handelns gemacht. Für die Herleitung überregionaler Handlungsziele waren somit zwei Dinge bedeutsam:

1. Es sind sowohl Qualitätsnormen der WRRL als auch Qualitätsnormen aus angrenzenden Regelungsbereichen, deren Einhaltung von einer Mindestqualität der Gewässer abhängig ist, zu berücksichtigen. Regelungsbereiche jenseits der Wasserwirtschaft, wie Landwirtschaft oder Lebensmittelsicherheit, treffen Festlegungen für Höchstmengen in dem jeweils betrachteten Gut. In diesen Fällen waren Modelle anzuwenden, mit deren Hilfe zulässige Höchstkonzentrationen, z.B. in Futtermittel für die Nahrungsproduktion oder Fisch für den menschlichen Verzehr, auf Qualitätsanforderungen im Wasser und/oder Sediment zurückgeführt werden konnten.
2. Kontaminierte Sedimente spielen eine Schlüsselrolle für die Schadstoffsituation der Elbe insgesamt. Partikuläre Schadstoffe können sowohl durch direkte Exposition als auch durch indirekte Wirkung, z.B. über Akkumulation über das Nahrungsnetz, ihre Wirkung entfalten. So wie für die Wasserphase, sind auch für Sedimente Qualitätsnormen der Maßstab zur Beurteilung eines potentiellen Risikos. Sofern solche Qualitätsnormen bisher nicht definiert waren, wurden Sedimentrichtwerte anhand von international gebräuchlichen, in der Fachwelt akzeptierten Modellen, ggf. unter Annahme für die Elbe plausibler Randbedingungen, abgeleitet. Bei Stoffen, für die die WRRL Qualitätsnormen im Wasser vorsieht, obwohl sie vorwiegend in der partikulären Phase auftreten, wurden beide Qualitätsmaßstäbe (Wasser und Sediment) angewendet (Heise et al. 2005, 2008).

Tabelle 3 stellt im Einzelnen dar, welche Regelungsbereiche betrachtet wurden und welche Regelungsebenen zutreffen. Zur Eingrenzung des grundsätzlich bedeutsamen Stoffspektrums wurden jeweils die gültigen Gesetze, Richtlinien oder Regelwerke herangezogen. Bei konkurrierenden Regelungen wurden jeweils die strengeren Standards verwendet.

Für die konkrete Festlegung überregionaler Bewirtschaftungsziele für den Belastungsschwerpunkt Schadstoffe wurde eine Systematik von vier Betrachtungsebenen gewählt:

1. Umweltqualitätsnormen der WRRL-Verordnungen der Länder;
2. Umweltqualitätsnormen der Tochterrichtlinie über prioritäre Stoffe der EG-WRRL;
3. Weitergehende wasserwirtschaftlich relevante Anforderungen;
4. International vereinbarte Zielstellungen zum Schutz des Nordostatlantik.

Tabelle 3: Übersicht über Regelungsbereiche und Qualitätsstandards

Regelungsbereich	Geregelt auf Ebene	Art des Qualitätsstandards
Chemischer und ökologischer Zustand der Gewässer	EG D Länder	Umweltqualitätsnormen für Wasser, ggf. Sediment. Abgeleitete Qualitätsnormen.
Integrität der aquatischen Lebensgemeinschaft in Binnengewässern	IKSE ARGE-Elbe	Zielvorgaben für Sedimente auf ökotoxikologischer Grundlage.
Integrität der aquatischen Lebensgemeinschaft in marinen und Küstengewässern	OSPAR	„Environmental assessment criteria“ (EAC) für Sedimente auf ökotoxikologischer Grundlage
Menschliche Gesundheit (Verfütterung von belasteten Futtermitteln an Nutztiere)	EG D Länder	Futtermittelrichtwerte
Menschliche Gesundheit (Konsum belasteter Fische)	EG D Länder	Nahrungsmittelrichtwert
Menschliche Gesundheit (Trinkwassersicherheit)	D	Gesundheitlicher Orientierungswert im Wasser
Sedimentbewirtschaftung zur Sicherung der Schifffahrt	D (WSV)	Untere Richtwerte für zu verbringende Sedimente im Küstenbereich

1 Umweltqualitätsnormen der Wasserrahmenrichtlinien-Verordnungen der Länder

Dies war der zum Zeitpunkt der Festlegung der Bewirtschaftungsziele 2008 gesetzlich geregelte Bereich. Gültiger Maßstab auf dieser Ebene sind zum einen Umweltqualitätsnormen (UQN), die in Tochterrichtlinien zur Richtlinie 76/464/EWG (jetzt 2006/11/EG) EU-weit festgelegt wurden. Für den chemischen Zustand eines Wasserkörpers ist die Einhaltung von derzeit 25 UQN für 42 Schadstoffe maßgebend. Zum anderen wurden in Deutschland zur Beschreibung des ökologischen Zustandes für 110 weitere chemische Schadstoffe UQN festgelegt. Die UQN aller dieser Stoffe sind in den Wasserrahmenrichtlinien-Verordnungen (WRRL-VO) der Länder aufgeführt. Sie gelten für alle Oberflächengewässer, wobei für einige Schadstoffe zur Klassifizierung des chemischen Zustandes für Übergangs- und Küstengewässer strengere Ziele festgelegt wurden.

2 Prioritäre Stoffe – Richtlinie 2008/105/EG

Weitere UQN wurden mit der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 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 (Tochterrichtlinie zur EG-WRRL über 'Prioritäre Stoffe') festgelegt. Dazu zählen auch prioritäre gefährliche Stoffe, für die die Kommission Vorschläge zur Beendigung oder schrittweise Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten unterbreiten soll. Auch hier sind für einige Schadstoffe zur Klassifizierung des chemischen Zustandes der Übergangs- und Küstengewässer strengere Ziele festgelegt.

3 Weitergehende wasserwirtschaftlich relevante Anforderungen

Auf dieser Ebene werden Bezüge zu Qualitätsanforderungen hergestellt, deren Einhaltung unmittelbar von der Gewässerqualität abhängig ist. Sie sind entweder mit legitimen Nutzungen der Gewässer bzw. der von ihnen abhängigen Landökosysteme verbunden, oder sie dienen der Umsetzung zentraler Ziele der IKSE. Bewertungsmaßstäbe werden entweder direkt durch die angesprochenen Bereiche vorgegeben oder lassen sich von den dort implementierten Qualitätsstandards herleiten. Im Einzelnen handelt es sich in Ebene 3 um die nachfolgend genannten Aspekte a – d.

3a Schutz der menschlichen Gesundheit vor den Folgen des Verzehrs schadstoffbelasteter Fische

Die maximal erlaubte Schadstoffbelastung von Speisefischen ist in mehreren Verordnungen geregelt (221/2002/EG; 242/2004/EG; 208/2005/EG und 199/2006/EG; Schadstoff-Höchstmengenverordnung; Rückstands-Höchstmengenverordnung). Wie im Falle des Pfades Futtermittel-Lebensmittel-Mensch werden auch hier ausschließlich die Schadstoffe betrachtet, für die nachweislich die zulässigen Höchstbelastungen in Fischen überschritten wurden (ARGE Elbe 1998; 2000). Bewertungsmaßstab sind über Modellvorstellungen ermittelte Sedimentrichtwerte, die von maximal erlaubten Konzentrationen in Fischen abgeleitet wurden. Überschreitungen der so ermittelten Qualitätsstandards waren nur dann Anlass für Reduzierungsanforderungen, wenn am gegebenen Bilanzprofil auch tatsächlich unzulässig hohe Belastungen durch den jeweiligen Schadstoff in Fischen nachgewiesen wurden (Plausibilisierung).

3b Schutz der menschlichen Gesundheit vor den Folgen der Verwendung belasteter Futtermittel in der landwirtschaftlichen Produktion

Die EU hat in einer Reihe von Richtlinien die Höchstgehalte für unerwünschte Stoffe in Futtermitteln geregelt (2002/32/EG; 2005/87/EG; 2006/13/EG; 2006/77/EG). Anlass zur Aufnahme dieses Aspektes sind Schadstoffgehalte deutlich über den zulässigen Höchstmengen in Futter- und Lebensmitteln in mehreren Bundesländern aus landwirtschaftlichen Betrieben, die zu einem hohen Anteil in aktuellen bzw. früheren (vor Eindeichung) Überflutungsbereichen wirtschaften. Verursacht werden die gravierenden Nutzungseinschränkungen durch partikuläre Schadstoffeinträge in die Aue insbesondere während hydrologischer Extremereignisse. Bewertungsmaßstab sind aus Modellvorstellungen abgeleitete Sedimentrichtwerte ausschließlich für die Schadstoffe, deren Gehalte in den Futter- und Lebensmitteln tatsächlich zu Nutzungs- oder Vermarktungsverboten führen. Auch in diesem Fall fand eine Plausibilisierung anhand nachgewiesener Höchstmengenüberschreitungen in den Produkten statt.

3c Schutz des Menschen vor Schadstoffen im Trinkwasser

Direktentnahmen aus der Elbe spielen für die Trinkwassergewinnung keine Rolle. Für grundwassergängige Stoffe kann jedoch der Eintrag in das Trinkwasser trotz Untergrundpassage und Aufbereitung nicht ausgeschlossen werden. Die Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit sieht für stark genotoxische Stoffe einen gesundheitlich akzeptierbaren Leitwert von 0,01 µg/l als (noch) realitätsnahe untere Grenzkonzentration vor (BGBl. 3; 2003 249). Dieser Wert wird als Zielvorgabe herangezogen.

3d Gefährdung der Integrität der aquatischen Lebensgemeinschaft durch kontaminierte Sedimente

Bewertungsmaßstab sind Zielvorgaben der IKSE für Sedimente zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft (IKSE 1998), die aus Vergleichen mit Hintergrundwerten und Risikoabschätzungen resultieren. Zuvor hatte bereits die ARGE Elbe vergleichbare Ziele formuliert (1996).

4 Zielstellungen zum Schutz des Nordostatlantik

Ein zentrales Ziel der WRRL besteht darin, die Eliminierung prioritärer gefährlicher Stoffe zu erreichen und dazu beizutragen, dass in der Meeresumwelt für natürlich vorkommende Stoffe Konzentrationen in der Nähe der Hintergrundwerte erreicht werden. Diese Zielstellung hat durch die Verabschiedung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie – MSRL (2008) zusätzlich Gewicht erhalten. Die Bilanz am Übergang zwischen der Binnenelbe und dem Übergangsgewässer ist Resultat der Situation im gesamten Binnenbereich.

4a Schutz der Meeresumwelt

Auf dieser Ebene sind Ziele relevant, die sich aus den Verpflichtungen Deutschlands als Vertragspartner des Abkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantik (OSPAR-Abkommen) und des Trilateralen Wattenmeerabkommens ergeben. Anders als im Binnenbereich ist die Schadstoffsituation der Meeresumwelt vorrangig anhand von Sediment- und Biotadaten zu beurteilen. Die OSPAR Kommission nutzt dabei zwei verschiedene Strategien (OSPAR 2000). Die eine, mittelfristige, nimmt die Situation ohne direkte menschliche Beeinflussung zum Ausgangspunkt. Referenzwerte hierfür sind einerseits rezente Konzentrationen in zivilisationsfernen Regionen für vom Menschen verursachte Umweltchemikalien und andererseits Hintergrundwerte für natürliche Stoffe. Die zweite, der raschen Identifizierung möglicher Problemfelder dienende Strategie stützt sich auf ökotoxikologisch begründete untere und obere Referenzwerte ('Ecotoxicological Assessment Criteria' – EAC). Zur Herleitung der Handlungsziele wurden die oberen EACs verwendet, da die unteren Werte z.T. die geogenen Hintergrundwerte in der Elbe unterschreiten.

4b Sedimentmanagement im Küstenbereich

OSPAR widmet in einem eigenen thematischen Schwerpunkt dem Sedimentmanagement spezielle Aufmerksamkeit und hat daher Leitlinien zum Umgang mit Baggergut verabschiedet. Darin wird u.a. die Ableitung von Richtwerten zur chemischen Beurteilung des Risikopotentials des Baggergutes empfohlen. Mit den gegenwärtig für die Umlagerungsentscheidung von Baggergut im Küstenbereich am häufigsten als Entscheidungshilfen verwendeten Richtwerten der 'Handlungsanweisung Baggergut Küste der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung' des Bundes (HABAK-WSV 1999) wird diese Empfehlung auf nationaler (Bundes-) Ebene umgesetzt. Als Bewertungsmaßstab zur Herleitung von Bewirtschaftungszielen im ersten Bewirtschaftungszeitraum werden für diesen Aspekt die unteren HABAK-Richtwerte herangezogen. Sie basieren auf mittleren Konzentrationen, die zum Zeitpunkt der Verabschiedung der HABAK in Wattenmeersedimenten auftraten ("rezente Hintergrundkonzentrationen"). Dieser Ansatz muss in den folgenden Bewirtschaftungszyklen weitergeführt werden, indem jeweils aktuell ermittelte Schadstoffkonzentrationen in den Küstengewässern zugrunde gelegt werden.

Fazit

Aufgrund der komplexen Anforderungen an die Gewässerqualität bei der Herleitung der Bewirtschaftungsziele sind folgende Konsequenzen bezüglich der anzuwendenden Qualitätsstandards festzuhalten:

- Qualitätsstandards können für ein- und denselben Schadstoff unterschiedlich streng sein, in Abhängigkeit von dem jeweiligen Schutzziel;
- Qualitätsstandards können sowohl für die wässrige als auch für die partikuläre Phase bestehen, wenn der betreffende Schadstoff fettlöslich (lipophil) und/oder geakkumulierbar ist.

Diese inhaltliche Vielschichtigkeit und daraus resultierende Zielvorgaben sind aus **Tabelle 4** gut zu erkennen. Dort sind die Ergebnisse der Prüfung der Einhaltung der Qualitätsnormen für die vier Betrachtungsebenen in Form von Reduzierungsanforderungen detailliert aufgeführt. Die Reduzierungsanforderungen sind prozentuale Reduzierungen (ΔC) am jeweiligen Bilanzprofil, die **in einem mittleren Abflussjahr** (MQ; ggf. mittlerer Schwebstofftransport) erreicht werden müssen, um den jeweiligen Qualitätsstandard (UQN, Zielvorgabe) einzuhalten. Leere Felder in dieser Übersicht zeigen entweder die Einhaltung der Qualitätsnormen an oder bedeuten, dass das betreffende Bewertungskriterium aus fachlichen Gründen hier nicht heranzuziehen ist. So wäre es beispielsweise nicht sinnvoll, Qualitätskriterien für Futtermittel anzuwenden, wenn das fragliche Bilanzprofil ein Teileinzugsgebiet charakterisiert, in dem landwirtschaftlich nutzbare Überflutungsflächen nicht zur Verfügung stehen.

Der Bewirtschaftungsplan der FGG Elbe enthält Handlungsziele zur Reduzierung der Belastung durch insgesamt 15 Stoffe oder Stoffklassen (vgl. Tab. 5 in Kapitel 5). Diese Ziele sind der Extrakt der Aussagen in **Tabelle 4** des vorliegenden Hintergrundpapiers. Folgende Grundsätze waren maßgeblich:

- Die im Bewirtschaftungsplan genannte Reduzierungsanforderung ist i.d.R. der höchste Wert über die Betrachtungsebenen 1-3 hinweg.
- Für die Bilanzprofile Schnackenburg und Seemannshöft wurde zusätzlich zu den Ebenen 1-3 die Ebene 4 berücksichtigt.
- Für die Profile im Binnenland oberhalb von Schnackenburg wurde durch Experteneinschätzung festgelegt, ob bereits dort Reduzierungsanforderungen aus Sicht des Nordseeschutzes erhoben werden müssen. Dies ist der Fall, wenn in Schnackenburg und/oder Seemannshöft entsprechende Qualitätsnormen überschritten sind, die Anforderungen aus Meeresschutzsicht schärfer sind als aus Sicht der Ebenen 1-3, die Situation bzgl. dieses Stoffes am fraglichen Binnenprofil ungünstig ist, weil die strengere Meeresschutznorm erreicht oder überschritten wird und das betroffene Binnenprofil ein Teileinzugsgebiet mit hohem Abfluss- und/oder Feststofftransportanteil an der Gesamtbilanz in Schnackenburg repräsentiert. Dann muss auch oberhalb von Schnackenburg die strengere Meeresschutznorm angewendet werden.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen die mittleren Abfluss- und Schwebstofftransportverhältnisse der Elbe (Daten: BfG). **Abbildung 2** macht deutlich, dass die Abflussmenge in Schmilka die Summe der Abflussmengen aller vier bedeutenden Nebenflüsse im deutschen Teil der Elbe übersteigt. Aus **Abbildung 3** wird anhand der Zahlen für den Schwebstofftransport deutlich, dass partikuläre Schadstoffe aus dem tschechischen Teileinzugsgebiet und aus der Saale eine überproportionale Bedeutung haben.

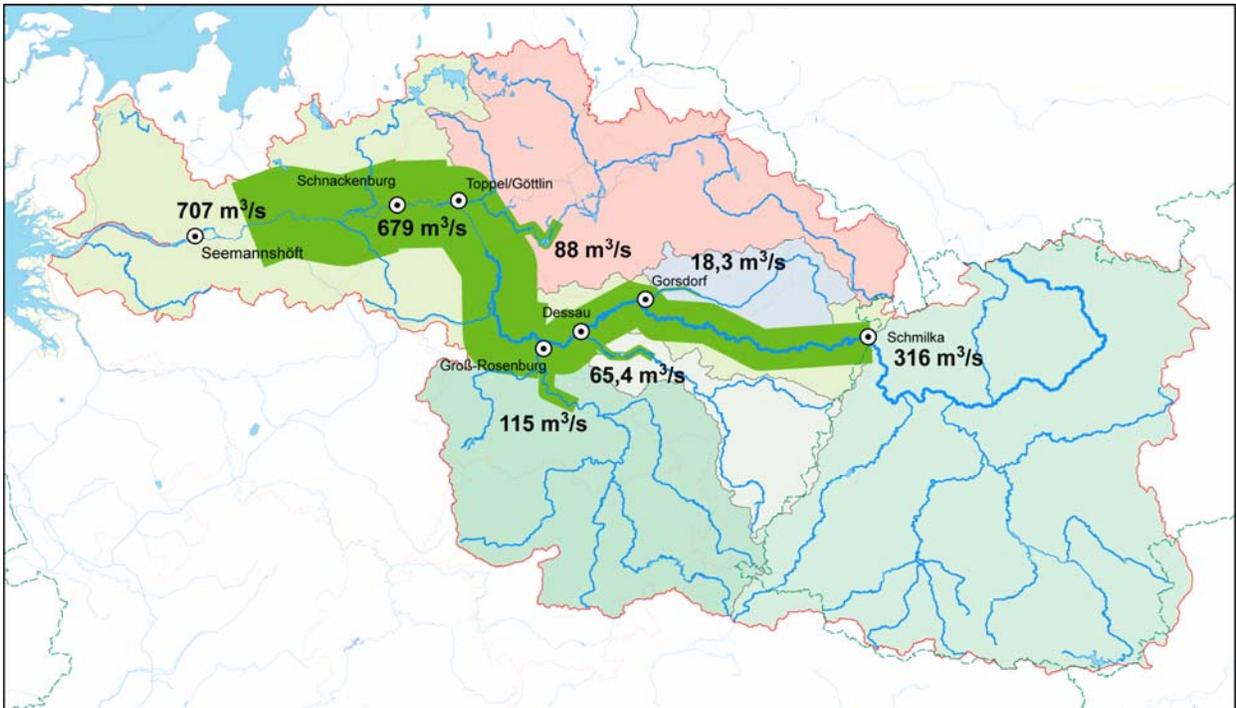


Abbildung 2: Mittlere Abflussmengen der Teileinzugsgebiete (Angaben in m^3/s)

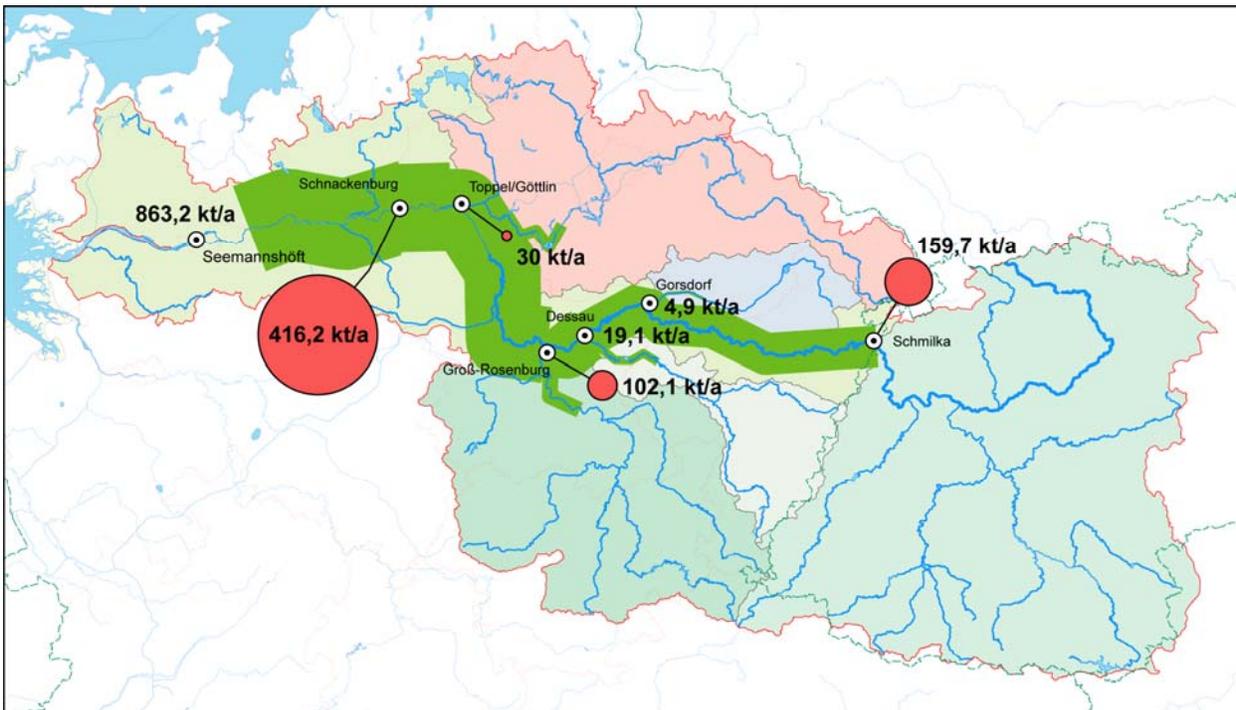


Abbildung 3: Mittlerer Schwebstofftransport (rote Kreise, Angaben in kt/a) der Teileinzugsgebiete

Tabelle 4: Reduzierungsanforderungen für Schadstoffe im deutschen Teil der FGE Elbe

Stoff	UQN bzw. Zielvorgabe	Schmilka		Schnackenburg		Seemannshöft		Schwarze Elster		Mulde		Saale		Havel	
		C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)
1 Reduzierungsanforderungen zur Erreichung der Ziele der WRRL-VO der Länder															
Hexachlorcyclohexan (HCH)	0,05 µg/l									0,074	32				
p,p' DDT	0,01 µg/l	0,014	29												
Arsen	40 mg/kg			47	15					172	77				
Dibutylzinn	0,01 µg/l			k.V.		0,013	23			0,021	52				
PCB 138	20 µg/kg	36	44												
PCB 153	20 µg/kg	41	51												
PCB 180	20 µg/kg	35	43												
Tetrabutylzinn	40 µg/kg			42	5	56	29			107	63				
Zink	800 mg/kg			1200	33					1644	51	1275	37		
2 Reduzierungsanforderungen zur Erreichung zukünftiger Ziele der WRRL gemäß Tochter-RL ‚Prioritäre Stoffe‘															
Benzo(ghi)perylen und Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,002 µg/l	0,009	78	0,006	67	0,015	87					0,01	80		
Cadmium, gelöst	0,15 µg/l									0,29	48				
Hexachlorcyclohexan (HCH)	0,02 µg/l									0,074	73				
Tributylzinn-Kation	0,0002 µg/l	0,002	88	k.V.		0,026	99			0,01	98	0,01	98	0,0006	67
3a Reduzierungsanforderungen zur Gewährleistung eines gesundheitlich unbedenklichen Fischverzehr im Elbegebiet															
Dioxine + Furane	6 pg/g			68	92	20	71			k.V.					
Hexachlorbenzol	12,5 µg/kg	131	90	81	85					83	85	16	22		
Quecksilber	0,5 mg/kg	0,9	42	3,2	84	1,4	64	0,8	35	1,7	69	3,9	87		
Summe DDX	380 µg/kg									415	8				
α-HCH	12 µg/kg									15	20				
β-HCH	5 µg/kg									642	99				
3b Reduzierungsanforderungen zur Gewährleistung einer gesundheitlich unbedenklichen Futtermittelproduktion															
Dioxine + Furane	4 pg/g			68	94					122	97				
Quecksilber	0,5 mg/kg	0,9	44	3,2	85			0,8	35	1,7	56	3,9	87		
3c Reduzierungsanforderungen zur Gewährleistung der Trinkwassersicherheit															
Bis(1,3-dichlor-2-propyl)ether + Bis(2,3-dichlor-1-propyl)ether + 1,3-Dichlor-2-propyl-2,3-dichlor-1-propylether	0,01 µg/l	2,29	99	k.V.		0,062	84								

Überregionale Bewirtschaftungsziele in der FGG Elbe - Schadstoffe

Stoff	UQN bzw. Zielvorgabe	Schmilka		Schnackenburg		Seemannshöft		Schwarze Elster		Mulde		Saale		Havel	
		C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)	C	ΔC (%)
3d Reduzierungsanforderungen zur Erreichung der Zielvorgaben der IKSE für Sedimente zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaft															
Arsen	40 mg/kg			47	15					172	77				
Cadmium	1,2 mg/kg	2,4	50	7,1	83	2,8	57	3,3	64	19	94	4,6	74		
Kupfer	80 mg/kg			90	11					96	17	107	25		
Dioxine + Furane	20 pg/g			68	71			21	6	122	84	34	41		
Hexachlorbenzol	40 µg/kg	131	69	81	50					83	52				
Quecksilber	0,8 mg/kg	0,9	10	3,2	75	1,5	47			1,7	53	3,9	79		
Blei	100 mg/kg			127	21					260	62	150	33		
PCB (Summe 6)	30 µg/kg	120	75					31	4	33	9	44	31		
Zink	400 mg/kg	510	22	1200	67	482	17	762	48	1644	76	1275	69	656	39
α-HCH	10 µg/kg							15	33	15	33				
γ-HCH	10 µg/kg									391	97				
Tributylzinn	25 µg/kg					83	70								
4a Schutz der Meeresumwelt*															
Cadmium	1 mg/kg	2,4	58	7,1	86	2,8	64	3,3	70	19	95	4,6	78		
Kupfer	50 mg/kg	79	37	90	44	66	25			96	48	106	53		
Quecksilber	0,5 mg/kg	0,9	44	3,2	84	1,5	67	0,58	14	1,7	71	3,9	87		
Blei	50 mg/kg	99	49	127	61	57	12			260	81	150	67		
PCBs (Summe 5)	10 µg/kg	100	90	21	>52	19	48					24,7	60		
Tributylzinn	0,05 µg/kg	8,8	99			83	99,9			23	99,8	14	99		
4b Sedimentmanagement im Küstenbereich															
Cadmium	2,5 mg/kg			7,1	65	2,8	11	3,3	24	19	87	4,6	46		
Kupfer	40 mg/kg	79	49	90	55	66	40			96	58	107	63		
DDD	3 µg/kg	31	90	180	98	12	75	15	79	116	97	17	82		
DDT	1 µg/kg	93	99	21	95	6,4	84	10	90	86	99	8,1	88		
Hexachlorbenzol	2 µg/kg	131	98	81	98	16	87	6	67	83	98	14	86		
Quecksilber	1 mg/kg			3,2	69	1,5	33			1,7	41	3,9	74		
PCB 153	5 µg/kg	41	88	6,9	28	6,1	18								
Pentachlorbenzol	1 µg/kg	3,7	73	4,3	77	1,8	44					2	50		
Tributylzinn	20 µg/kg					83	76			23	13				
Zink	350 mg/kg	510	31	1200	71	482	27	762	54	1644	79	1275	73	656	50
α -HCH	0,4 µg/kg			3,3	88	1,0	60	15	97	15	97	23	98		
γ-HCH	0,2 µg/kg	0,8	74	0,5	60	0,3	33	0,6	67	14	99	14	99		

k.V. keine Vergleichswerte, Überschreitung des zulässigen Wertes ist wahrscheinlich

* Maßgeblich für die angegebenen Reduzierungsanforderungen ist das Bilanzprofil Seemannshöft.

Leere Felder in dieser Übersicht zeigen entweder die Einhaltung der QN an oder bedeuten, dass das betreffende Bewertungskriterium aus fachlichen Gründen hier nicht heranzuziehen ist.

5 Maßnahmen zur Reduzierung der Schadstoffkonzentrationen

Die FGG Elbe hat ein Maßnahmenprogramm für den ersten Bewirtschaftungszeitraum aufgestellt, das auch Maßnahmen zur Reduzierung spezifischer Schadstoffeinträge beinhaltet. Ausgangspunkt dafür waren die Ergebnisse der ersten Bestandsaufnahme sowie in der Folge erhobene Informationen über Haupteintragspfade (Abb. 1) und überregionale Risiken für den guten Gewässerzustand und für gesellschaftlich relevante Nutzungen (vgl. Kapitel 3 und 4).

In der FGG Elbe wurden zur Festlegung von Maßnahmen und Abschätzung ihrer Wirksamkeit in folgende Schritte abgearbeitet:

1. **Feststellung der maßgeblichen Reduzierungsanforderungen** an den überregionalen Bilanzierungsmessstellen (vgl. Tabelle 2) nach den Grundsätzen zur Festlegung der Handlungsziele zur Schadstoffreduzierung (vgl. Kapitel 4). Die Ergebnisse (vgl. Tabelle 5) wurden in den Bewirtschaftungsplan übernommen.
2. **Analyse** des jeweiligen Landes im Hinblick auf die **Betroffenheit** durch Qualitätsnormüberschreitungen und ggf. Ermittlung der dafür maßgeblichen Quellen im eigenen Land („Verursacher“).
3. **Analyse** der im ersten Bewirtschaftungsplan vorgesehenen **Maßnahmen** im Hinblick auf ihre Wirksamkeit für die Verbesserung der Schadstoffsituation.

Die Maßnahmenauswahl gemäß WRRL betrifft grundlegende und ergänzende Maßnahmen. Die **grundlegenden Maßnahmen** zielen einerseits auf die Umsetzung gemeinschaftlicher Wasserschutzvorschriften gemäß Artikel 11 Absatz 3a WRRL ab, die auf Bundes- bzw. Landesebene geregelt sind. Hervorzuheben sind hier im Zusammenhang mit dem Schadstoffthema die Maßnahmen gemäß Artikel 11 Absatz 3b bis l WRRL, die den Schutz der Wasserqualität oder die Begrenzung von Einleitungen über Punktquellen zum Inhalt haben und ferner die Kommunalabwasserrichtlinie. Da in den meisten Ländern bereits ein sehr hoher Anschlussgrad der Haushalte an öffentliche Kanalisationen und öffentliche Kläranlagen erreicht ist, besteht bei diesen Eintragspfaden Verbesserungspotential in erster Linie noch bei der Behandlung von Misch- und Niederschlagswasser. Industrielle und gewerbliche Abwässer werden nach dem Stand der Technik entsprechend der geltenden gesetzlichen Regelungen gereinigt. Hier werden zum Teil keine wesentlichen Änderungen bei den in die Gewässer eingetragenen Schadstofffrachten erwartet. Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft zielen vorrangig auf eine Reduzierung der Nährstoffbelastung der Gewässer. Als Nebeneffekt wird jedoch, vorrangig auf lokaler Ebene, eine Reduzierung von Pflanzenschutzmittel-Einträgen erwartet. Auch auf Schwermetalle in mineralischen Düngemitteln (Cd) kann dies zutreffen. Erosionsmindernde Maßnahmen können sich generell positiv auf die Gewässerbelastung durch solche Schadstoffe, die atmosphärisch deponiert werden, auswirken.

Wenn eingeschätzt wird, dass bei Realisierung aller grundlegenden Maßnahmen die Erreichung eines guten Zustandes der Gewässer bis zum Jahr 2015 in der Regel nicht erreicht werden kann, sind entsprechend den Vorgaben der WRRL **ergänzende Maßnahmen** gemäß Artikel 11, Absatz 4 zu ergreifen. Hierzu gehören mit Blick auf die Schadstoffthematik wiederum Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft. Außerdem fallen in diese Kategorie Maßnahmen der Altlastensanierung, von denen wichtige mit überregionaler Bedeutung in den folgenden Abschnitten benannt werden. Auch konzeptionelle Maßnahmen gehören zu den ergänzenden Maßnahmen. Sie betreffen fast alle überregional bedeutsamen Oberflächenwasserkörper.

Folgende konzeptionelle Maßnahmen werden für die Verbesserung der Schadstoffsituation grundsätzlich als relevant erachtet und können zu Synergie- oder Kombinationseffekten führen:

- Erstellung von Konzeptionen / Studien / Gutachten,
- Durchführung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben,
- Informations- und Fortbildungsmaßnahmen,
- Beratungsmaßnahmen,
- Einrichtung bzw. Anpassung von Förderprogrammen,
- Freiwillige Kooperationen,
- Vertiefende Untersuchungen und Kontrollen.

Darüber hinaus leistet die Abstimmung auf Ebene der internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) einen wichtigen Beitrag, einzelne Aspekte wie z.B. das Sedimentmanagement unter Berücksichtigung der Altsedimente in einem gemeinsamen flusseinzugsgebietsbezogenen Ansatz zu betrachten und Lösungsstrategien zu entwickeln.

Tabelle 5: Schadstoffe mit überregionaler Bedeutung in der Flussgebietseinheit Elbe und Reduzierungsbetrag gegenüber dem Bezugsjahr 2006 bis zur vollständigen Einhaltung der Umweltnormen an den Bilanzmessstellen (Angaben in %)

Stoff	Elbe Seemannshöft	Elbe Schnackenburg	Havel Toppel	Saale Rosenberg	Mulde Dessau	Schwarze Elster Gorsdorf	Elbe Schmilka
Arsen	<	15	<	<	77	<	<
Blei	12	61	<	33	62	<	<
Cadmium	64	86	<	74	94	64	50
Kupfer	40	55	<	25	17	<	<
Quecksilber	67	84	<	87	71	14	44
Zink	27	71	50	73	79	54	31
DDT/Metabolite	84	95	<	<	<	<	29
Dioxine/Furane	71	94	<	41	97	<	<
Haloether	84	k.V.	<	<	<	<	99
HCB	87	98	<	22	85	<	98
HCH	60	88	k.V.	<	99	33	<
Organozinnverb.	99	k.V.	67	98	98	<	<
Pentachlorbenzol	44	77	<	50	<	<	73
PCBs	18	28	<	31	<	<	75
PAKs	87	67	<	80	<	<	78

< - Umweltqualitätsnorm nicht überschritten; k.V. – keine Vergleichswerte

Im Folgenden wird die Situation an den einzelnen Bilanzprofilen/in den Teileinzugsgebieten betrachtet. Generell gilt, dass bei Qualitätsnormüberschreitungen in Futtermitteln von Überflutungsflächen bzw. in Fischen für den menschlichen Verzehr Vorsorgemaßnahmen ergriffen werden. Dabei handelt es sich um Bewirtschaftungsempfehlungen der Länder bzw. deren Landwirtschaftsbehörden und risikobasierte Überwachungsprogramme einerseits bzw. um Verzehrsempfehlungen für Elbefische der Wassergütestelle Elbe andererseits.

Elbe am Grenzprofil Schmilka

Der deutsche Teil der Elbe ist durch Qualitätsnormüberschreitungen für die Schwermetalle Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Zink (Zn), die chlororganischen Verbindungen DDT und Metabolite, Hexachlorbenzol (HCB), Pentachlorbenzol, Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Haloether sowie die Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) betroffen (vgl. Tabelle 5). Diese stammen zu maßgeblichen Anteilen aus dem tschechischen Teil der Elbe. Es ergeben sich je nach Schadstoff Reduzierungsanforderungen zwischen 30 % (DDT, Zink) und mehr als 95 % (HCB, Haloether). Auf internationaler Ebene wurden Maßnahmen zur Verbesserung der Situation im tschechischen Teil der FGE Elbe vereinbart.

Schwarze Elster (Gorsdorf)

Die Schwarze Elster ist von Überschreitungen der Qualitätsnormen für die Schwermetalle Cd, Hg, Zn und HCH betroffen (vgl. Tabelle 5). Es ergeben sich Reduzierungsanforderungen auf dem Gebiet der Länder Sachsen und Brandenburg. Im ersten Bewirtschaftungszeitraum sind konzeptionelle Maßnahmen, wie Gewässerentwicklungskonzepte und Überwachung zu Ermittlungszwecken, vorgesehen. Konkrete Maßnahmen zur Reduzierung der jeweiligen Schadstoffquelle sollen bei Bedarf im zweiten Bewirtschaftungszeitraum folgen.

In Sachsen werden die Quellen der Schadstoffeinträge im Altlastenbereich bzw. im Bergbau vermutet, müssen aber noch genauer ermittelt werden. Beim HCH konnten Quellen in Sachsen ausgeschlossen werden. Für Quecksilber sollen langfristig die Konzentrationen im schwebstoffbürtigen Sediment um 67 %, bei Cadmium um 14 % und bei Zink um 29 % reduziert werden. Bis 2015 werden im Ergebnis grundlegender und ergänzender konzeptioneller Maßnahmen zumindest erste messbare Verringerungen der bisherigen Konzentrationen erwartet. Brandenburg sieht ein Monitoring zu Ermittlungszwecken für die kritischen Parameter vor. Die Datenlage zu Quecksilber und HCH lässt derzeit eine keine Aussage zu signifikanten Einträgen in Brandenburg zu. Für den ersten Bewirtschaftungszeitraum wird noch keine messbare Wirkung durch die geplanten Maßnahmen erwartet.

Mulde (Dessau)

In Tabelle 6 sind detaillierte Informationen zur Mulde enthalten. Die Mulde ist durch Überschreitungen der Qualitätsnormen für Arsen, Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, Dioxine/Furane, HCB, HCH und Organozinnverbindungen betroffen (vgl. Tabelle 5). Je nach Stoff/Stoffklasse ergeben sich daraus Reduzierungsanforderungen auf dem Gebiet der Länder Sachsen und/oder Sachsen-Anhalt. Es wird von beiden Ländern eingeschätzt, dass die Belastungen im Wesentlichen aus Einträgen des Altbergbaus und aus Altlasten sowie als Folge davon aus Altsedimenten stammen. Maßgeblich für Schwermetalle (außer Hg) und Arsen ist der Altbergbau in Sachsen. Für Hg spielen Altlasten aus Bitterfeld/Wolfen eine signifikante Rolle. Dieser Bereich ist auch relevant für die meisten als kritisch eingestuften organischen Schadstoffe. Dioxine/Furane stammen auch aus den ehemaligen Hüttenbetrieben im Freiburger Gebiet, auch HCH (hier: β -HCH) wird auf sächsischer Seite über die Freiburger Mulde eingetragen. Allerdings besteht hinsichtlich der Quellen und Ursachen weiterer Klärungsbedarf. In Sachsen und Sachsen-Anhalt sind deshalb umfangreiche Monitoringprogramme zu Ermittlungszwecken und Analysen möglicher Belastungsquellen vorgesehen. Beide Länder gehen außerdem davon aus, dass grundlegende und ergänzende konzeptionelle Maßnahmen zu Synergieeffekten und damit zu einer messbaren Verringerung der Belastungen führen werden. Sachsen-Anhalt verfolgt im Muldegebiet das Ökologische Großprojekt Bitterfeld/Wolfen und erwartet, dass dadurch bis 2015 signifikante Verbesserungen der Belastungssituation durch Schadstoffe erreicht werden. Vorgesehen sind im

Rahmen dieses Großprojektes im ersten Bewirtschaftungszeitraum Maßnahmen der Abstomsicherung, der Quellensanierung und –sicherung, technische und natürliche Sanierungsmaßnahmen sowie Sicherungsmaßnahmen zum Rückhalt partikulär gebundener Schadstoffe aus dem Spittelwasser. Weitere konkrete Maßnahmen zur Reduzierung von Schadstoffquellen sind ab dem zweiten Bewirtschaftungszeitraum zu erwarten.

Saale (Rosenburg)

In Tabelle 7 sind detaillierte Informationen zur Saale enthalten. Die Saale ist durch Überschreitungen der Qualitätsnormen für Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, Dioxine/Furane, HCB, HCH, Pentachlorbenzol, PCB, Organozinnverbindungen und PAK betroffen (vgl. Tabelle 5). Je nach Stoffklasse ergeben sich daraus Reduzierungsanforderungen auf dem Gebiet der Länder Thüringen, Sachsen und/oder Sachsen-Anhalt sowie ggf. in der Tschechischen Republik. Von den drei Ländern auf deutscher Seite wird eingeschätzt, dass die Belastungen im Wesentlichen aus Einträgen des Altbergbaus und aus Altlasten sowie als Folge davon aus Altsedimenten stammen. Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass hinsichtlich der in der Vergangenheit entstandenen Belastungen von Altsedimenten aus technischen Gründen und aufgrund von unverhältnismäßig hohen Kosten eine weitere deutliche Verringerung der Schadstoffkonzentrationen trotz aller Anstrengungen nur mittel bis langfristig zu erreichen ist.

Außerdem spielen bei den Schwermetallen Einträge über urbane Systeme (Cu, Pb, Zn) und Erosion (Cu, Pb) eine wesentliche Rolle. Als Quellen zur Herkunft der relevanten organischen Schadstoffe (Dioxine/Furane, HCB, Organozinnverbindungen, Pentachlorbenzol, PCB, PAK) kommen neben den Altsedimenten im Falle der PAK diffuse Einträge über die atmosphärische Deposition in Frage. Durch Monitoringprogramme zu Ermittlungszwecken und eine Analyse möglicher Belastungsquellen sollen in allen drei Ländern die Grundlagen für das weitere Vorgehen zur Erreichung der überregionalen Bewirtschaftungsziele für Schadstoffe verbessert werden. Darauf aufbauend können ggf. im 2. oder 3. Bewirtschaftungsplan weitere Maßnahmen umgesetzt werden. Die Qualitätsnormüberschreitungen im sächsischen Teil der Weißen Elster werden bereits am deutsch-tschechischen Grenzprofil festgestellt. Dies macht eine internationale Koordinierung von entsprechenden Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge notwendig. In Thüringen wird bereits im ersten Bewirtschaftungszeitraum das Sanierungsvorhaben der Wismut GmbH im Ronneburger Bergbaurevier bis 2015 überregionale positive Effekte für die Schadstoffbelastung der Saale bewirken. Deren Quantifizierung ist aufgrund der komplexen Zusammenhänge sowie des derzeit lückenhaften Kenntnisstandes über die großräumigen Wirkungszusammenhänge allerdings noch nicht möglich. Die Maßnahme wird solange verfolgt, bis ein direktes Einleiten der austretenden Grundwässer in die Vorfluter Wipse, Gessenbach und Pöltschbach möglich und damit die Weiße Elster spürbar entlastet wird. Dies wird voraussichtlich bis über das Jahr 2027 hinaus andauern. Weitere Maßnahmen betreffen die Verminderung der Belastung des Grundwassers infolge von Bergbaualtlasten im Grundwasserkörper Weißelsterbecken (Federführung durch Sachsen) sowie mehrere Sanierungsvorhaben an Altlastenstandorten. Sachsen-Anhalt verfolgt im Saalegebiet das Ökologische Großprojekt Buna und erwartet, dass dadurch bis 2015 eine signifikante Verbesserung der Belastungssituation durch Hg insbesondere in der Laucha, einem Saalezufluss, erreicht wird. Vorgesehen ist die Umverlegung der Laucha im Rahmen der Stilllegung der Hochhalde Schkopau. Ein weiteres ökologisches Großprojekt besteht im Mansfelder Land. Darin eingeschlossen sind Maßnahmen zur Abdeckung, Abdichtung, Abstomsicherung mit Sickerwasserfassungen sowie das Versenken mineralisierter Wässer.

Tabelle 6: Schadstoffsituation im Einzugsgebiet der Mulde

Stoff Stoffgruppe	Betroffenheit und Ursachen		Bemerkungen Maßnahmen
	SN	ST	
As	P: A; D: S		
Pb	P: A; D: S		
Cd	P: A; D: S		
Cu	P: A; D: S		
Hg	P: A; D: S	D: S, A P: A *	ST: Untersuchung und Ableitung von Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Bitterfeld/Wolfen Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Zn	P: A; D: S	D: S *	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Dioxine Furane	*	D: S, A P: A *	ST: Untersuchung und Ableitung von Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Bitterfeld/Wolfen Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
HCB	<	D: S, A P: A *	ST: Untersuchung und Ableitung von Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Bitterfeld/Wolfen Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
HCH	*	D: S, A P: A *	ST: Untersuchung und Ableitung von Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Bitterfeld/Wolfen Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Organozinn- verbindungen	<	D: S, A P: A *	ST: Untersuchung und Ableitung von Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Bitterfeld/Wolfen Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich

Tabelle 7: Schadstoffsituation im Einzugsgebiet der Saale

Stoff Stoffgruppe	Betroffenheit und Ursachen				Bemerkungen Maßnahmen
	CZ	SN	TH	ST	
Pb	x	D: S, A P: A	*	D: S, A, W P: A	Reduzierungen erforderlich in Teil-EZG Weiße Elster, Bode, Wipper ST : Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Mansfelder Land
	*	*		*	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Cd	x	D: S, A P: A	D: S, A P: A	D: S P: A	Reduzierungen erforderlich in Teil-EZG Weiße Elster, Bode, Wipper ST : Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Mansfelder Land TH : Maßnahmen im Rahmen des Sanierungsvorhabens der Wismut-GmbH im Ronneburger Bergbaurevier
	*	*	*	*	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Cu	x	D: S, A P: K, A	D: S, A P: K, A	D: S, A, W P: K, I, A	Reduzierungen erforderlich in Teil-EZG Weiße Elster, Bode, Wipper ST : Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Mansfelder Land TH : Maßnahmen im Rahmen des Sanierungsvorhabens der Wismut-GmbH im Ronneburger Bergbaurevier
	*	*	*	*	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Hg	x	D: S	*	D: S P: I, A	Reduzierungen erforderlich in Teil-EZG Weiße Elster, Bode ST : Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Buna
	*	*		*	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Zn	x	D: S, A P: A	D: S P: I, K	D: S, A, W P: K, I, A	Reduzierungen erforderlich in Teil-EZG Weiße Elster, Bode, Wipper ST : Maßnahmen im Rahmen des ÖGP Mansfelder Land
	*	*	*	*	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Dioxine Furane	*	*	*	x	Reduzierungen erforderlich im Teil-EZG Bode
				*	Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
HCB	<	<	*	*	Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
Organozinn- verbindungen	x	P: K	D: S P: I	*	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
	*	*	*		Analytisches Problem: Bestimmungsgrenzen nicht ausreichend

Stoff Stoffgruppe	Betroffenheit und Ursachen				Bemerkungen Maßnahmen
	CZ	SN	TH	ST	
Pentachlorbenzol	<	<	*	*	Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
PCB	x *	D: S *	*	*	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich
PAK	x *	D: N *	D: N *	D: N *	Weitere Untersuchungen zu Quellen/Ursachen erforderlich

Legende der Tabellen 6, 7:

	UQN überschritten: Betroffenheit liegt vor; kein Verursacher
Kommentar Ursachen	D – diffuse Quellen; P – Punktquellen; I – Industrie; K – Kommunen; A- Altlasten; L- Landwirtschaft; W – Abwasser; N – Atmosphärische Deposition; S - Sedimente
*	Frage nach Verursacher/Betroffenheit kann noch nicht <u>hinreichend belastbar</u> beantwortet werden; in der Regel keine ausreichende Datenbasis
<	UQN nicht überschritten: Keine Betroffenheit, kein Verursacher
*	Frage nach Betroffenheit kann noch nicht beantwortet werden; in der Regel keine ausreichende Datenbasis

Havel (Toppel)

Die Havel ist durch Überschreitungen der Qualitätsnormen für Zink und das Tributylzinnkation betroffen (vgl. Tabelle 5). Potentielle Reduzierungsanforderungen ergeben sich daraus auf dem Gebiet der Länder Sachsen (Spree), Berlin (Unterhavel, Untere Spree) und/oder Brandenburg (Havel, Mittlere und Untere Spree).

Sachsen strebt an, die aus dem Teilbearbeitungsgebiet Obere Spree über die schwebstoffbürtigen Sedimente eingetragenen Zinkkonzentrationen langfristig um ca. 13 % zu senken. Zinkeinträge stammen dort im Wesentlichen aus diffusen Quellen. Es wird davon ausgegangen, dass bis 2015 erste messbare Verringerungen der bisherigen Zinkkonzentrationen durch Synergieeffekte grundlegender und ergänzender konzeptioneller Maßnahmen möglich sein werden. An der Belastung mit Organozinnverbindungen hat Sachsen keinen Anteil.

Brandenburg sieht in seinem Zuständigkeitsbereich ergänzende konzeptionelle Maßnahmen wie die Aufstellung von Gewässerentwicklungskonzepten vor. Durch Monitoringprogramme zu Ermittlungszwecken und eine Analyse möglicher Belastungsquellen sollen die Grundlagen für das weitere Vorgehen im zweiten oder dritten Bewirtschaftungszeitraum geschaffen werden.

Das Land Berlin strebt als umweltpolitisches Ziel mittel- bis langfristig eine 50 %-ige Reduzierung der Schwermetallemissionen v.a. mit Maßnahmen zur Reduzierung der Stoffeinträge durch Misch- und Niederschlagswasser an. Inwieweit sich die Belastungsverminderung auf die Zinkkonzentration am Bilanzprofil der Havel (Toppel) auswirken wird, kann derzeit noch nicht abgeschätzt werden.

Elbe (Schnackenburg)

Der mittlere Elbeabschnitt, der durch das Bilanzprofil Schnackenburg charakterisiert wird, ist durch Qualitätsnormüberschreitungen für Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, Arsen, DDT und Metabolite, Dioxine/Furane, HCH, HCB, Pentachlorbenzol, PCB und PAK betroffen (vgl. Tabelle 5). Für Haloether und Organozinnverbindungen liegen bisher keine Vergleichsdaten vor. Die Belastungen in Schnackenburg sind im Wesentlichen das Ergebnis der Situation im Einzugsgebiet oberhalb. Niedersächsische Anteile sind nicht gegeben. Im Rahmen der flussgebietsweiten Zusammenarbeit wird daher eine Reduzierung der Schadstoffbelastung vor allem durch Maßnahmen in Tschechien und in den Oberlieger-Ländern angestrebt (vgl. Schmilka bzw. Nebenflüsse). Durch das Land Niedersachsen wird den Qualitätsnormüberschreitungen bei Futtermitteln durch Bewirtschaftungsempfehlungen und ein risikobasiertes Überwachungsprogramm der in den betroffenen Überflutungsbereichen produzierten Lebensmittel Rechnung getragen.

Elbe (Seemannshöft)

Seemannshöft stellt das Bilanzprofil der limnischen Elbe zum Übergangsgewässer bzw. der Nordsee dar und ist von Qualitätsnormüberschreitungen für Pb, Cd, Cu, Hg, Zn, DDT und Metabolite, Dioxine/Furane, HCH, HCB, Pentachlorbenzol, PCB, Haloether, Organozinnverbindungen und PAK betroffen (vgl. Tabelle 5). Ein Großteil der in Seemannshöft ermittelten Überschreitungen ergibt sich aus den gelösten und partikulären Schadstoffeinträgen aus dem gesamten Elbeeinzugsgebiet, insbesondere aus Tschechien, Mulde und Saale (vgl. Abb. 1).

Im Streckenabschnitt der Elbe zwischen Schnackenburg und Seemannshöft erfolgen zusätzlich geringere, vorwiegend diffuse Einträge aus Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Hamburg. Niedersachsen schätzt ein, dass darunter auch Einträge der überregional bedeutsamen Schadstoffe Cd, PAK und Tributylzinn sind. Im Zuge einer intensiven Überwachung sollen die Quellen soweit möglich genauer ermittelt werden. Positive Effekte werden sich aus den grundlegenden und ergänzenden konzeptionellen Maßnahmen ergeben. Hamburg ist als Quellregion für Seemannshöft vor allem in Bezug auf Organozinnverbindungen (TBT und Derivate) aufzuführen,

sowie nachrangig hinsichtlich einzelner Schwermetalle. Die überwiegend geringeren Schadstoffgehalte am Bilanzprofil Seemannshöft gegenüber dem Bilanzprofil Schnackenburg finden ihre Ursache in Sedimentationsprozessen in Stillwasserbereichen der Elbe sowie der angrenzenden rezenten Aue auf der Zwischenstrecke zwischen beiden Stationen, der Vermischung von höher belasteten Sedimenten limnischer Herkunft mit un- bzw. weniger belasteten Sedimenten mariner Herkunft sowie der Entnahme und kontrollierte Landunterbringung erhöht belasteter Sedimente im Bereich des Hamburger Hafens.

Wie bereits erwähnt, ist der Abschnitt der Hamburgischen Tideelbe in Bezug auf das Tributylzinn und seine Derivate als gravierendes Quellgebiet anzusehen. Je nach Schutzziel variieren die TBT-Reduzierungsanforderungen zwischen 70 % und > 99 %. Da gemäß Richtlinie 2006/11/EG das TBT aufgrund seiner Toxizität, Langlebigkeit und Bioakkumulation als prioritärer gefährlicher Stoff dem sog. „phasing out“ unterliegt, ist die strikte Umsetzung des Anwendungsverbotes erforderlich. Zu baggernde Sedimente im Bereich des Hamburger Hafens, die die Grenzwerte des gemeinsamen Bund-Länder-Konzepts zur "Handhabung von Tributylzinn (TBT) belastetem Baggergut im Küstenbereich" (BLABAK-TBT 2001) überschreiten, werden an Land entsorgt. In Verbindung mit dem Anwendungsverbot ist hierdurch langfristig mit einer nahezu vollständigen Entfernung dieses Umweltschadstoffs zu rechnen.

Zur Sicherung der Wassertiefen im Hamburger Hafen und der Bundeswasserstraße Elbe werden jährlich ca. 1,2 Mio. m³ mit Schadstoffen belastete Elbesedimente entnommen, an Land behandelt und anschließend umweltsicher verwertet oder deponiert. Auf diese Weise entnimmt Hamburg rund ein Drittel der jährlichen partikulären anorganischen und organischen Schadstofffracht der Elbe (bezogen auf das Bilanzprofil Schnackenburg). Durch diese Entlastung der Elbe wird auch eine deutliche Verringerung der Schadstofffracht in die Nordsee erzielt.

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und die Hamburg Port Authority haben ein „Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tideelbe“ erarbeitet, das von den Nachbarländern unterstützt wird. Die bei der Unterhaltung anfallenden, nicht vermeidbaren großen Sedimentmengen müssen im Gewässer umgelagert oder – zeitlich befristet – bis hin in die Nordsee verbracht werden. Deshalb erfordert das Konzept auch zur Sicherung des Hamburger Hafens eine weitere Verringerung der Schadstoffbelastung der Elbesedimente. Durch das Konzept wird langfristig auch eine Entlastung der Nebenelben von schädlichen Sedimentablagerungen erreicht. Zusätzlich zur Wahrung einer sicheren Fahrwassertiefe für Seeschiffe sollen zukünftig verschlickte Kanäle und Hafenbecken in Hamburg geräumt werden, welche bisher aus nautischen Gründen nicht zu baggern waren. Damit wird u.a. verloren gegangenes Tidevolumen wieder geschaffen. Die hier lagernden Altsedimente im Umfang von rd. 5 Mio. m³ bedürfen wegen ihrer Schadstoffbelastung einer Entsorgung an Land. Es ist beabsichtigt, im Rahmen des umfassenden Sedimentmanagements die erforderlichen Baggerarbeiten in diesen Flachwasserbereichen bis zum Jahre 2025 auszuführen. Für die Entschlickung der Hafenbecken wird für die kommenden Jahre eine jährliche Kapazität von 400.000 m³ vorgesehen.

Weitere Maßnahmen neben der Landbehandlung von Baggergut und der Umsetzung des Sedimentmanagements sind administrative Instrumente. Hierzu zählen das „Systemkonzept Schadstoffunfallbekämpfung“ (inkl. der „Schiffstreibstoffe“), welches den Schutz der Wasserflora und -fauna vor schädlichen Verunreinigungen insbesondere durch Öl zum Ziel hat, das „Integrierte Küstenzonenmanagement“ sowie der in Erarbeitung befindliche Integrierte Bewirtschaftungsplan (IBP) für die Tideelbe gemäß Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (Art. 6 Abs. 1), welcher der Verbesserung des ökologischen und chemischen Zustandes des Tideelbestromes – verbunden mit einer positiven Wirkung auf alle WRRL-Qualitätskomponenten - dient. Insgesamt ist davon auszugehen, dass trotz der großen Anstrengungen, die die Freie und

Hansestadt Hamburg im Hinblick auf die Schadstoffreduzierung bereits im ersten Bewirtschaftungszyklus erbringt, dieser zeitlich nicht ausreichen wird, um alle Zielanforderungen hinsichtlich der Sedimentqualität zu erreichen. Hierfür wird mindestens ein weiterer Bewirtschaftungszyklus erforderlich sein.

6 Literatur

- ARGE Elbe (1996): Umgang mit belastetem Baggergut an der Elbe. Zustand und Empfehlungen. Wassergütestelle Elbe. Hamburg. 28 S., Anlagen.
- ARGE Elbe (1998): Schwarze Elster, Mulde und Saale - Fischartenspektrum und Schadstoffbelastung von Brassen, Aal und Zander in den Unterläufen der Elbenebenflüsse. Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Elbe. Hamburg, 96 S.
- ARGE Elbe (2000): Schadstoffe in Elbefischen. Belastung und Vermarktungsfähigkeit von der Grenze bis zur See. Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe. Hamburg, 108 S.
- Baker, J.E., P.D. Capel und S.J. Eisenreich (1996): Influence of colloids on sediment-water partition coefficients of polychlorobiphenyl congeners in natural waters. *Environ. Sci. Technol.* **20**, 1136-1143
- Barkmann J., Baumann R., Müller F., Windhorst W.: Ökologische Integrität - Ökosystemare Risikovorsorge als Aufgabe eines nachhaltigen Landschaftsmanagement. *Gaia, Ökologische Perspektiven in Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften* 2/2001, 97-108 (2001).
- BLABAK-TBT (2001): Konzept zur Handhabung von Tributylzinn-belastetem Baggergut im Küstenbereich (BLABAK-TBT-Konzept). Bonn, 6. Dezember. 5 S.
- DWA (2008): Anthropogene Spurenstoffe im Wasserkreislauf. Arzneistoffe. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. Hennef. Mai 2008. 85 S.
- FGG Elbe (2008): Überregionale Bewirtschaftungsziele für die Oberflächengewässer im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für die Belastungsschwerpunkte Nährstoffe, Schadstoffe und Durchgängigkeit. Flussgebietsgemeinschaft Elbe, Magdeburg
- Götz, R., Steiner, B., Friesel, P., Roch, K., Walkow, F., Maass, V., Reincke, D., Stachel, B.: Dioxin (PCDD/F) in the river Elbe. Investigations of their origin by multivariate statistical methods. *Chemosphere* **37**, 1987-2002 (1998).
- Götz, R., Bauer, O.-H., Friesel, P., Herrmann, T., Jantzen, E., Kutzke, M., Lauer, R., Paipke, O., Roch, K., Rohweder, U., Schwartz, R., Sievers, S. und Stachel, B. (2007). Vertical profile of PCDD/Fs, dioxin-like PCBs, other PCBs, PAHs, chlorobenzenes, DDX, HCHs, organotin compounds and chlorinated ethers in dated sediment/soil cores from flood-plains of the river Elbe, Germany. *Chemosphere* **67**, 592-603
- HABAK-WSV (1999): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich (HABAK-WSV). 2. überarbeitete Fassung. BfG-Nr. 1100. Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz. 25 S., Anlagen.
- Heininger, P., J. Pelzer, E. Claus u. S. Pfitzner (2003): Results of long-term sediment quality studies on the River Elbe. *Acta hydrochim. hydrobiol.* **31** (4-5) 356-367
- Heise, S., E. Claus, P. Heininger, T. Krämer, F. Krüger, R. Schwartz und U. Förstner (2005): Studie zur Schadstoffbelastung der Sedimente im Elbe-Einzugsgebiet. Im Auftrag der Hamburg Port Authority. Hamburg. 181 S.
- Heise S, Krüger F, Baborowski M, Stachel B, Götz R, Förstner U (2008): Bewertung der Risiken durch feststoffgebundene Schadstoffe im Elbeeinzugsgebiet. Im Auftrag der Flussgebietsgemeinschaft Elbe und Hamburg Port Authority, erstellt vom Beratungszentrum für integriertes Sedimentmanagement (BIS/TuTech) an der TU Hamburg-Harburg. 349 Seiten. Hamburg.
- IKSE (1998): Internationale Kommission zum Schutz der Elbe. Erster Bericht über die Erfüllung des Aktionsprogramms Elbe. Magdeburg. 50 S., Anlagen.

OSPAR (2000): Quality Status Report 2000. London. OSPAR Commission

SedNet (2004): Contaminated sediments in European River Basins. European Sediment Research Network. EC contract no. EVK1-CT-2001-2002. TNO. The Netherlands. 29. Dezember. 80 S.

SedNet (2006): Sediment Management – an essential element of River Basin Management Plans. Report on the SedNet Round Table Discussion. Venice, 22-23 November 2006. 27 p

Sigleo, A.C. und J.C. Means (1990): Organic and inorganic components in estuarine colloids: implications for sorption and transport of pollutants. *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* **23**, 1302-1306

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

UBA (2002): Schwermetalleinträge in die Oberflächengewässer Deutschlands. Texte 54/02.

UFZ (2004): Schadstoffbelastung nach dem Elbe-Hochwasser 2002. Endbericht des Ad-hoc-Verbundprojektes. BMBF-Förderkennzeichen PTJ 0330492. UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH. Projektleitung und Koordination: W. Geller, K. Ockenfeld, M. Böhme und A. Knöchel. Magdeburg. 460 S.

Wilcke, W. (2000): Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soil - a review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **2000**, 163, 229-248