

Inhalt	Seite
4	SCHUTZGUT WASSER, OBERIRDISCHE GEWÄSSER - SCHADSTOFFGEHALTE/-FREISETZUNG SEDIMENTE..... 1
4.1	Art und Umfang der Erhebungen 1
4.1.1	Schutzgutspezifisches Untersuchungsgebiet1
4.1.2	Datengrundlagen2
4.1.3	Bewertung der Datenbasis.....4
4.2	Beschreibung Und Bewertung des Ist-Zustands..... 5
4.2.1	Beschreibung der Sedimenteigenschaften5
4.2.2	Bewertung der Sedimente32
4.2.3	Verteilung von natürlichen und anthropogen belasteten Sedimente im Gewässerbett.....34
4.2.4	Charakterisierung der Abtragsflächen und des Baggerguts hinsichtlich der Belastung mit Schadstoffen35
4.2.5	Charakterisierung der Baggergutablagerungsflächen37
4.3	Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf die Sedimente..... 37
4.3.1	Bewertungsverfahren.....38
4.3.2	Baubedingte Auswirkungen39
4.3.3	Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen45
Tabellenverzeichnis	
Tabelle 4.1-1:	Beschreibungs- und bewertungsrelevante Sedimentdaten.....2
Tabelle 4.1-2:	Dauermessstellen im Untersuchungsgebiet.....4
Tabelle 4.2-1:	Gliederung der Sedimenttypen.....6
Tabelle 4.2-2:	Verhältnis der Gehalte an organischer Substanz zum Anteil der Kornfraktion < 20 µm.....8
Tabelle 4.2-3:	Schwefelgesamtgehalte und C/S-Verhältnisse der Untersuchungsabschnitte (jeweils nur oberste Sedimentschicht, Proben 1994).....9
Tabelle 4.2-4:	C/N-Verhältnisse der Untersuchungsabschnitte (jeweils nur oberste Sedimentschicht, Daten 2005)10
Tabelle 4.2-5:	Phosphorgesamtgehalte und C/P-Verhältnisse der Untersuchungsabschnitte (oberste Sedimentschicht, Daten 1994)10
Tabelle 4.2-6:	Zinkgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren.....12
Tabelle 4.2-7:	Cadmiumgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren13
Tabelle 4.2-8:	Quecksilbergehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren15
Tabelle 4.2-9:	Kupfergehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren16
Tabelle 4.2-10:	Bleigehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren.....18
Tabelle 4.2-11:	Chromgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren20
Tabelle 4.2-12:	Nickelgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren21
Tabelle 4.2-13:	Arsengehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren22

Tabelle 4.2-14: Gehalte an Kohlenwasserstoffen (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	24
Tabelle 4.2-15: Gehalte an Polychlorierten Biphenylen (Summe 7 PCB) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	25
Tabelle 4.2-16: Gehalte an Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK, Summe 6 nach HABAK) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	26
Tabelle 4.2-17: Gehalte an Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK, Summe 16 nach BBodSchV) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	26
Tabelle 4.2-18: Gehalte an Pentachlorbenzol (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	27
Tabelle 4.2-19: Gehalte an Hexachlorbenzol (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005.....	28
Tabelle 4.2-20: Gehalte an α-HCH (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	29
Tabelle 4.2-21: Gehalte an γ-HCH (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	29
Tabelle 4.2-22: Gehalte an pp-DDT (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005.....	30
Tabelle 4.2-23: Gehalte an pp-DDD (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005.....	30
Tabelle 4.2-24: Gehalte an pp-DDE (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005.....	31
Tabelle 4.2-25: Gehalte an Tributylzinn (TBT) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005.....	32
Tabelle 4.2-26: Zusammenfassung der Bewertung des Faktors „Schadstoffbelastung der Gewässersedimente“.....	34
Tabelle 4.3-1: Bewertungsmatrix zur Ermittlung der Erheblichkeit von Auswirkungen auf die spez. Schadstoffgehalte	39
Tabelle 4.3-2: Übersicht über die baubedingten Auswirkungen auf die Sedimente	44
Tabelle 4.3-3: Übersicht über die anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen auf die spezifische Belastung der Sedimente	46
Tabelle 4.3-4: Übersicht über die anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen auf die Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1-1: Einteilung des Elbequerschnitts in Tiefenzonen.....	2
Abbildung 4.2-1: Zink in der Fraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil	12
Abbildung 4.2-2: Cadmium in der Fraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil	14
Abbildung 4.2-3: Quecksilber in der Fraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil.....	15
Abbildung 4.2-4: Kupfer in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil.....	17
Abbildung 4.2-5: Blei in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil	19
Abbildung 4.2-6: Chrom in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil.....	20
Abbildung 4.2-7: Nickel in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil.....	21
Abbildung 4.2-8: Arsen in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil	23

Allgemeine Abkürzungen

_20	Gehalt berechnet auf Fraktion < 20µm
_K	Gehalt berechnet auf Kation
2S	Doppelte Standardabweichung
ABS	Absetzprobe
AAS	Atomadsorptionsspektroskopie
ABS	Absetzprobe
AUS	UG-Abschnitt Außenelbe
BRU	UG-Abschnitt Brunsbüttel
CUX	UG-Abschnitt Cuxhaven
d50	Korndurchmesser 50%-Percentil
ffS	feiner Feinsand, Fraktion 63 - 125µm
fS	Feinsand, Fraktion 63 - 200µm
fU	Feinschluff, Fraktion 2 - 6,3µm
gfS	grober Feinsand, Fraktion 125 - 200µm
GLU	UG-Abschnitt Glückstadt
gS	Grobsand, Fraktion 630 - 2000µm
gU	Feinschluff, Fraktion 20 - 63µm
HH	UG-Abschnitt Hamburg
mS	Mittelsand, Fraktion 200 - 630µm
mU	Feinschluff, Fraktion 6,3 - 20µm
MW	Mittelwert
NF	Nebenflüsse
pH (CaCl ₂)	-log der H ⁺ -Konzentration in CaCl ₂ - Lösung
pH (H ₂ O)	-log der H ⁺ -Konzentration in Wasser
RFA	Röntgenfluoreszenzanalyse
Schluff	Schluff, Fraktion 2 - 63µm
SCHW	Schwebstoffprobe
SED	Sedimentprobe
T	Ton, Fraktion <2 µm
TIC	Total Inorganic Carbon, Anorganischer Kohlenstoff
TM	Trockenmasse
TOC	Total Organic Carbon, Organischer Kohlenstoff
TRFA	Totalreflektierende Röntgenfluoreszenzanalyse
US	Umlagerungsstelle
UVSP	Ufervorspülung
UWA	Unterwasserablagerung
VML	UG-Abschnitt Vier- und Marschlande
WED	UG-Abschnitt Wedel

4 SCHUTZGUT WASSER, OBERIRDISCHE GEWÄSSER - SCHADSTOFFGEHALTE/-FREISETZUNG SEDIMENTE

In diesem Abschnitt werden die Auswirkungen des Vorhabens auf die Sedimente beschrieben und bewertet. Grundlage dieser Darstellung ist das von dem Institut für Bodenkunde (IfB) der Universität Hamburg erstellte Gutachten zum Schutzgut Wasser, Teilbereich Sedimente, das im Planfeststellungsantrag als Unterlage H.2b enthalten ist.

4.1 Art und Umfang der Erhebungen

4.1.1 Schutzgutspezifisches Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet (UG) beim Schutzgut Wasser, Teilbereich Sedimente, umfasst die gesamte, vor den Landesschutzdeichen gelegene Tideelbe zwischen Stromkilometer 586 (Geesthacht) und 755,3 (Außenelbe), ihre Nebengewässer (Freiburger Hafenvriel, Barnkruger Loch, Wischhafener Süderelbe mit Ruthenstrom, Gauensieker Schleusenfleth und Krautsander Binnenelbe) sowie die tidebeeinflussten Flussabschnitte der in die Tideelbe mündenden Nebenflüsse.

Der Bearbeitungsbereich des Schutzgutes Wasser, Teilbereich Sedimente, beschränkt sich auf die Gewässersohle, soweit diese nicht durch höhere Vegetation bestanden ist. Die Abgrenzung zum Schutzgut Boden (s. Unterlage H.3) erfolgt damit überlappungsfrei. Der Bewertungsraum für den Teilbereich Sedimente wurde im Bereich des „Gewässerbettes“ nach WHG um die unterhalb MThw gelegenen, vegetationsbestandenen Flächen reduziert. Konkretisiert wurde die Grenzziehung anhand der Verteilung der Biotoptypen (Unterlage H.4a).

Das UG wird in sieben Abschnitte unterteilt, die sich aus der unterschiedlichen hydrographischen und ökologischen Ausprägung der Tideelbe ergeben (s. Abbildung 6.1-1 und Tabelle 6.1-1 in Kapitel 6).

Innerhalb dieser Abschnitte werden folgende Zonen des Gewässerbettes unterschieden (s. Abbildung 4.1-1):

- Die oberste Lage der Sedimente der Watten,
- die oberste Lage der Sedimente des Flach- und Tiefwassers neben der Fahrrinne und in Hafenbecken,
- die oberste Lage der Sedimente der Fahrrinne sowie
- die Sedimente des Ausbauprofils in der gesamten Mächtigkeit des Ausbaus.

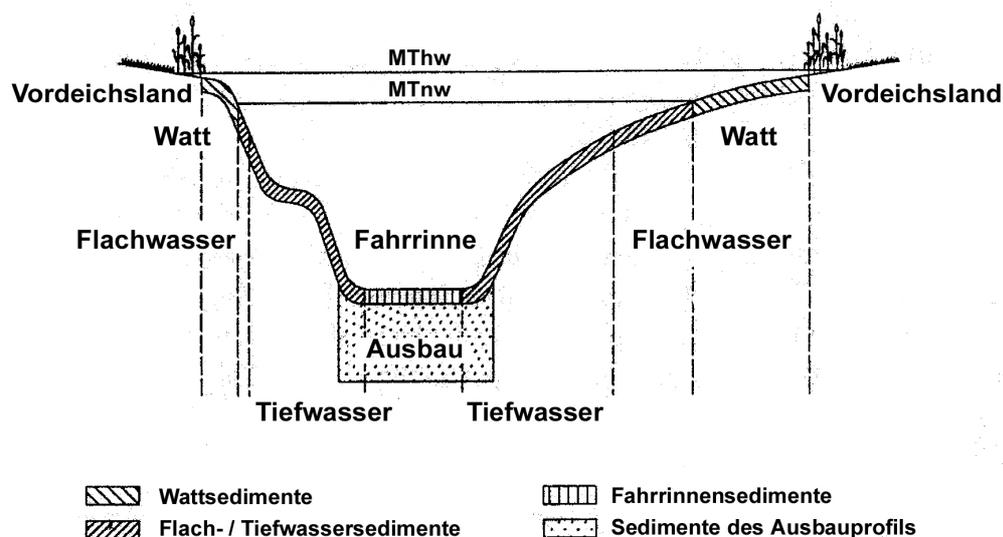


Abbildung 4.1-1: Einteilung des Elbequerschnitts in Tiefenzonen

4.1.2 Datengrundlagen

Für die Beschreibung und Bewertung der Sedimenteigenschaften sind Sedimentkenndaten sowie Daten über Elementgesamtgehalte und Gehalte organischer Schadstoffe erforderlich. Die im Einzelnen erfassten Parameter sind in Tabelle 4.1-1 aufgeführt.

Die Daten beziehen sich auf den rezenten Bereich des Sedimentkörpers und ggf. auf Bereiche, in denen vorhabensbedingte Auswirkungen auf den bisher nicht betroffenen Gewässergrund zu erwarten sind. Für die Bestandsaufnahme wurden Daten aus dem Zeitraum von 1994 bis 2005 ausgewertet.

Tabelle 4.1-1: Beschreibungs- und bewertungsrelevante Sedimentdaten

Sedimentkenndaten	Ort, Entnahmedatum, Lage, Wassertiefe, Gauß-Krüger-Koordinaten, Sedimenttyp, Tiefenlage/Mächtigkeit, Körnung, Farbe, Anteil und Art Beimengungen, Wassergehalt, Glühverlust, Sauerstoffzehrung, TOC, TIC, pH (CaCl ₂ /H ₂ O)
Elementgesamtgehalte	N, S, P sowie die Spurenelemente Cd, Pb, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn, As (getrennt nach Gehalten in < 2mm und < 20µm Fraktion)
Gehalte organischer Schadstoffe	Kohlenwasserstoffe, adsorbierbare organische Halogenverbindungen (AOX), polychlorierte Biphenyle (PCB), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Chlorbenzole, Hexachlorcyclohexane (HCH), DDT, DDD, DDE, Hexachlorbutadien, Octachlorstyrol, Endrin und Dieldrin, Butylzinnverbindungen, Dioxine und Furane sowie weitere, nicht in gängigen Schadstofflisten enthaltene Stoffe

Abkürzungen: s. Anhang

Der Beschreibung und Bewertung des Schutzgutes Wasser, Teilbereich Sedimente, liegen die nachfolgend aufgeführten Datenauszüge zugrunde:

- **Datenkollektiv IfB**

- Datenauszug IFB-A: 351 Datensätze von Proben aus dem Jahr 1994 aus dem Datenbestand des IfB Hamburg, weitgehend identisch mit dem Datenvolumen aus der UVU zur vorangegangenen Fahrrinnenanpassung (Miehlich et al. 1997b).
- Datenkollektiv IFB-N: Ergänzung der Daten durch eine aktuelle Datenerhebung „IFB-Neu“ (49 Sedimentproben aus Mai/Juni 2005).

- **Datenauszüge der ARGE Elbe**

- Datenauszug ARGE-A: Umfangreicher Datenauszug „ARGE-Absetzbecken“ (n = 504); monatliche Beprobung seit 1994 an vier (2004: drei) Dauermessstellen (s. Tabelle 4.1-2).
- Datenauszug ARGE-S: Datenauszug „ARGE-Sedimente“ (n = 79); jährliche Beprobung von 1994 bis 2004 an acht Dauermessstellen (s. Tabelle 4.1-2).

- **Datenauszug Hamburg Port Authority**

- Datenauszug HPA-K: Datenauszug „HPA-Kataster“ (n = 153) mit Analysenwerten von oberflächennahen Sedimentproben aus den Jahren 1994 bis 2004 [AMT STROM- U. HAFENBAU 2004], Probengewinnung im gesamten Bereich der Delegationsstrecke und des Hafengebiets an weiteren Referenzpunkten monatlich, jährlich oder unregelmäßig.

- **Datenauszüge BfG: Vier Datenauszüge (BfG 2005)**

- Datenauszug BFG-H: Datenauszug „BFG-HABAK“ (n = 15) von HABAK/HABAB- Untersuchungen für Unterhaltungsbaggerungen in der Tideelbe in 2002.
- Datenauszug BFG-SM: In dem Datenauszug „BFG-Schwermetalle“ (n = 41) wurden die Jahresmittelwerte von Schwermetallgehalten von 1995 bis 2004 bereitgestellt, denen 391 Proben von sieben Dauerbeobachtungsstellen (s. Tabelle 4.1-2) zugrunde liegen (Sedimentproben aus bis max. 20 cm Sedimenttiefe und Schwebstoffproben).
- Datenauszug BFG-O: Datenauszug „BFG-Organik“ für organische Schadstoffe in Einzelproben (n = 104); Entnahme zwischen 1998 und 2003 an den oben genannten Dauermessstellen als Sediment- bzw. Schwebstoffproben (s. Tabelle 4.1-2).
- Datenauszug BFG-T: Datenauszugs „BFG-Tributylzinn-Kataster“ (n = 87) ausschließlich mit Messwerten der zinnorganischen Verbindungen; Entnahme zwischen 1999 und 2002 an den sieben Dauermessstellen als Sediment- bzw. Schwebstoffproben (s. Tabelle 4.1-2).

Tabelle 4.1-2: Dauermessstellen im Untersuchungsgebiet

Messstelle	km	Abschnitt	Datenauszug	Probentyp	Beprobungsmodus
S1 (Neuwerk)	743	AUS	ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
S8 (Trischendam)	731		ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
S3 (Sahlenburg)	730		ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
S4 (Duhnen)	729		ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
Cuxhaven	725,2	CUX	ARGE-A	Absetzbecken	monatl. seit 1994
Cuxhaven	726		BFG-T/-SM/-O	Sediment	vierteljahr.
S9 (K.- Wilh.-Koog)	713		ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
S7 (Müggendf. Watt)	715		ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
Osteriff	704		BFG-T/-SM/-O	Sediment	vierteljahr.
Brunsbüttel	696,3	BRU	BFG-T/-SM/-O	Sediment	vierteljahr.
S11 (Brunsbüttel)	695		ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
S13 (Glückstadt NE)	676	GLU	ARGE-S	Sediment	jährlich seit 1994
Rhinplate	673,5		BFG-T/-SM/-O	Sediment	vierteljahr.
Grauerort	660,5		ARGE-A	Absetzbecken	monatl. seit 1994
Bützfleth	657,5		BFG-T/-SM/-O	Sediment	vierteljahr.
Juelssand	653,5		BFG-T/-SM/-O	Sediment	vierteljahr.
Wedel	642		WED	BFG-T/-SM/-O	Schwebstoff
2 Messtellen im Abschnitt	646 - 632	HPA-K		Sediment	jährlich
13 Messtellen im Abschnitt	633	HH	HPA-K	Sediment	jährlich
Seemannshöft	628,9		ARGE-A	Absetzbecken	monatl. seit 1994
Bunthaus	609,8	VML	ARGE-A	Absetzbecken	monatl. seit 1994
3 Messtellen im Abschnitt	610 - 588		HPA-K	Sediment	jährlich
Geesthacht	583		BFG-T/-SM/-O	Schwebstoff	vierteljahr.

Eine detaillierte Übersicht über die erfassten Parameter sowie eine Darstellung der Lage der Messstellen und Probenahmepunkte sind Unterlage H.2b zu entnehmen.

Die Datenauszüge wurden in ein einheitliches Format konvertiert und in einer gemeinsamen Datenbank zusammengeführt (= „Sedimentkataster“).

4.1.3 Bewertung der Datenbasis

Die Charakterisierung allgemeiner Sedimentkennwerte wird insbesondere unter Verwendung des Datenauszug IFB-A sowie des Sedimentkatasters der BAW [2005] durchgeführt. Für die Bewertung der aktuellen Sedimentbelastung wird auf verschiedene aktuelle Datensätze aus dem Zeitraum 2001 - 2005 zurückgegriffen. Ältere Daten werden zur Charakterisierung der Entwicklung der Sedimentbelastung seit 1994 herangezogen.

Die vorhandenen Daten sind zur Beschreibung und Bewertung der Sedimente im Ist-Zustand sowie für eine Maßnahmen-Prognose insgesamt von der Qualität als geeignet und vom Umfang als ausreichend anzusehen. Diese Aussage gilt auch in Bezug auf die Beurteilung der Veränderungen im Bereich der Verbringungsflächen, da die intensiven strömungsbedingten Sedimentumlagerungen innerhalb größerer Gebiete

zu ähnlichen spezifischen Belastungen¹ führen. Auch die Daten von 1994 stellen für die Nebenflüsse eine belastbare Datengrundlage dar.

4.2 Beschreibung Und Bewertung des Ist-Zustands

Die Beschreibung des Ist-Zustands bezieht sich auf den Zustand des UG zum Zeitpunkt des geplanten Baubeginns 2008. Jene Maßnahmen, die bis zum Zeitpunkt des geplanten Baubeginns realisiert sein werden und im Sinne eines planerischen Ist-Zustands (PIZ) in der UVU zu berücksichtigen sind (s. Kapitel 1.2.1.1.2), werden sich nicht auf das Schutzgut Wasser, Teilbereich Sedimente, auswirken.

4.2.1 Beschreibung der Sedimenteigenschaften

Die oberste Sedimentschicht an der Gewässersohle der Tideelbe besteht fast überall aus sogenannten rezenten fluviatilen Sedimenten. Dabei handelt es sich um Material, das vor kurzer Zeit abgelagert und/oder regelmäßig umgelagert wird. Den tieferen Untergrund der Gewässersohle bilden überwiegend alte Sedimente, die im späten Quartär (saalezeitlicher Geschiebemergel, weichselzeitliche fluviatile Kiese, Sande) und im Holozän (z. B. Klei) zur Ablagerung gekommen sind und durch natürliche Erosionsvorgänge oder auch Baggermaßnahmen freigelegt wurden (= „Untergrundsedimente“).

Die Sedimente des UG bestehen überwiegend aus Sanden, mit einem größeren Anteil der Feinsande gegenüber den Mittelsanden. Grobsande nehmen nur einen sehr geringen Anteil ein (< 1 %). In den Seitenräumen der Tideelbe treten höhere Anteile an feinkörnigen Sedimenten (Flach- und Tiefwasserzone sowie Watt) auf. In der Fahrrinne kommen hingegen fast nur sandige Sedimente vor (vorherrschend Mittelsande und Feinsande).

Das Längsprofil der Elbe lässt sich unterteilen in v. a. grobkörnige Sedimente oberhalb Hamburgs, in überwiegend feinkörnige Sedimente im Hamburger Hafen und in Sedimente unterhalb Hamburgs mit weiter Streuung, die zur Außenelbe hin abnimmt. Der Sedimentkörper kann nach dem Faktor 'Ablagerungsalter' in zwei Teile untergliedert werden:

4.2.1.1 Allgemeine Charakterisierung der Sedimente

Die nachfolgende Darstellung bezieht sich auf die jüngsten, oberflächennah an der Gewässersohle anstehenden Sedimente (Beprobungstiefe bis etwa 3 dm).

Für die Einordnung von Sedimenten ist die Korngrößenverteilung die entscheidende Kenngröße, weil sie die meisten Sedimenteigenschaften direkt oder indirekt bestimmt. Anhand dieser Kenngröße werden die Sedimente in vier Hauptgruppen

- Schlicke,
- Sande,

¹ Korngrößenbereinigte, relative Belastung durch Umrechnung auf Gehalte in der Fraktion <20 µm.

- Sande mit Schlickschichten und
- Untergrundsedimente

unterteilt. Diese vier Hauptgruppen werden nach den in Tabelle 4.2-1 aufgeführten Kriterien in 11 Sedimenttypen untergliedert.

Tabelle 4.2-1: Gliederung der Sedimenttypen

GLIEDERUNG AUS MIEHLICH et al. (1997a)			ZUGEORDNETER TYP DES KATASTERS BAW [2005]
SCHLICKE		Sedimenttypen, in denen Schlicke überwiegen, Summe Ton und Schluff > 50 %	SCHLICKE
1	Typischer Schlick	homogen, Summe Ton und Schluff > 85 %	Typischer Schlick
2	Schlick, sandig	weitgehend homogen, mit Sandanteilen, Summe Ton und Schluff < 85 % und > 50 %	Sandiger Schlick
3	Schlick mit Sandbändern	Schlicke mit Sandschichten, Summe Ton und Schluff < 85 % und > 50 %	Sandiger Schlick
SANDE		weitgehend homogene Sedimente, in denen Sande überwiegen, Summe Ton und Schluff < 50 %	SANDE
4	Feinsand	weitgehend homogen, Summe Ton und Schluff < 5 %, Feinsandfraktion überwiegend	Feinsand
5	Mittel- und Grobsand	weitgehend homogen, Summe Ton und Schluff < 5 %, Mittel- und Grobsandfraktion überwiegend	Mittelsand Grobsand
6	Sand, schluffig oder Sand, schluffig-tonig	weitgehend homogen, Summe Ton und Schluff > 5 % und < 50 %	Mischsediment
7	Sand mit viel Muschelschill	Sande mit Muschelschill (Muschelschillschichten enthalten häufig etwas Schlick)	--
SANDE MIT SCHLICKSCHICHTEN		Schichtungen aus Sand und Schlick, in denen Sande überwiegen, Summe aus Ton und Schluff > 5 % und < 50 %	MISCHSEDIMENT
8	Feinsand mit Schlickschichten	Feinsandfraktion überwiegend, mit Schlickschichten	Feinsandiges Mischsediment
9	Mittel- und Grobsand mit Schlickschichten	Mittel- und Grobsandfraktion überwiegend, mit Schlickschichten	Mittelsandiges Mischsediment Grobsandiges Mischsediment
UNTERGRUNDSSEDIMENTE		Mergel: bindige Sedimente mit Steinen und Kalk Klei: feste, bindige Sedimente, z.T. mit Gefüge, sonst wie Schlick Torf: viel, nicht vollständig zersetzte organische Substanz	UNTERGRUNDSSEDIMENTE
10	Weitgehend homogen	ungeschichtet, (Mergel, Klei, Torf)	--
11	Geschichtet	Meist mit Sand oder Schlick überschichtet, (Klei)	--

Die Sedimente des UG bestehen überwiegend aus Sanden, mit einem größeren Anteil der Feinsande gegenüber den Mittelsanden. Grobsande nehmen nur einen sehr geringen Anteil ein (< 1 %).

Innerhalb der Tideelbe treten höhere Anteile an feinkörnigen Sedimenten in Seitenräumen (Flach- und Tiefwasserzone sowie Watt) auf als in der Fahrrinne. In der Fahrrinne kommen fast nur sandige Sedimente vor (vorherrschend Mittelsande und Feinsande).

Das Längsprofil der Elbe lässt sich unterteilen in v. a. grobkörnige Sedimente oberhalb Hamburgs, in überwiegend feinkörnige Sedimente im Hamburger Hafen und in Sedimente unterhalb Hamburgs mit weiter Streuung, die zur Außenelbe hin abnimmt.

Bezogen auf die unterschiedlichen Sedimenttypen lassen sich die Gewässerabschnitte folgendermaßen charakterisieren:

- Im Abschnitt Außenelbe treten überwiegend Sande auf (v. a. Feinsande und schluffige Feinsande, örtlich auch Mittelsande, vereinzelt Sande mit viel Muschel-

schill), schlickige Sedimente kommen nur in sandiger Form im unteren Tiefwasserbereich vor.

- Im Abschnitt Cuxhaven ist der Anteil von Sedimenttypen, die Schlicke enthalten, deutlich höher. Es handelt sich um sandige Schlicke und Sande mit Schlick geschichtet (Sedimenttypen 1 - 3, 8 und 9). Mit Schlick geschichtete Sedimenttypen treten v. a. südlich der Fahrrinne und dort insbesondere im Watt und Flachwasser auf. Unter den Sanden dominieren Feinsande in den Seitenräumen und Mittelsande in der Fahrrinne.
- Im Abschnitt Brunsbüttel ist der Anteil von schlickigen Sedimenten (43 %) höher als der von reinen Sanden (33 %). In der Fahrrinne (z. B. Nähe Osteriff) können schlickhaltige Sedimenttypen (Sedimenttyp 1 - 3, 8 und 9) auftreten. Auffällig ist der hohe Anteil reiner Schlick in den unteren Tiefwasserbereichen.
- Im Abschnitt „Glückstadt“ steigt der Anteil an schlickigen Sedimenten gegenüber dem Abschnitt „Brunsbüttel“ nicht weiter an (rd. 40 %). Die Fahrrinne ist aber praktisch frei von diesen feinkörnigen Sedimenten. Vor allem in den Bereichen der Nebenelben (Glückstädter Nebenelbe, Pagensander Nebenelbe, Schwarztonnenelbe, Schwarzsander Nebenelbe) treten häufig Schlicke auf. Innerhalb der Sande greift die Verschiebung von Feinsanden zu Mittelsanden.
- Im Abschnitt Wedel beträgt der Anteil reiner Sande aktuell nur noch knapp 20 % (zum Vergleich: 1994 waren es rund 60 %). Dafür haben die sandigen Schlicke stark zugenommen (Anteil 30 % in 2005). Die Verschiebungen zu feinkörnigeren Sedimenten zeigen sich auch in den Seitenräumen, in denen reine Sande selten sind und reine Schlicke sowohl im unteren Tiefwasserbereich wie auch den Watten einen erheblichen Flächenanteil einnehmen.
- Im Abschnitt Hamburg kommen überwiegend Schlicke (Sedimenttyp 1-2) und schluffige Sande vor, die Sande v. a. im Bereich der Hauptelben und die Schlicke überwiegend in Hafenbecken und anderen strömungsberuhigten Bereichen
- Im Abschnitt Vier- und Marschlande dominieren Sande (nur Mittelsande). Im Watt können auch mit Schlick geschichtete Sande und sandige Schlicke auftreten.
- In den Nebenflüssen wurden 1994 zumeist Schlicke angetroffen. Eine Ausnahme stellte die Illmenau dar, deren Bett vor allem Mittelsande aufwies.

Insgesamt ist die Verteilung der Gewässersedimente innerhalb des UG sehr ungleichmäßig. Dabei lassen sich deutliche Abhängigkeiten von der hydrographischen Situation feststellen.

4.2.1.2 Allgemeine chemische und physikalische Kennwerte

Der **Gehalt an organischer Substanz** ist nach der Korngrößenzusammensetzung die wichtigste Kenngröße zur Charakterisierung der Sedimenttypen. Bei den Gehalten an organischer Substanz treten im Abschnitt „Hamburg“ die höchsten Spannweiten auf, von dort erfolgt eine gleichmäßige Einengung der Streuung bis zur „Außenelbe“ (Gehalte der Oberflächensedimente < 1 % TOC). Im Abschnitt „Vierlande“ sind die Ge-

halte ebenfalls niedriger als in „Hamburg“, da dort andere Sedimenttypen vorherrschen.

Das Verhältnis des TOC-Wertes zur Kornfraktion < 20 µm entlang der Unterelbe nimmt von Hamburg zur Elbemündung hin ab (Tabelle 4.2-2). Das schlickige Sediment weist damit bei gleicher Korngrößenverteilung Richtung Außenelbe immer geringere Anteile an organischer Substanz auf. Dabei wurde 1994 die höchste Abnahme vom Abschnitt „Hamburg“ zum Abschnitt „Wedel“ festgestellt. Die aktuellen Daten zeigen, dass der Bereich stärkster Abnahme sich stromauf verschoben hat und sich jetzt zwischen „Vierlande“ und „Hamburg“ befindet.

Tabelle 4.2-2: Verhältnis der Gehalte an organischer Substanz zum Anteil der Kornfraktion < 20 µm

Abschnitt	1994 ¹		2005 (IfB)		2005 (BAW)	
	Probenzahl	TOC/FK	Probenzahl	TOC/FK	Probenzahl	GLV/FK
Außenelbe - Brunsbüttel	12	0,05	20	0,057	80	0,177
Glückstadt	22	0,06	7	0,070	33	0,238
Wedel	22	0,10	7	0,077	30	0,278
Hamburg	25	0,16	7	0,082	-	-
Vierlande	3	0,19	6	0,148	-	-
Nebenflüsse	10	0,12		-	-	-

¹ nur an Proben mit > 1 % TOC bestimmt

Beim **Kalkgehalt** unterscheiden sich vor allem die Abschnitte „Hamburg“ und „Vierlande“ von den übrigen Abschnitten. Die Sedimente oberhalb Hamburgs enthalten nur Spuren von Kalk. In den Abschnitten „Wedel“ bis „Cuxhaven“ werden vergleichbare Kalkgehalte festgestellt. Im Abschnitt „Außenelbe“ sind die Kalkgehalte am niedrigsten, da hier fast nur Sande vorkommen. Sande enthalten im gesamten UG deutlich weniger Kalk als Schlicke.

Die **pH-Werte** von Sedimenten unterscheiden sich nur geringfügig. Sie liegen zum überwiegenden Teil zwischen pH 6,8 und 8,6 und damit innerhalb des pH-Bereiches des Elbwassers (pH 6,6 - 8,9). Entlang der Elbe nehmen die pH-Werte im Porenwasser der Sedimente von der „Außenelbe“ nach „Hamburg“ hin etwas ab, was auch dem Trend der pH-Werte im Elbwasser entspricht. Die niedrigsten pH-Werte weisen die „Schlicke“ im Hamburger Hafen auf.

Die **Pufferkapazität** der Sedimente nimmt von der Außenelbe nach Hamburg hin zu. Dies ist v. a. darauf zurückzuführen, dass in dieser Richtung der Anteil der feinkörnigeren Sedimenttypen, die auch mehr Kalk enthalten, zunimmt. Schlicke weisen meist höhere Kalkgehalte auf, sie besitzen damit auch eine höhere Pufferkapazität.

Die **Redoxspannung** bestimmt mit dem pH-Wert die aktuelle Verfügbarkeit von Schwermetallen. Die Redoxspannung ist in Schlickten (Standardspannung im Mittel – 35 bis +15 mV) in Folge des höheren Gehaltes an organischer Substanz deutlich niedriger als bei reinen Sanden (+315 - +415 mV).

Bezüglich der potentiellen **Sauerstoffzehrung** der einzelnen Sedimenttypen ist der Sauerstoffverbrauch der feinkörnigen „Schlicke“ allgemein am höchsten. Reine „Sande“ zeigen dagegen nur einen sehr geringen Sauerstoffverbrauch, wobei kaum Unterschiede zwischen „Fein-“ und „Mittelsanden“ bestehen. Der Sauerstoffverbrauch bei den „Sanden, schluffig“ und den „Sanden mit Schlickschichten“ liegt nur geringfügig höher.

Nährstoffgehalte

Schwefel

Innerhalb der Tideelbe treten hohe Gesamtschwefelgehalte in den Sedimenten des Abschnitts „Hamburg“ auf mit den hier höchsten Anteilen an organischer Substanz (Tabelle 4.2-3). Aufgrund der Korrelation von Gehalten organischer Substanz mit den Feinkorngehalten sind die „Schlicke“ im Mittel besonders schwefelhaltig und die „Sande“ schwefelarm, Mischsedimente vermitteln dazwischen.

Tabelle 4.2-3: Schwefelgesamtgehalte und C/S-Verhältnisse der Untersuchungsabschnitte (jeweils nur oberste Sedimentschicht, Proben 1994)

Abschnitt	Schwefelgehalt (g/kg TM)			C/S-Verhältnis	
	Probenzahl	Minimum	Maximum	Median	
AUS	18	< 0,01	1,37	< 0,01	3,9
CUX	20	< 0,01	4,10	0,57	4,6
BRU	19	< 0,01	12,20	1,25	6,3
GLU	32	< 0,01	4,80	1,30	7,4
WED	20	< 0,01	7,57	1,75	8,8
HH	22	< 0,01	12,50	5,00	10,6
VML	11	< 0,01	5,30	0,04	15,8
Nebenflüsse	16	0,39	4,36	2,63	10,8
Alle Proben	158	< 0,01	12,50	0,98	7,7

Im Längsverlauf der Tideelbe steigt der auf die organische Substanz bezogene Schwefelgehalt (C/S-Verhältnis) an, so dass im Abschnitt der Tideelbe das C/S-Verhältnis auf ein Viertel gegenüber dem Abschnitt „Vierlande“ verengt ist. Dieser relative Anstieg ist durch die fortschreitende Mineralisation der organischen Substanz sowie durch den steigenden Einfluss mariner und damit auch sulfatreicher Wässer zu erklären.

Stickstoff

Die Sedimente spielen bei diesem Nährstoff eine mäßig bedeutsame Rolle für die Stoffbilanz. Der Gesamtstickstoffgehalt der Sedimente ist direkt proportional zu dem Gehalt an organischer Substanz, da N zum dominierenden Anteil in organischer Bindung vorliegt. Das C/N-Verhältnis der Sedimente, d.h. der Quotient aus dem TOC-Gehalt und dem Gesamt-N-Gehalt, liegt im Untersuchungsgebiet zwischen 7 und 13 (Tabelle 4.2-4) und steigt von der Außenelbe stromaufwärts an.

Tabelle 4.2-4: C/N-Verhältnisse der Untersuchungsabschnitte (jeweils nur oberste Sedimentschicht, Daten 2005)

Abschnitt	Probenzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert
AUS	6	4,5	11,0	7,4
CUX	6	8,0	10,2	9,2
BRU	8	9,3	11,8	10,5
GLU	7	9,0	13,5	11,3
WED	7	6,0	15,4	11,2
HH	7	9,3	21,0	11,9
VML	8	9,5	17,0	13,4
Alle Proben	49	4,5	21,0	10,8

Phosphor

Der Gehalt an Gesamtphosphor schwankt in den Sedimenten zwischen 0,16 und 5,76 g/kg TM und liegt damit häufig weit oberhalb der mittleren Gehalte der Erdkruste (0,5 g/kg TM; Scheffer/Schachtschabel 2002). Die regionale Verteilung auf die Gewässerabschnitte weist den Hamburger Bereich als am stärksten mit Phosphor angereichert aus (Tabelle 4.2-5). Bereits im Abschnitt „Wedel“ ist der mittlere P-Gehalt auf rund 20 % der Hamburger Werte zurückgegangen, zum Abschnitt „Glückstadt“ findet wieder ein leichter Anstieg statt. In der Außenelbe sind der Schwankungsbereich und der Mittelwert der P-Gehalte weit nach unten verschoben.

Die Verhältnisse zeigen, dass Phosphor nicht ausschließlich in die organische Substanz eingebunden sondern an Eisenoxiden angelagert sein kann, die wiederum alle Partikel als Überzüge umgeben. Daher steigen die relativen P-Gehalte auch in TOC-armen Sanden an, da in diesen Fällen Eisenoxide an den Mineralpartikeln haften.

Tabelle 4.2-5: Phosphorgesamtgehalte und C/P-Verhältnisse der Untersuchungsabschnitte (oberste Sedimentschicht, Daten 1994)

Abschnitt	Phosphorgehalt (g/kg TM)					C/P-Verhältnis
	Daten 1994				Daten 2005	Daten 1994
	Probenzahl	Minimum	Maximum	Median	Median	Median
AUS	18	0,16	0,28	0,19	0,32	9,3
CUX	20	0,19	0,74	0,31	0,47	10,4
BRU	19	0,22	1,11	0,55	0,56	15,2
GLU	32	0,28	1,41	0,75	0,73	16,1
WED	20	0,20	1,70	0,52	0,37	15,4
HH	22	0,33	4,89	2,77	0,98	18,7
VML	11	0,22	5,76	0,43	0,79	9,6
Nebenflüsse	16	0,43	2,20	1,13	-	18,5
Alle Proben	158	0,16	5,76	0,55	0,53	15,9

4.2.1.3 Belastung mit Spurenmetallen

Datenauswahl

Die Konzentration der Spurenmetalle Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Nickel, Blei und Zink im Sediment bezieht sich auf die Feinkornfraktion < 20 µm be-

trachtet, um den Einfluss der starken strömungsabhängigen Korngrößenunterschiede in einem Gewässer zu eliminieren.

Für die Analyse des aktuellen Belastungszustands wurden Analysendaten von 417 Sedimentproben aus den Jahren von 2001 - 2005 herangezogen.

Zur Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands der Schadstoffbelastung wurden die Daten in die Gruppe „F“ (Proben der festliegenden Sedimente; n = 133) und die Gruppe „U“ (Proben aus Bereichen hoher Umlagerungsintensität; n = 284) aufgeteilt.

Die Analyse der zeitlichen Veränderung der Sedimentbelastung erfolgte auf der Basis dreier unterschiedlicher Datensätze:

- Vergleich der Daten von 1994 und der Wiederholungsmessung 2005 an den gleichen Messstellen wie 1994
- Analyse der zeitlichen Veränderung der Daten an den 37 Dauermessstellen in allen sieben Untersuchungsabschnitten (Tabelle 4.1-2)
- Vergleich der Daten in frischen Sedimenten in 4 Absetzbecken entlang der Tideelbe (Bunthaus, Seemannshöft, Grauer Ort, Cuxhaven) von 1994 bis 2004.

Verteilung der Belastungen

Im Längsschnitt der Tideelbe wird stromabwärts allgemein ein abnehmender Schadstoffgehalt in den Sedimenten beobachtet. Dies ist auf die Mischung der im Gewässer wenig belasteten marinen Sedimente mit stark belasteten limnischen Sedimentanteilen zurückzuführen. Selbst im Abschnitt Hamburg beträgt der marine Anteil noch etwa 50 % und erreicht im Abschnitt Wedel bereits bei etwa 80 %. Entsprechend sind die Sedimente in den Abschnitten Außenelbe, Cuxhaven und Brunsbüttel allgemein nur gering, im Abschnitt Hamburg und Vier- und Marschlande dagegen sehr hoch belastet.

Zink

Wie Tabelle 4.2-6 und Abbildung 4.2-1 zu entnehmen ist, nimmt die Zink-Konzentration mit zunehmendem Stromkilometer ab. Die höchsten Werte finden sich im Abschnitt Vierlande. Im Hamburger Bereich liegen die Werte bei den frischen Sedimenten bereits deutlich niedriger. In den stromab gelegenen Elbabschnitten erfolgt eine zunehmende Annäherung an die marine Grundbelastung von rund 220 mg/kg. Die Sedimente in den Seitenräumen des Ästuars weisen in jedem Abschnitt eine höhere Belastung auf als die frisch umgelagerten Sedimente der Fahrrinne und der Haupt-Sedimentationsbereiche. Dies trifft auch auf den äußersten Elbabschnitt zu. Hier liegt der Medianwert der aktuellen Untersuchungen (2001 - 2005) mit 360 mg/kg immer noch um den Faktor 3,8 oberhalb der geogenen Grundbelastung von 95 mg/kg (Gröngröft et al. 1998).

Die Medianwerte aus Tabelle 4.2-6 deuten insgesamt auf eine Gehaltszunahme bei Zink in der Tideelbe von rund 10 % der Werte von 1994 hin, in Folge der unterschiedlichen Verteilung der Proben über den Längsschnitt der Tideelbe lässt sich daraus aber keine gesicherte Zunahme für das Gesamtgebiet ableiten.

Tabelle 4.2-6 Zinkgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Probenzahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹
AUS	U	0	-	-	-	-	257	2,7
	F	18	155	1610	357	3,8		
CUX	U	50	140	370	215	2,3	308	3,2
	F	13	141	676	351	3,7		
BRU	U	8	271	423	354	3,7	373	3,9
	F	14	133	666	389	4,1		
GLU	U	48	240	774	350	3,7	509	5,4
	F	28	108	1090	514	5,4		
WED	U	2	420	610	515	5,4	608	6,4
	F	14	165	1700	620	6,5		
HH	U	89	270	2190	730	7,7	1130	11,9
	F	1	1520	1520	1520	16,0		
VML	U	50	520	1600	1010	10,6	2161	22,7
	F	14	1000	3580	1760	18,5		
Alle Proben		349	108	3580	528	5,6	465	4,9

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Zink auf 95 mg/kg gesetzt)

U aktuell umgelagert F festliegend

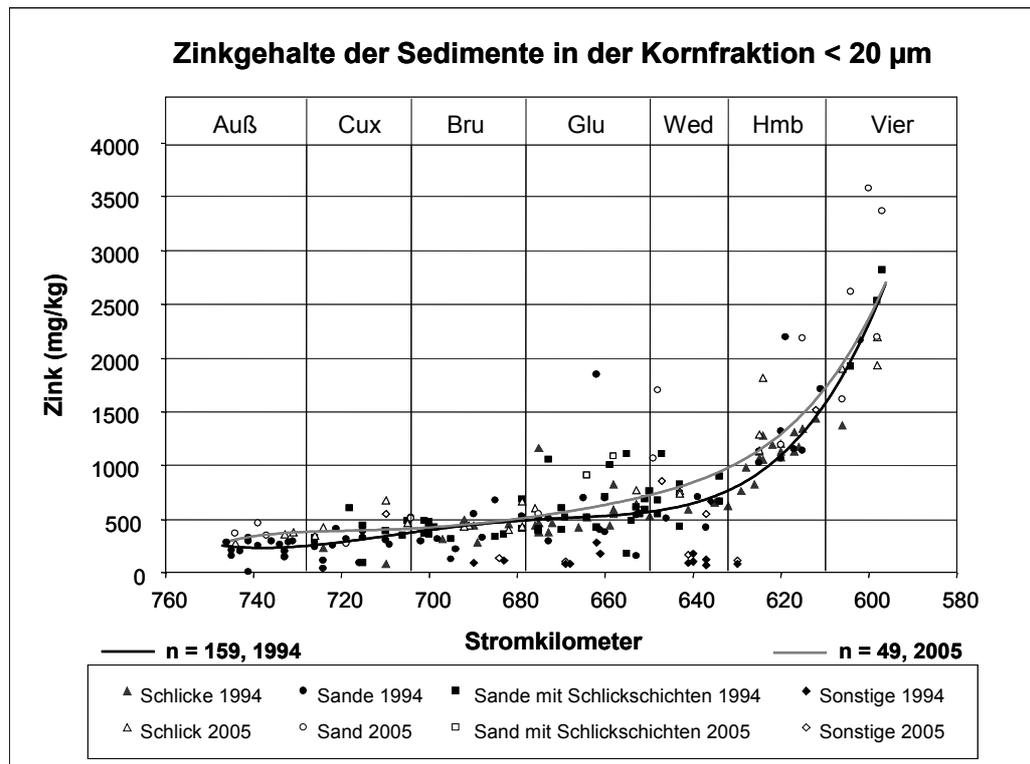


Abbildung 4.2-1: Zink in der Fraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

Cadmium

Die höchsten Cadmiumgehalte sind im Abschnitt Vierlande zu verzeichnen (s. Tabelle 4.2-7). Auch im Abschnitt Hamburg liegen die Cadmiumgehalte noch sehr hoch, nehmen dann bis zu Außenelbe kontinuierlich ab und nähern sich einem Wert von etwa 1 mg/kg an. Die für Zink in allen Abschnitten festgestellten höheren Sedimentbelastungen in den Seitenräumen werden für Cadmium nicht festgestellt. Die Medianwerte weisen in den Abschnitten Wedel bis Cuxhaven sogar höhere Werte in den frisch umgelagerten Sedimenten im Vergleich zu den fester liegenden Sedimenten auf (Unterschiede statistisch nicht abgesichert). Im Vergleich zu Zink ist das Anreicherungs-niveau für Cadmium wesentlich höher. In dem durch den Oberstrom geprägten Bereich beträgt die Anreicherung immer noch im Durchschnitt rund 30, im Bereich der Außenelbe 3 - 4.

Die Cadmiumgehalte im Tidebereich weisen über das Längsprofil einen ähnlichen Verlauf wie die Zinkgehalte auf (vgl. Abbildung 4.2-2).

Wie bei Zink ergeben die Analysen der zeitlichen Veränderung seit 1994 insbesondere Abnahmen junger Sedimente im Abschnitt Vierlande und Hamburg. In den unterhalb Hamburgs liegenden Abschnitte schwanken die Belastungen, ohne dass eindeutige Trends abgeleitet werden können. Ungeachtet der abnehmenden Belastung frischer Sedimente aus dem Oberstrom ist die Cadmiumkonzentration im Sediment der Tideelbe damit weiterhin unverändert hoch.

Tabelle 4.2-7 Cadmiumgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Proben-zahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reiche-rung ¹	Median (mg/kg)	An-reiche-rung ¹
AUS	U	0					0,9	3,6
	F	18	0,5	2,1	0,8	3,2		
CUX	U	50	0,5	2,2	1,2	4,8	1,1	4,4
	F	13	0,7	2,9	1,0	4,0		
BRU	U	8	0,8	1,5	1,2	4,8	1,3	5,2
	F	14	0,1	2,2	1,0	4,0		
GLU	U	48	1,1	4,9	2,6	10,2	1,9	7,6
	F	26	0,2	6,4	2,0	8,0		
WED	U	2	2,6	3,7	3,2	12,6	2,2	8,8
	F	14	0,4	4,7	2,5	10,0		
HH	U	89	1,3	8,4	4,1	16,4	7,0	28,0
	F	1	8,1	8,1	8,1	32,4		
VML	U	50	3,4	12,0	7,4	29,4	13,4	53,6
	F	14	7,0	16,0	8,9	35,6		
Alle Proben		347	0,1	16,0	2,7	10,8	1,9	7,6

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Cadmium auf 0,25 mg/kg gesetzt)

U aktuell umgelagert

F festliegend

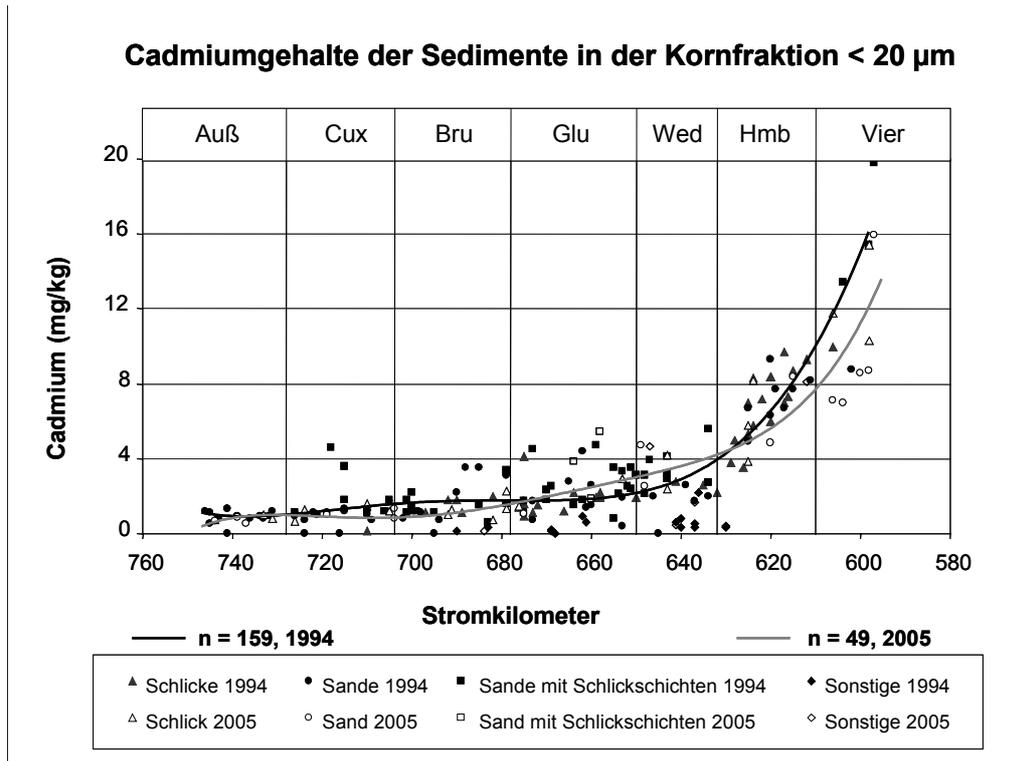


Abbildung 4.2-2: Cadmium in der Fraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

Quecksilber

Die Quecksilberkonzentration ist durch die bereits für Zink dargestellten Verteilungsprozesse geprägt. Außerdem ist aber eine deutliche Abnahme im Verlauf des letzten Jahrzehnts festzustellen. Aktuell betragen die mittleren Konzentrationen im Abschnitt Vierlande 3,0 mg/kg (s. Tabelle 4.2-8).

Im Längsverlauf nehmen die Gehalte rasch auf rund 1,7 mg/kg im Bereich Wedel bis 0,7 mg/kg im Bereich der Außenelbe ab (s. Abbildung 4.2-3). Die Anreicherungsfaktoren betragen 10 oberhalb von Hamburg und gehen auf 2 im äußersten Abschnitt zurück.

Im Zeitraum von 1994 bis 2004 ist in den Elbabschnitten mit höherer Belastung (zwischen Wedel und Vierlande) eine Abnahme der Quecksilberkonzentrationen festzustellen. In den stromabwärts gelegenen Bereichen treten zwar bei den frischen Sedimenten teilweise Abnahmen der Belastungen auf, eine gesicherte langfristige Gehaltsabnahme lässt sich daraus nicht ableiten.

Tabelle 4.2-8 Quecksilbergehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Proben- zahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reiche- rung ¹	Median (mg/kg)	An-reiche- rung ¹
AUS	U	0					0,6	2,0
	F	18	0,38	4,30	0,67	2,2		
CUX	U	50	0,37	0,83	0,56	1,9	0,9	3,0
	F	13	0,45	1,90	1,03	3,4		
BRU	U	8	0,98	1,50	1,20	4,0	1,7	5,7
	F	14	0,04	1,53	1,00	3,3		
GLU	U	48	0,59	1,66	0,98	3,3	1,9	6,3
	F	28	0,04	5,70	1,65	5,5		
WED	U	2	1,30	2,10	1,70	5,7	2,3	7,7
	F	14	0,11	2,80	1,75	5,8		
HH	U	89	0,70	6,82	2,04	6,8	4,0	13,3
	F	1	3,12	3,12	3,12	10,4		
VML	U	50	0,91	8,50	2,55	8,5	15,0	50,0
	F	14	2,20	10,99	3,72	12,4		
Alle Proben		349	0,04	10,99	1,40	4,7	2,0	6,7

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Hg auf 0,3 mg/kg gesetzt, vgl. Miehlisch et al. [1997a])

U aktuell umgelagert F festliegend

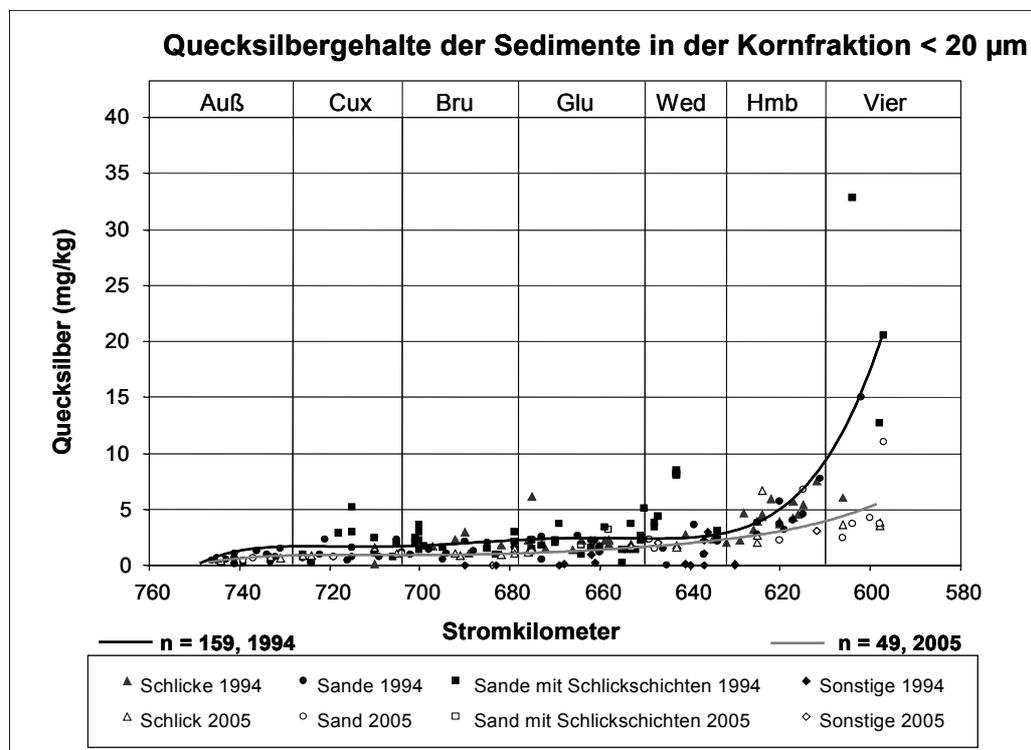


Abbildung 4.2-3: Quecksilber in der Fraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

Kupfer

Die grundsätzliche Verteilung der Kupfergehalte ähnelt derjenigen der bisher dargestellten Spurenmetalle. Die im Mittel höchsten Belastungen werden wieder in den Abschnitten Vierlande und Hamburg festgestellt. Abnahmen mit der Zumischung mariner Partikel sind in den unterhalb Hamburg gelegenen Abschnitten zu verzeichnen (s. Tabelle 4.2-9). Die in diesem Gebiet vereinzelt auftretenden untypisch erhöhten Werte sind vermutlich auf Unterschiede in der Analytik zurückzuführen.

Der Vergleich der aktuellen Daten mit denen aus dem Jahr 1994 zeigt in den Elbabschnitten Vierlande bis Wedel eine signifikante Abnahme der Kupferbelastung im Sediment.

Tabelle 4.2-9: Kupfergehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Probenzahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹
AUS	U	0					75	1,2
	F	18	33	348	99	4,0		
CUX	U	50	28	60	40	1,6	83	1,3
	F	13	34	241	56	2,3		
BRU	U	8	41	215	45	1,8	82	1,3
	F	13	35	61	46	1,8		
GLU	U	48	33	110	56	2,2	88	1,4
	F	27	44	305	59	2,4		
WED	U	2	57	87	72	2,9	110	1,7
	F	14	34	119	79	3,1		
HH	U	89	44	254	95	3,8	180	2,8
	F	1	182	182	182	7,3		
VML	U	50	57	270	106	4,2	311	4,8
	F	14	95	321	177	7,1		
Alle Proben		347	28	348	76	3,0	92	1,4

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Kupfer im Datensatz 2001-2005 auf 25 mg/kg, im Datensatz 1994 auf 65 mg/kg aufgrund abweichender Bestimmungsmethode gesetzt)

U aktuell umgelagert F festliegend

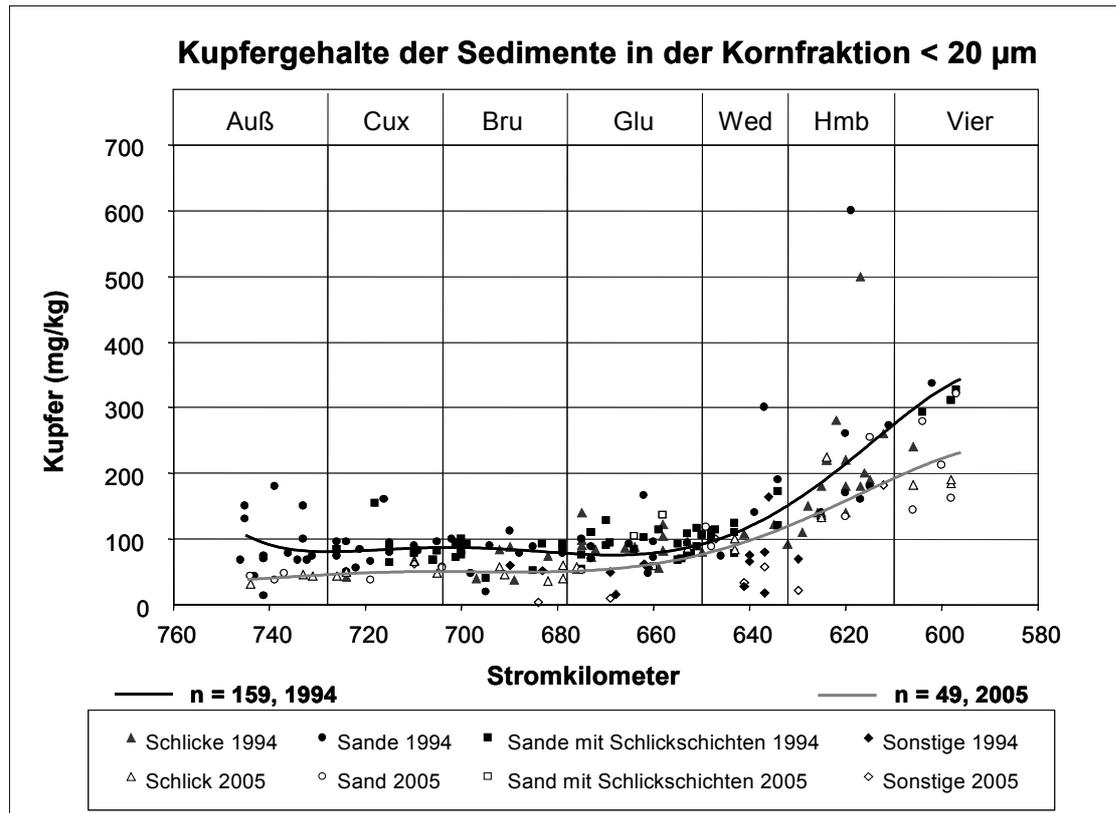


Abbildung 4.2-4: Kupfer in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

Blei

Die Bleigehalte nehmen - wie für die anderen Schwermetalle festgestellt - von dem Abschnitt Vierlande zur Außenelbe deutlich ab (s. Tabelle 4.2-10). Im Jahr 1994 wurden in einzelnen Proben in den Bereichen Glückstadt bis Vierlande noch besonders hohe Werte (> 250 mg/kg) festgestellt. Im Zeitraum 2001 - 2005 werden Werte in dieser Größenordnung nicht mehr analysiert. Sowohl in 1994 als auch in 2005 wurden einzelne Proben (mehrheitlich aus der Tiefwasserzone) entnommen, deren Bleigehalte unter oder nur knapp oberhalb der analytischen Nachweisgrenze lagen.

Tabelle 4.2-10: Bleigehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Proben- zahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reiche- rung ¹	Median (mg/kg)	An-reiche- rung ¹
AUS	U	0					91	2,6
	F	18	30	111	51	1,5		
CUX	U	50	51	97	71	2,0	81	2,3
	F	13	16	97	59	1,7		
BRU	U	8	60	90	82	2,3	99	2,8
	F	13	38	89	67	1,9		
GLU	U	48	57	129	80	2,3	109	3,1
	F	27	48	155	88	2,5		
WED	U	2	79	94	87	2,5	109	3,1
	F	13	20	108	85	2,4		
HH	U	89	35	175	91	2,6	130	3,7
	F	1	140	140	140	4,0		
VML	U	50	43	180	96	2,7	289	8,3
	F	14	77	244	138	3,9		
Alle Proben		346	16	244	81	2,3	107	3,1

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Blei auf 35 mg/kg gesetzt)

U aktuell umgelagert F festliegend

Der Vergleich zwischen frisch umgelagerten Sedimenten insbesondere der Fahrinne und den fester lagernden Sedimenten ergibt für den Abschnitt Vierlande entsprechend der zeitlichen Entwicklung deutlich verminderte Gehalte bei den jungen Sedimenten. Ein Unterschied lässt sich nur für den Abschnitt Cuxhaven sichern, allerdings mit höheren Belastungen bei den jungen Sedimenten.

Auch für Blei (wie beim Kupfer) sind aufgrund unterschiedlicher Messmethoden die Analysenwerte von 1994 nicht genau mit den Daten von 2001 - 2005 vergleichbar. Die im Mittel um 44 mg/kg gesunkene Bleibelastung ist vorwiegend auf die Analysendifferenzen zurückzuführen.

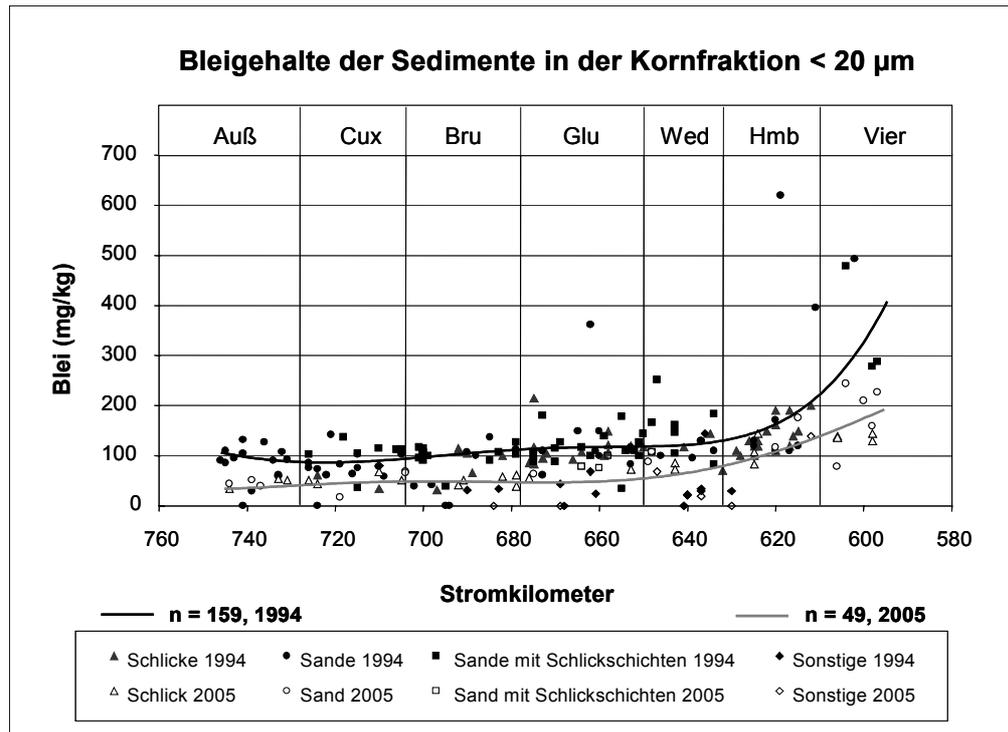


Abbildung 4.2-5: Blei in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

Chrom

Auch bei Chrom nimmt die Belastung in den Gewässersedimenten mit zunehmenden Stromkilometer ab. Die vergleichsweise geringen Anreicherungsfaktoren (s. Tabelle 4.2-11) deuten auf einen hohen natürlichen Hintergrundgehalt bzw. einen vergleichsweise geringe Verschmutzungsgrad hin.

Während in den Abschnitten Vierlande und Hamburg sich seit 1994 eine leichte Abnahme der Belastung abzuzeichnen scheint, sind die Werte in den übrigen Bereichen weitgehend konstant.

Tabelle 4.2-11: Chromgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Probenzahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹
AUS	U	0					105	1,0
	F	18	26	114	54	0,8		
CUX	U	50	64	404	86	1,2	119	1,1
	F	13	46	116	82	1,2		
BRU	U	8	57	126	82	1,2	129	1,2
	F	14	77	127	92	1,3		
GLU	U	48	55	102	73	1,0	131	1,2
	F	28	46	164	95	1,4		
WED	U	2	89	90	90	1,3	129	1,2
	F	14	72	135	100	1,4		
HH	U	89	55	194	85	1,2	100	1,4
	F	1	132	132	132	1,9		
VML	U	50	40	210	88	1,3	287	2,7
	F	14	83	260	122	1,7		
Alle Proben		349	26	404	85	1,2	123	1,2

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Chrom im Datensatz 2001-2005 auf 70 mg/kg, im Datensatz 1994 auf 105 mg/kg aufgrund abweichender Bestimmungsmethode gesetzt)

U aktuell umgelagert F festliegend

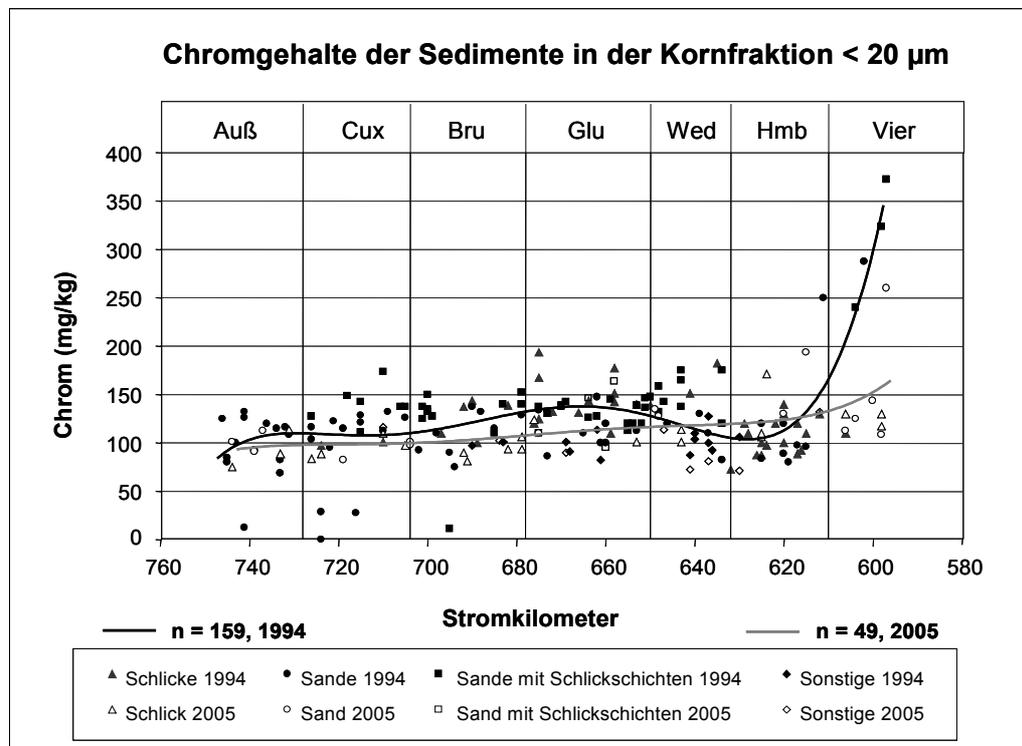


Abbildung 4.2-6: Chrom in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

Nickel

Die Nickelgehalte zeigen in beiden Untersuchungsjahren mit zunehmendem Stromkilometer - im Unterschied zu den bisher behandelten Elementen - einen schwachen linearen Anstieg. Die anthropogene Anreicherung der Sedimente mit Nickel ist gering (s. Tabelle 4.2-12).

Tabelle 4.2-12: Nickelgehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Probenzahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹
AUS	U	0					44	0,9
	F	18	15	69	29	0,6		
CUX	U	50	28	194	46	0,9	51	1,0
	F	13	28	61	49	1,0		
BRU	U	8	31	49	44	0,9	59	1,2
	F	14	38	65	53	1,1		
GLU	U	48	28	96	44	0,9	60	1,2
	F	28	28	112	55	1,1		
WED	U	2	43	43	43	0,9	63	1,3
	F	14	39	116	51	1,0		
HH	U	89	26	90	45	0,9	51	1,0
	F	1	75	75	75	1,5		
VML	U	50	20	74	43	0,9	102	2,0
	F	14	45	128	75	1,5		
Alle Proben		349	15	194	46		57	1,1

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Nickel auf 50 mg/kg gesetzt)

U aktuell umgelagert F festliegend

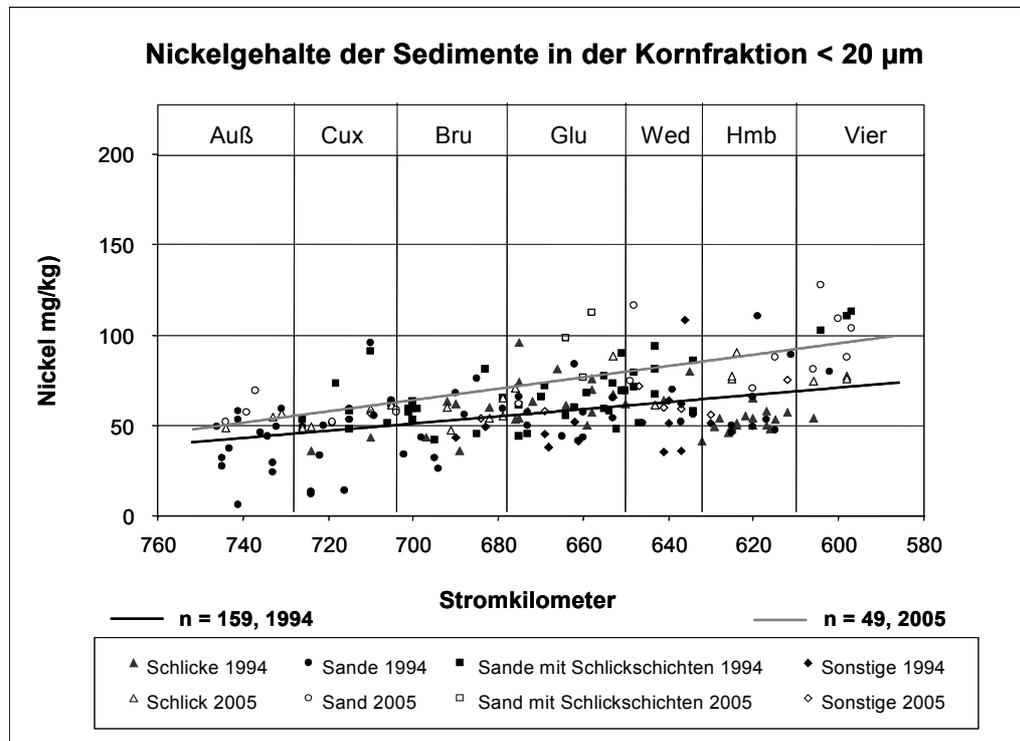


Abbildung 4.2-7: Nickel in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

Arsen

Ähnlich wie Nickel zeigt auch Arsen mit zunehmendem Stromkilometer in den Vergleichsjahren 1994 und 2005 - anstatt eines exponentiellen - einen eher linearen Abfall (s. Abbildung 4.2-8).

Im Jahr 1994 weisen die Arsengehalte eine weite Streuung mit z. T. sehr niedrigen Gehalten in den Abschnitten Außenelbe bis Wedel und Maximalwerten in den Bereichen Glückstadt, Wedel und Vierlande auf. Die Streuung der Werte ist 2005 wesentlich geringer. Insgesamt scheinen die Arsengehalte in den Sedimenten in den vergangenen 11 Jahren gleich geblieben zu sein.

Tabelle 4.2-13: Arsengehalte (Fraktion < 20 µm) und Anreicherungsfaktoren

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005					Daten 1994	
		Probenzahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹	Median (mg/kg)	An-reicherung ¹
AUS	U	0					24	1,2
	F	18	15	50	24	1,2		
CUX	U	50	22	33	27	1,3	28	1,4
	F	13	16	43	27	1,4		
BRU	U	8	23	39	32	1,6	28	1,4
	F	14	13	41	35	1,7		
GLU	U	47	25	37	29	1,4	37	1,8
	F	28	18	72	37	1,9		
WED	U	2	31	31	31	1,6	30	1,5
	F	14	25	78	38	1,9		
HH	U	89	20	76	35	1,7	(28)	(5,6)
	F	1	52	52	52	2,6		
VML	U	50	18	76	31	1,6	84	4,2
	F	14	34	93	34	2,7		
Alle Proben		348	13	93	31	1,6	31	1,6

¹ Anreicherung = Median / Hintergrundkonzentration (bei Arsen auf 20 mg/kg gesetzt). Daten 1994 im Abschnitt Hamburg durch abweichende Analytik nicht vergleichbar

U aktuell umgelagert F festliegend

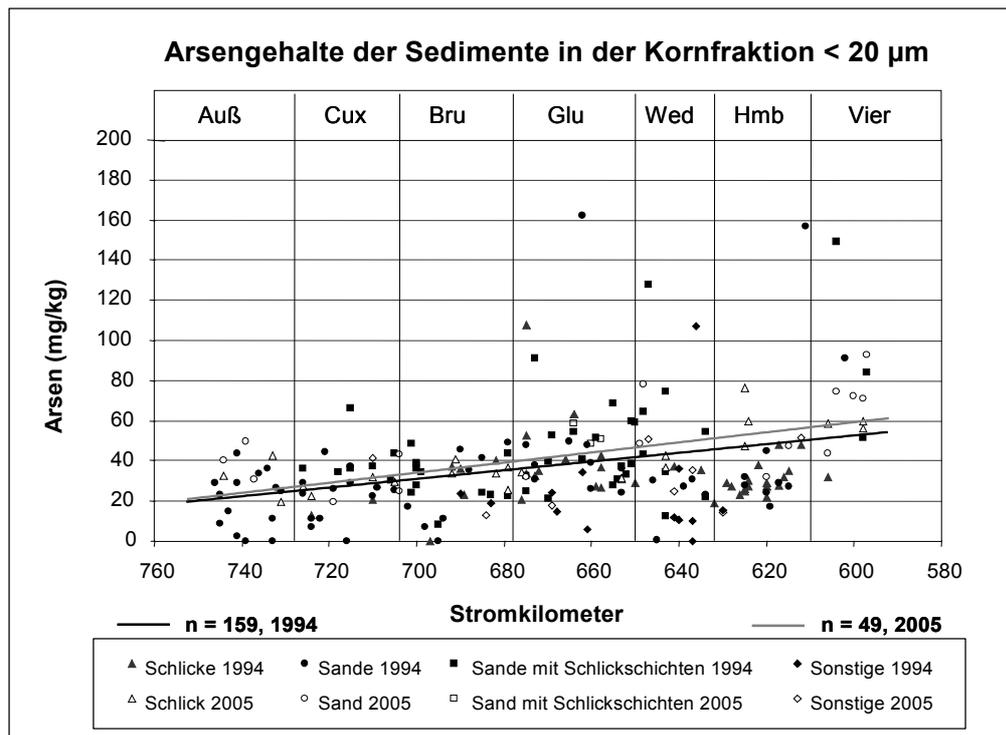


Abbildung 4.2-8: Arsen in der Kornfraktion < 20 µm im Tideelbe-Längsprofil

4.2.1.4 Belastung mit organischen Schadstoffen

Datenauswahl

Bei den organischen Schadstoffen erfolgt - wie bei den Spurenmetallen - eine Differenzierung der Proben in die Gruppen „F“ (‚festliegend‘) und „U“ (‚aktuell umgelagert‘), zur Feststellung der ggfs. höheren Belastungsniveaus in den alten, in den Seitenräumen der Tideelbe lagernden Sedimente.

Kohlenwasserstoffe

Die Proben des Abschnittes „Vierlande“ weisen mit 1.090 mg/kg in der Gruppe „U“ die stärkste Belastung mit Kohlenwasserstoffen auf (s. Tabelle 4.2-14). Auch im Abschnitt „Hamburg“ sind Hafensedimente mit KW relativ stark belastet. Im Abschnitt „Wedel“ ist die Kontamination mit KW etwas geringer.

Tabelle 4.2-14: Gehalte an Kohlenwasserstoffen (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (mg/kg)	Maximum (mg/kg)	Median (mg/kg)
AUS	U	0	-	-	-
	F	0	-	-	-
CUX	U	0	-	-	-
	F	4	58	345	244
BRU	U	3	30	476	296
	F	5	56	1450	190
GLU	U	2	53	411	232
	F	9	237	1110	568
WED	U	10	140	2640	424
	F	14	134	695	348
HH	U	50	34	1310	501
	F	13	90	687	487
VML	U	4	985	1740	1090
	F	11	151	863	597
Alle Proben		125	30	2640	475

U aktuell umgelagert

F festliegend

In den Abschnitten „Glückstadt“, „Brunsbüttel“ und „Cuxhaven“ nimmt die Belastung mit KW deutlich ab. Die stark belasteten Proben aus dem Abschnitt „Glückstadt“ stammen aus dem Bützflether Hafen. Für den Abschnitt „Außenelbe“ liegen keine aktuellen Analysen vor, die hier entnommenen Proben unterschreiten den Mindestfeinkornanteil von 10 %² und werden daher nicht bewertet. Die Messwerte in den 2005 analysierten Proben aus dem Abschnitt „Außenelbe“ liegen unterhalb der Nachweisgrenze und deuten auf eine sehr geringe Belastung des Abschnittes mit KW hin. Die Proben der Gruppe „F“ aus den Seitenräumen weisen keine höhere Belastung mit KW auf als die aktuell umgelagerten Sedimente (Gruppe U). Insgesamt ist hinsichtlich dieser Stoffgruppe anzumerken, dass grundsätzlich methodenbedingte analytische Unsicherheiten bestehen.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Der Belastungsschwerpunkt mit PCB liegt in den Abschnitten „Hamburg“ und „Vierlande“ (Tabelle 4.2-15), gefolgt von den Abschnitten „Wedel“ und „Glückstadt“. Im Abschnitt „Außenelbe“ war eine Summenbildung der PCB aufgrund fehlender Analysen von PCB-118 nicht möglich. Die Betrachtung der 6 verbleibenden PCB zeigt sehr geringe Gehalte im Bereich der Außenelbe.

² Die Analytik bezüglich der organischen Schadstoffe erfolgte in Gesamtprobe. Die Normierung der Analysenwerte auf die spezifische Belastung der Fraktion <20 µm führt nur für Proben mit einem Feinkornanteil >10 % zu sicheren Ergebnissen.

Tabelle 4.2-15: Gehalte an Polychlorierten Biphenylen (Summe 7 PCB) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	0	-	-	-
	F	0	-	-	-
CUX	U	1	14,4	14,4	14,4
	F	4	15,6	29,7	23,7
BRU	U	13	2,0	24,2	19,2
	F	12	10,8	36,7	20,0
GLU	U	13	2,7	54,7	21,0
	F	24	15,1	112	35,0
WED	U	15	13,8	55,9	38,8
	F	16	6,6	57,3	29,5
HH	U	85	6,7	255	55,5
	F	13	31,8	71,8	40,3
VML	U	52	21,7	310	75,6
	F	11	18,7	124	48,2
Alle Proben		259	2,0	310	42,4

U aktuell umgelagert

F festliegend

Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die 6 summierten PAK gemäß HABAK-Liste ergeben rund 50 % der Gehalte der 16 PAK, die nach BBodSchV addiert werden (Tabelle 4.2-16, Tabelle 4.2-17).

Während 1994 die höchsten PAK-Belastungen im Abschnitt „Hamburg“ festgestellt wurden, sind aktuell die Sedimente des Abschnittes „Vierlande“ am stärksten mit PAK belastet. Einzelproben weisen aber mehr als 5fach so hohe Werte auf. Auch im Abschnitt „Hamburg“ treten hoch belastete Einzelproben auf, wobei die Medianwerte rund 40 % unter denen des Abschnitts „Vierlande“ liegen.

Analog zu den anderen Schadstoffen nimmt stromab das Belastungsniveau weiter ab. Die relativ hohe Belastung der umgelagerten Sedimente im Abschnitt „Cuxhaven“ ist auf Proben aus dem Cuxhavener Hafen zurückzuführen.

Ähnlich wie bei den KW sind auch für die PAKs keine systematischen Unterschiede zwischen den aktuell umgelagerten Sedimenten (Gruppe „U“) und den in den Seitenräumen möglicherweise fest lagernden Sedimenten nachzuweisen.

Tabelle 4.2-16: Gehalte an Polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK, Summe 6 nach HABAK) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	310	1.080	600
CUX	U	13	110	4.500	1.030
	F	7	360	4.600	840
BRU	U	19	300	3.190	960
	F	12	410	3.490	1.420
GLU	U	37	1.030	6.170	2.270
	F	29	410	12.360	1.430
WED	U	15	290	8.360	1.830
	F	16	730	5.470	1.660
HH	U	84	180	15.500	2.560
	F	13	2.070	7.230	2.620
VML	U	52	1.540	19.700	4.420
	F	11	1.940	24.510	4.310
Alle Proben		312	110	24.510	2.360

U aktuell umgelagert

F festliegend

Tabelle 4.2-17: Gehalte an Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK, Summe 16 nach BBodSchV) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	620	1.730	1.200
CUX	U	9	220	8.960	2.070
	F	7	1.000	10.100	1.730
BRU	U	4	590	2.320	1.680
	F	4	3150	6.550	3.500
GLU	U	35	2.000	11.800	4.570
	F	9	1.130	6.250	3.620
WED	U	6	860	16.200	3.930
	F	10	2010	5.880	3.240
HH	U	85	530	30.500	5.020
	F	13	4.250	15.100	5.430
VML	U	52	3.190	41.300	8.370
	F	11	4.200	48.800	8.610
Alle Proben		249	220	48.800	5.300

U aktuell umgelagert

F festliegend

Pentachlorbenzol (PCB) und Hexachlorbenzol

Bei den PCB weisen die Abschnitte „Hamburg“ und „Vierlande“ weisen - wie bei anderen Schadstoffen - die höchsten Messwerte auf, gefolgt von den Abschnitten „Wedel“ und „Glückstadt“. Die Belastung mit PCB nimmt erst ab dem Abschnitt „Cuxhaven“ deutlich ab (s. Tabelle 4.2-18).

Für Hexachlorbenzol ergibt sich im Ist-Zustand eine ähnliche Belastungsverteilung wie für PCB. Die Abschnitte „Hamburg“ und „Vierlande“ sind wiederum deutlich am stärksten belastet. Die Belastung mit HCB fällt unterhalb des Abschnittes „Hamburg“ kontinuierlich ab (s. Tabelle 4.2-19).

Tabelle 4.2-18: Gehalte an Pentachlorbenzol (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	0,5	0,9	0,7
CUX	U	0	-	-	-
	F	7	0,8	1,4	1,0
BRU	U	17	0,2	3,8	1,7
	F	12	0,3	4,1	1,2
GLU	U	2	0,1	1,9	1,0
	F	28	0,9	7,2	3,0
WED	U	15	0,8	6,4	3,2
	F	16	0,2	6,8	1,6
HH	U	85	0,3	21,3	3,2
	F	13	1,1	6,5	2,5
VML	U	52	0,3	33,6	6,9
	F	11	0,9	9,0	3,2
Alle Proben		262	0,1	33,6	3,1

U aktuell umgelagert F festlegend

Tabelle 4.2-19: Gehalte an Hexachlorbenzol (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	0,5	3,2	0,7
CUX	U	10	1,5	14,0	3,3
	F	7	0,8	10,2	3,4
BRU	U	17	0,2	15,7	7,1
	F	12	3,0	15,0	5,6
GLU	U	38	0,1	66,7	14,5
	F	28	2,9	34,1	13,6
WED	U	15	9,8	59,5	19,3
	F	16	1,3	33,9	10,6
HH	U	85	1,5	210	29,6
	F	13	1,3	62,4	22,5
VML	U	52	28,9	686	130
	F	11	17,3	105	45,2
Alle Proben		308	0,2	686	21,5

U aktuell umgelagert

F festliegend

Hexachlorcyclohexan (HCH)

Die höchsten Messwerte von α -HCH treten in den Abschnitten „Vierlande“ und „Hamburg“ auf, wobei der Abschnitt „Vierlande“ deutlich höher belastet ist als der Abschnitt „Hamburg“. Stromabwärts von Hamburg nimmt die Belastung weiter ab. Ein Großteil der Messwerte aus den Abschnitten „Brunsbüttel“ und „Cuxhaven“ liegt unterhalb der analytischen Nachweisgrenze, vereinzelt wurde α -HCH aber auch dort in höheren Konzentrationen nachgewiesen. In Abschnitt „Außenelbe“ konnte α -HCH nicht nachgewiesen werden.

Lindan (γ -HCH) kommt typischerweise weniger stark angereichert in den Sedimenten vor als das α -HCH. Deutlich wird dies im Abschnitt „Vierlande“, in dem zwar der höchste Medianwert und der höchste Maximalwert auftreten, dessen Werte aber nur rund 1/3 der Gehaltes des α -HCHs betragen. Unterhalb Hamburgs findet im Längsverlauf der Tideelbe beim γ -HCH eine Gehaltsabnahme statt. Auffällig ist der wesentlich häufigere Lindan-Nachweis in den 2005 erhobenen Proben. Im Abschnitt „Cuxhaven“ wurden 2005 bei einzelnen Proben Belastungen festgestellt, die für den Hamburger Bereich typisch sind.

Tabelle 4.2-20: Gehalte an α -HCH (Fraktion < 20 μ m) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005			
		Probenzahl	Minimum (μ g/kg)	Maximum (μ g/kg)	Median (μ g/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	0,5	0,9	0,7
CUX	U	10	< 0,1	2,2	0,3
	F	7	0,1	0,8	0,2
BRU	U	17	< 0,1	1,6	0,5
	F	12	< 0,1	1,2	0,3
GLU	U	38	< 0,1	3,3	0,8
	F	28	< 0,1	6,4	1,0
WED	U	15	< 0,1	5,3	1,3
	F	16	< 0,1	4,0	1,4
HH	U	85	< 0,1	26,2	1,5
	F	13	0,2	6,7	1,5
VML	U	52	1,0	69,8	5,7
	F	11	0,9	17,2	3,0
Alle Proben		308	< 0,1	69,8	1,3

U aktuell umgelagert F festliegend

Tabelle 4.2-21: Gehalte an γ -HCH (Fraktion < 20 μ m) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 - 2005			
		Probenzahl	Minimum (μ g/kg)	Maximum (μ g/kg)	Median (μ g/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	0,5	0,9	0,7
CUX	U	10	0,1	1,4	0,3
	F	7	0,2	4,6	1,4
BRU	U	17	0,1	1,7	0,3
	F	12	0,1	3,9	0,5
GLU	U	38	0,1	5,3	0,4
	F	28	< 0,1	15,3	0,6
WED	U	15	0,2	5,5	0,9
	F	16	0,1	3,2	1,2
HH	U	85	0,1	8,1	0,8
	F	13	0,1	5,4	1,3
VML	U	52	0,3	22,3	1,4
	F	11	0,1	7,1	1,2
Alle Proben		308	< 0,1	22,3	0,8

U aktuell umgelagert F festliegend

DDT, DDD, DDE

Belastung mit Parametern aus der DDT-Gruppe konnten aktuell nur an einem Teil der Sedimente festgestellt werden. Die relativ höchsten Gehalte wurden für pp-DDD und die geringsten für pp-DDT festgestellt (s. Tabelle 4.2-22 bzw. Tabelle 4.2-23).

Gemessen an den Medianwerten sind die Abschnitte „Hamburg“ und „Vierlande“ wiederum am höchsten belastet. Auch bei der DDT-Gruppe ist der Abschnitt „Vierlande“ wesentlich stärker belastet als der Abschnitt „Hamburg“. Die Verbindungen sind auch in den Abschnitten „Wedel“ bis „Cuxhaven“ nachweisbar, wobei die Belastung der festliegenden Sedimente im Abschnitt „Cuxhaven“ mit pp-DDD mit dem Abschnitt Hamburg vergleichbar ist. Im Bereich der „Außenelbe“ konnten die Substanzen nicht festgestellt werden.

Tabelle 4.2-22: Gehalte an pp-DDT (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	0,5	0,9	0,7
CUX	U	10	0,3	4,7	0,9
	F	7	0,2	0,8	0,4
BRU	U	17	0,1	6,9	1,6
	F	12	< 0,1	5,0	1,0
GLU	U	38	0,1	15,7	0,5
	F	28	0,2	17,1	2,8
WED	U	15	0,8	17,4	2,8
	F	15	0,2	11,5	1,9
HH	U	85	0,8	366	13,9
	F	13	1,3	60,1	14,4
VML	U	52	10,3	1.080	66,1
	F	11	12,3	202	30,0
Alle Proben		307	< 0,1	1.080	7,1

U aktuell umgelagert

F festliegend

Tabelle 4.2-23: Gehalte an pp-DDD (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	0,5	4,2	0,7
CUX	U	10	0,4	14,7	2,7
	F	7	1,8	36,6	13,2
BRU	U	17	0,2	18,8	10,5
	F	12	< 0,1	36,2	13,3
GLU	U	38	0,1	66,2	11,9
	F	28	2,2	60,2	19,8
WED	U	15	0,9	41,5	9,2
	F	16	0,1	38,5	2,8
HH	U	85	0,1	169	15,8
	F	13	0,3	129	6,6
VML	U	52	1,0	302	58,3
	F	11	13,5	219	28,4
Alle Proben		308	< 0,1	302	15,0

U aktuell umgelagert

F festliegend

Tabelle 4.2-24: Gehalte an pp-DDE (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	0,5	0,9	0,7
CUX	U	10	0,1	5,9	0,4
	F	7	0,5	4,9	1,6
BRU	U	17	0,2	6,0	3,0
	F	12	< 0,1	7,9	2,9
GLU	U	38	0,1	17,8	4,5
	F	28	0,5	22,1	6,2
WED	U	15	0,9	28,1	6,5
	F	16	0,1	11,4	6,4
HH	U	85	0,1	96,3	11,1
	F	13	6,8	36,0	14,7
VML	U	52	7,8	97,9	20,5
	F	11	1,7	112	24,9
Alle Proben		308	< 0,1	112	8,6

U aktuell umgelagert

F festliegend

Tributylzinn

Die Verteilung des Tributylzinns (TBT) weicht deutlich von der Verteilung der übrigen organischen Schadstoffe ab (s. Tabelle 4.2-25). Bei TBT ist der Abschnitt „Hamburg“ wesentlich stärker belastet als der oberhalb liegende Abschnitt „Vierlande“. Auch weisen die in permanenter Umlagerung befindlichen Sedimente in dem hafennahen Bereich wesentlich höhere Konzentrationen auf als die festliegenden Sedimente. Hieraus ist ersichtlich, dass der Eintrag des TBT im Wesentlichen über den Schiffsverkehr des Hamburger Hafens erfolgt.

Die Konzentrationen nehmen stromab von Hamburg ab, weisen aber im Abschnitt „Wedel“ im Mittel immer noch Gehalte in der Größenordnung Hamburgs auf. Sie erreichen im Abschnitt „Brunsbüttel“ ein Niveau von nur noch rund ein Drittel der Hamburger Gehalte. Mit der starken Zumischung mariner Partikel nehmen die Belastungen in den Abschnitten „Cuxhaven“ und „Außenelbe“ bzgl. der festliegenden Sedimente (Gruppe „F“) auf niedrige Gehalte < 30 µg/kg ab. Für die umgelagerten Sedimente im Abschnitt „Cuxhaven“ (Gruppe „U“) ist im Datenkollektiv lediglich 1 Meßwert mit 70 µg/kg vorhanden. Nach gutachterlicher Einschätzung ist dieser Wert zu hoch und nicht repräsentativ für die durchschnittliche TBT-Belastung in den umgelagerten Sedimenten im UG-Abschnitt „Cuxhaven“. Das tatsächliche Belastungsniveau in diesem Bereich ist mit etwa 50 µg/kg anzusetzen.

Tabelle 4.2-25: Gehalte an Tributylzinn (TBT) (Fraktion < 20 µm) der Untersuchungsabschnitte in den Jahren 2001 - 2005

Abschnitt	Gruppe	Daten 2001 – 2005			
		Probenzahl	Minimum (µg/kg)	Maximum (µg/kg)	Median (µg/kg)
AUS	U	-	-	-	-
	F	4	7	27	17
CUX	U	(1)	(70)	(70)	(70)
	F	7	7	104	29
BRU	U	13	49	182	110
	F	9	26	108	51
GLU	U	37	< 1	377	95
	F	27	1	500	154
WED	U	15	66	745	274
	F	16	23	285	152
HH	U	85	17	11.700	245
	F	13	70	1.480	240
VML	U	4	81	435	138
	F	9	10	46	32
Alle Proben		238	< 1	11.700	153

U aktuell umgelagert

F festliegend

4.2.2 Bewertung der Sedimente

4.2.2.1 Bewertungsverfahren

Die Bewertung der Sedimentqualität folgt der Festlegung von Wertstufen gemäß Umweltrisikoeinschätzung (URE) (BfG 2001, Ackermann et al. 2003). Dabei werden die Gehalte an ausgewählten organischen und anorganischen Schadstoffen in der Fraktion < 20 µm ("spezifische Belastung") zugrundegelegt. Bei der Festlegung der Wertstufengrenzen werden die natürliche Hintergrundkonzentration (geogener Gehalt), die Zielvorgabe nach LAWA (LAWA 1997, 1998) und Richtwert nach HABAK berücksichtigt. Die Festlegung der einzelnen Wertstufengrenzen ist in Tabelle 4-33 von Unterlage H.2b dargestellt.

Als maßgeblich für die Einstufung der Sedimente eines Gewässerbereichs wird der Medianwert der Konzentration des jeweiligen Schadstoffes betrachtet. Die Einstufung des Sediments erfolgt zunächst für jeden Parameter getrennt. Dabei wird eine Wirkung der Stoffe unterstellt, die sich aus der Konzentration der jeweiligen Einzelsubstanzen ergibt. Die Gesamteinstufung ergibt sich aus der jeweils schlechtesten Einstufung für einen Schadstoff.

Die nachfolgende Bewertung der anorganischen und organischen Schadstoffe fasst die Ergebnisse der umfangreichen und ausführlichen Bewertung in Unterlage H.2b zusammen. In den Tabellen 4-34 bis 4-47 der Unterlage H.2b werden die Sedimente anhand ihrer anorganischen Schadstoffgehalte getrennt für jeden Abschnitt und die Gruppen „umgelagerte Sedimente“ und „festliegende Sedimente“ eingestuft.

4.2.2.2 Anorganische Schadstoffe

Die Abschnitte der Tideelbe sind in Bezug auf die Belastung mit anorganischen Schadstoffgehalten folgendermaßen zu bewerten:

- Den Abschnitten „Außenelbe“, „Cuxhaven“ und „Brunsbüttel“ wird eine mittlere Belastung (Wertstufe 3) zugeordnet.
- Die insgesamt etwas höher belasteten Abschnitte „Glückstadt“ und „Wedel“ werden aufgrund der höheren Zink-, Cadmium- und Quecksilbergehalte in die Wertstufe 2 eingeordnet.
- Die am höchsten belasteten Abschnitte „Hamburg“ und „Vierlande“ werden in die Wertstufe 1 eingestuft. Beim Abschnitt „Hamburg“ erfolgt die Einstufung aufgrund der hohen Gehalte an Zink und Cadmium, im Abschnitt „Vierlande“ aufgrund der hohen Gehalten an Zink, Cadmium und Quecksilber.

Für das Gesamtgebiet sind hinsichtlich der anorganischen Schadstoffe die Parameter Arsen (nur äußere Abschnitte), Cadmium, Quecksilber und Zink maßgeblich für die Bewertung der Sedimente. Die übrigen Schwermetalle sind in keinem Gebiet für die Einstufung relevant.

4.2.2.3 Organische Schadstoffe

In Bezug auf die Belastung mit organischen Schadstoffgehalten sind die Abschnitte der Tideelbe folgendermaßen zu bewerten:

- Der Abschnitt „Außenelbe“ wird in die Wertstufe 4 eingestuft. Die Sedimente des Abschnitts Außenelbe sind damit erwartungsgemäß am geringsten belastet. Die Gesamtbewertung für Abschnitt Außenelbe kann nur für liegende Sedimente erfolgen. Proben für bewegte Sedimente liegen nicht vor.
- Die liegenden Sedimente in Abschnitt Cuxhaven werden aufgrund der γ -HCH- und p,p'-DDD-Gehalte als hoch belastet (Wertstufe 2) eingestuft. Die umgelagerten Sedimente weisen eine mittlere Belastung (Wertstufe 3) auf. Die Einstufung erfolgt aufgrund der Belastung mit PAK, HCB, γ -HCH, PCB 52).
- Liegende und bewegte Sedimente des Abschnitts Brunsbüttel sind als hoch belastet zu bewerten (Wertstufe 2). Die Einstufung erfolgt bei den liegenden Sedimente wegen der p-p-DDD-Gehalte, bei den bewegten Sedimenten wegen der TBT-, HCB-, p-p-DDE- und p-p-DDD-Gehalte.
- Den festliegenden und den umgelagerten Sedimente im Abschnitt „Glückstadt“ ist ebenfalls die Wertstufe 2 zuzuordnen. Die Einstufung erfolgt bei den liegenden Sedimenten wegen der TBT-, HCB-, Penta-CB-, p-p-DDT- und p-p-DDE-Gehalte, bei den bewegten Sedimenten wegen der HCB-, p-p-DDE-, p-p-DDD- und TBT-Gehalte.
- Der Abschnitt „Wedel“ wird bereits als sehr hoch belastet (Wertstufe 1) eingestuft. Maßgeblich für diese Einstufung ist die hohe Belastung der umgelagerten Sedimente mit TBT. Für die in den Seitenräumen lagernden Sedimente wird die Wertstufe 2 ermittelt.

- Die Einstufung in die Wertstufe 1 erfolgt im Abschnitt „Hamburg“ aufgrund der hohen Gehalte an HCB, TBT und den Parametern der DDT-Gruppe.
- Die Einstufung in die Wertstufe 1 erfolgt im Abschnitt Vierlande aufgrund der hohen Gehalte an HCB, α -HCH und an den Pestiziden der DDT-Gruppe.

4.2.2.4 Zusammenfassende Bewertung des Faktors „Schadstoffbelastung“

Tabelle 4.2-26 zeigt zusammenfassend abschnittsweise die Wertstufen für die Spurenelemente und organischen Spurenstoffe. Beide Bewertungsverfahren beruhen auf spezifischen Belastungen in der Feinkornfraktion.

Der Gesamtwert für den Faktor „Schadstoffbelastung“, der sich aus der jeweiligen geringwertigsten Einstufung ergibt, wurde im Abschnitt „Außenelbe“ durch die Spurenelementbelastung gebildet, in den Abschnitte „Cuxhaven“ und „Brunsbüttel“ durch die organischen und in den Abschnitten „Glückstadt“ bis „Vierlande“ gleichermaßen durch die Gehalte organischer und anorganischer Schadstoffe.

Die Sedimente sind als Folge von Schadstoffeinträgen, die nicht nur innerhalb des UG sondern überwiegend in Gebieten oberhalb des UG stattgefunden haben, im Ist-Zustand immer noch erheblich belastet. Die Belastung betrifft ein breites Spektrum an anorganischen und organischen Spurenstoffen. Die starken, hydrodynamisch bedingten und sowohl stromab- als auch stromauf erfolgenden Schwebstoff- und Sedimentumlagerungen innerhalb der Tideelbe bedingen eine insgesamt relativ hohe Angleichung der Sedimentgüte auf großen Flächen. Die Sedimentgüte nimmt daher insgesamt von dem Abschnitt „Vierlande“ ausgehend in Richtung Nordsee sukzessive zu, allerdings werden auch im Untersuchungsabschnitt „Außenelbe“ die Zielwerte (Wertstufe 4) bei einigen Schadstoffen nicht erreicht.

Tabelle 4.2-26: Zusammenfassung der Bewertung des Faktors „Schadstoffbelastung der Gewässersedimente“

Wertstufen	Untersuchungsabschnitt						
	Außenelbe	Cuxhaven	Brunsbüttel	Glückstadt	Wedel	Hamburg	Vier u. Marschlande
Schwermetalle	3	3	3	2	1	1	1
organische Schadstoffe	4	3	2	2	1	1	1
Gesamt	3	3	2	2	1	1	1

4.2.3 Verteilung von natürlichen und anthropogen belasteten Sedimenten im Gewässerbett

Im Bereich des Gewässerbetts sind anthropogen belastete Sedimente („rezente Sedimente“) in unterschiedlicher Weise verteilt. Stets handelt sich bei diesen Sedimenten um Mischungen aus ursprünglich unbelasteten natürlichen Sedimenten und be-

lasteten Schwebstoffen. Die Mischungsverhältnisse werden unterhalb des Hamburger Hafens in Richtung des Ästuars zunehmend von der Zumischung mariner, durch „tidal pumping“ in den Fluss eingetragener Sedimente bestimmt, die spezifische Schadstoffbelastung der Sedimente nimmt entsprechend in Richtung der Deutschen Bucht ab. Oberhalb Hamburgs wird die Belastung von den Einträgen in Mittel- und Oberlauf der Elbe bestimmt.

Die Gewässersohle besteht aus verschiedenartigen und teilweise belasteten Sedimenten. Hinsichtlich der Mächtigkeit und Verbreitung belasteter, rezente Sedimente bestehen insbesondere im Bereich der Fahrrinnenböschungen Unsicherheiten, doch lassen sich für die Baggerabtragsflächen folgende Größenordnungen veranschlagen:

- Auf der Fahrrinnensohle ist im Mittel 5 dm rezentes Sediment anzutreffen. Im Bereich von Riesenriffeln kann dieses Material auch über die gesamte Baggertiefe anstehen. In anderen Bereichen ist allerdings auch damit zu rechnen, dass auch unbelastete holozäne Sande unter einer geringmächtigen Bedeckung durch rezente Sedimente vorkommen, bzw. natürliches Substrat wie Mergel frei liegt.
- Im Bereich der abzutragenden Seitenräume sind die rezenten Sedimente in geringerer Mächtigkeit ausgeprägt und in der Verbreitung vermutlich auch lückenhaft ausgebildet, so dass ihre mittlere Schichtdicke mit höchstens 3 dm veranschlagt wird. Dies gilt nicht nur für die annähernd durchgängig vorgesehene seitliche Überbaggerung von 5 m an der Böschung, sondern auch für die zu baggernden fahrrinnenfernen Bereiche wie die Haf Becken und die Verbreiterungen im Bereich der Begegnungsstrecke.

4.2.4 Charakterisierung der Abtragsflächen und des Baggerguts hinsichtlich der Belastung mit Schadstoffen

Das Verfahren zur Charakterisierung der Abtragsflächen und zur Abschätzung der Belastung der gebaggerten Sedimente mit Schadstoffen sowie zur Abschätzung der Belastung der auf den jeweiligen Verbringungsflächen abgelagerten Baggergutkontingente umfasste folgende Arbeitsschritte:

- Zusammenfassung von Substartypen zu Bodenklassen nach DIN 18311
- Ermittlung der Baggergutvolumen und Abtragstiefen auf der Grundlage eines vom TdV erstellten Bagger- und Verbringungsplans
- Ermittlung der Belastung einzelner Baggergutkontingente.

Die detaillierte Beschreibung des Verfahrens zur Charakterisierung der Abtragsflächen ist in Abschnitt 4.4.3 der Unterlage H.2b enthalten.

Nachfolgend werden die Baggerabschnitte und das Baggergut hinsichtlich der Belastung mit Schadstoffen beschrieben:

- Im Abschnitt „Hamburg“ werden ausschließlich Mergel und schluffige Feinsande bis Mittelsande abgetragen. Der größere Teil des Baggerguts stammt aus der *Fahrrinne* (> 60 % rezente belastete Sande, 30 - 40 % Mergel). In den *Seitenräu-*

men fällt nur in den zu vertiefenden Häfen und in Bereichen von Fahrrinnenverlegungen Baggergut in größeren Mengen an. Der Umfang des belasteten rezenten Sande ist vor allem in den Baggerabschnitten Parkhafen und Waltershofer Hafen unsicher.

- Im Abschnitt „Wedel“ sind die Verhältnisse in der *Fahrrinne* ähnlich wie im Abschnitt Hamburg. In den *Seitenbereichen* fallen im Bereich der einzurichtenden Begegnungsstrecke (km 636 - 644) große Mengen Baggergut an, das zu einem großen Teil aus unbelasteten holozänen Sanden, glazifluviatilen Sanden und Mergel besteht.
- Im Abschnitt „Glückstadt“ wird kein Mergel gebaggert. Etwa in der Hälfte der Baggerabschnitte kommt in großen Anteilen Klei vor. Sande treten in diesen Abschnitten zurück; ein Teil der belasteten Sedimente wird als belasteter „Schlick“ klassifiziert. Die übrigen Baggerabschnitte werden in starkem Maße durch Sande charakterisiert, teilweise treten dort auch unbelastete glazifluviatile Sande auf (Anteile 20 - 50 %). Das Baggergut stammt zum überwiegenden Teil aus der *Fahrrinne* mit entsprechend hohen Anteile an belasteten Sanden. Die Abtragstiefen in den *Seitenräumen* betragen etwa 1 - 2 m, mit entsprechend geringer flächenhafter Ausdehnung und damit geringem Aufkommen von Baggergut.
- Die o. g. Situation gilt im Wesentlichen auch für den Abschnitt „Brunsbüttel“. Zweifelsfrei als glazifluviatil und unbelastet anzusprechende Sande treten hier jedoch nicht auf. Der Anteil der belasteten Sedimente im Baggergut ist heterogen (zum Teil hohe Werte zwischen 10 - 90 %). Als zu baggernder Seitenraum ist - neben der seitlichen Überbaggerung und Anpassungen der Fahrrinnenkurven - vor allem der geplante Wartepplatz Brunsbüttel zu nennen. Er reicht von der *Fahrrinne* bis in Ufernähe mit hier anstehendem Substrat aus (zu 80%) unbelastetem Klei. Der relativ geringe Anteil des belasteten Sediments (12 %) besteht aus schluffigen Feinsanden bis Mittelsanden.
- Auch im Abschnitt „Cuxhaven“ stammt das Baggergut überwiegend aus der *Fahrrinne*, die Anteile aus den *Seitenbereichen* gehen auf 3 bis 4 % zurück. Da hier größere Abtragstiefen (0,97 - 2,1 m) erreicht werden, nimmt das belastete Sediment mit 23 - 50 % geringere Anteile ein als im Abschnitt „Brunsbüttel“.
- Im Abschnitt „Außenelbe“ fällt bis zum seeseitigen Ausbauende (km 748,3) nahezu ausschließlich sandiges Baggergut aus der *Fahrrinne* an (24 - 43 % belastetes Sediment). Zwischen km 748,3 und 755,3 werden keine Baggerungen durchgeführt.

Insgesamt beträgt das Baggergutaufkommen etwa 38,4 Mio. m³ (Schutenmaß). Dabei stammt der überwiegende Teil aus der *Fahrrinne*. Lediglich 8,1 Mio. m³ sind dem mischungsbedingt geringer belasteten Baggergut aus den *Seitenräumen* zuzuordnen. Bezogen auf die Länge der Abtragsstrecke stammt das relativ größte Baggergutaufkommen mit 5 Mio. m³ aus dem Abschnitt Wedel. Die höchsten absoluten Mengen Baggergut fallen mit etwa 10 Mio. m³ im Abschnitt Brunsbüttel an.

4.2.5 Charakterisierung der Baggergutablagerungsflächen

Die Flächen der Ufervorspülungen sind vollständig in der Wattzone lokalisiert und erreichen landseitig die Uferlinie. Entsprechend ihrer Lage in erosionsgefährdeten Uferabschnitten sind die vor Ort anstehenden Sedimente sandig ausgebildet. Aufgrund der starken Wellenbelastung kann davon ausgegangen werden, dass bei Sturmzeiten im vorgelagerten Wattbereich oberflächlich starke Umlagerungen stattfinden. Die Flächen sind daher durch Einmischung von schwebstoffbürtigen Schadstoffen belastet. Sie entsprechen typologisch dem Substrattyp der „rezenten Sedimente“ und sind entsprechend als abschnittstypisch spezifisch belastet anzusehen.

Die Flächen der Unterwasserablagerungsflächen Brokdorf, St. Margarethen, Scheelenkuhlen und Glameyer-Stack-Ost liegen im Bereich der Tiefwasserzone in einer Tiefe zwischen - 5 m MTnw und - 3 m MTnw. Die Umlagerungsintensität der Sedimente in dieser Tiefenzone ist im Einzelfall nur schwer einschätzbar. Analysendaten aus dem vorliegenden Schadstoffkataster aus dem Umfeld der Unterwasserablagerungsflächen zeigen jedoch, dass hinsichtlich der Sohlsedimente in der näheren Umgebung der betreffenden Flächen ausnahmslos Schadstoffbelastungen in abschnittstypischer Belastungshöhe nachweisbar sind. Entsprechend kann diese auch für die geplanten Verbringungsflächen selbst unterstellt werden.

Auch die Unterwasserablagerungsflächen Neufelder Sand und Medemrinne-Ost liegen in der Tiefwasserzone des Gewässerbetts. Sie befinden sich bereits im Bereich der ausgedehnten Wattbereiche des Ästuars. Die hier typische intensive Sedimentdynamik zeigt sich bereits in den starken morphologischen Veränderungen, die sich in diesem Bereich auch innerhalb weniger Jahre vollzogen haben. Insgesamt ist davon auszugehen, dass die Belastung der hier liegenden Sedimente mindestens im oberflächennahen Bereich ebenfalls in dem abschnittstypischen Belastungsniveau angesiedelt ist.

Gleiches gilt umso mehr für die Bereiche der Umlagerungsstellen Medembogen und Neuer Luechtergrund, die im Bereich stark veränderlicher Rinnensysteme liegen.

Prinzipiell kann bei allen vorgesehenen Verbringungsflächen nicht ausgeschlossen werden, dass zusätzlich zum aktuellen Belastungsniveau der rezenten Sedimente Anteile älterer und höher belasteter rezenter Sedimente zu erhöhten spezifischen Belastungen der Flächen führen. Die hier dargestellte Einschätzung ist entsprechend als Mindesthöhe der aktuellen spezifischen Belastung in den betreffenden Flächen anzusetzen.

4.3 Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen auf die Sedimente

Vorhabensbedingte Auswirkungen auf die Sedimente können entweder zu einer Änderung der örtlichen Schadstoffbelastung führen oder aber die physikochemischen Eigenschaften der Sedimente verändern, woraus wiederum Änderungen des Stoffaustausches mit dem Wasserkörper resultieren können.

Eine Bewertung und Prüfung auf Erheblichkeit der vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Sedimente kann dabei nur hinsichtlich solcher Effekte erfolgen, die geeignet sind, die Wertigkeit der Sedimente bezüglich der Schadstoffbelastung zu verändern.

4.3.1 Bewertungsverfahren

Im Rahmen der Prognose der vorhabensbedingten Auswirkungen ist zu prüfen, ob im Bereich der Abtragsflächen sowie im Bereich der Ablagerungsflächen negative Änderungen der Sedimentqualität eintreten werden. Hierzu wird die Belastung der gebaggerten Sedimente in Abhängigkeit von Entnahmeort und Substrattyp abgeschätzt und mit der abschnittstypischen Belastung der Verbringungsflächen verglichen.

Die Bewertung der Belastung des Baggerguts und der Verbringungsflächen erfolgt analog der Vorgehensweise bei der Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands nach der Methodik zur Umweltrisikoeinschätzung. Dabei hat das IfB zunächst die Belastung durch die einzelnen Schadstoffe bewertet. Die Gesamteinstufung ergibt sich aus der schlechtesten Einzeleinstufung. Die Bewertung der vorhabensbedingten Änderungen erfolgte vorrangig auf Basis der künftigen mittleren Schadstoffgehalte in den Ablagerungsflächen.

Grundlage der Ermittlung der Belastungsniveaus von Baggergut und Verbringungsflächen ist die im Rahmen der Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands dargestellte Belastungssituation mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen. Wie die Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands erfolgt auch die Prognose auf Basis der spezifischen Sedimentbelastung in der Feinkornfraktion < 20 µm. Aussagen über die Änderung der absoluten Belastung der Sedimente werden nicht getroffen.

Die Bewertung der vorhabensbedingten Änderung erfolgt an Hand der in Tabelle 4.3-1 dargestellten Bewertungsmatrix. Der Grad der Erheblichkeit einer Auswirkung ergibt sich aus der Dauer der Veränderung und dem Grad der Veränderung:

- Eine Auswirkung wird als „erheblich negativ“ bewertet, wenn
 - Die Gesamteinstufung der Fläche sich gegenüber dem Ist-Zustand um mindestens 1 Wertstufe verschlechtert und
 - die Dauer der Auswirkung langfristig (> 3 Jahre) ist.
- Kurz- und mittelfristige Abnahmen um mindestens 1 Wertstufe werden als „neutral“ bzw. „unerheblich negativ“ bewertet.
- Erhöht sich die Belastung eines einzelnen Schadstoffs gegenüber dem Ist-Zustand um mindestens Faktor 2, ohne dass sich die Gesamteinstufung ändert, wird diese Auswirkung als
 - „unerheblich negativ“ bewertet, wenn die Auswirkung langfristig (> 3 Jahre) wirksam ist,
 - „neutral“ bewertet, wenn die Auswirkung mittelfristig (≤3 Jahre) wirksam ist.

Tabelle 4.3-1: Bewertungsmatrix zur Ermittlung der Erheblichkeit von Auswirkungen auf die spez. Schadstoffgehalte

Auswirkung	Dauer der Auswirkung	Grad der Veränderung	Grad der Erheblichkeit
Änderung der Gesamteinstufung um mindestens – 1	langfristig (> 3 Jahre)	deutlich negativ	erheblich negativ
	mittelfristig (≤3 Jahre)	gering negativ	unerheblich negativ
	kurzfristig (≤3 Monate)	neutral	neutral
Gehaltszunahme eines Parameters um > Faktor 2 ohne Änderung der Gesamteinstufung	langfristig (> 3 Jahre)	gering negativ	unerheblich negativ
	mittelfristig (≤3 Jahre)	neutral	neutral

4.3.2 Baubedingte Auswirkungen

4.3.2.1 Auswirkungen im Bereich der Abtragsflächen

Baubedingte Auswirkungen auf die Fahrrinnensohle

Durch die Ausbaubaggerungen werden an der Fahrrinnensohle rezente belastete wie auch natürliche unbelastete Sedimenten freigelegt. Die Auswirkungen sind wie folgt zu bewerten:

- Bei einer Freilegung von rezenten, belasteten Sedimenten tritt vor Ort gegenüber dem Ist-Zustand keine Veränderung der Schadstoffsituation ein, dem Grad der Wirkung nach ist die Auswirkung als "neutral" einzustufen.
- Bei der Freilegung unbelasteter Sedimente verbessert sich die Schadstoffsituation vor Ort, die vorhabensbedingten Auswirkungen sind demnach als "positiv" zu bezeichnen.

Insgesamt sind durch die Ausbaubaggerungen im Bereich der Fahrrinnensohle keine Veränderungen des Substrattyps zu erwarten, da die freigelegten Sedimente bereits nach kurzer Zeit infolge der in der Fahrrinne ablaufenden Erosions- und Sedimentationsprozessen erneut von rezenten, meist sandigen Sedimente überlagert werden. Die vorhabensbedingten Auswirkungen auf die Abtragsflächen im Bereich der Fahrrinnensohle sind entsprechend nicht dauerhaft und daher als "neutral" zu bewerten.

Baubedingte Auswirkungen auf die Fahrrinnenböschung

Vorhabensbedingte Auswirkungen auf die Fahrrinnenböschungen resultieren aus der seitlichen Überbaggerung (5 m) der Fahrrinne. Insbesondere in Abschnitten mit sandigen Substartypen können durch Erosionsvorgänge und Abrutschungen (morphologischer Nachlauf) weitere morphologische Änderungen ein, die mit Veränderungen des anstehenden Substrattyps einhergehen.

Dabei können grundsätzlich folgende Fälle unterschieden werden:

1. Es werden natürliche Sedimente entfernt und natürliche Sedimente freigelegt.
2. Es werden rezente Sande oder Schlicke entfernt und natürliche Sedimente des Untergrundes freigelegt.

3. Es werden natürliche Sedimente entfernt und im Untergrund rezente belastete Sedimente freigelegt.
4. Es werden rezente, belastete Sedimente entfernt und im Untergrund rezente, belastete Sedimente freigelegt.
5. Es werden rezente, belastete Sedimente abgetragen und im Untergrund ältere rezente und höher belastete Sedimente freigelegt.

Potenziell betroffene Abtragsflächen

Bei der Verbreiterung der Fahrrinne im Abschnitt des Mühlenberger Lochs (km 633 bis km 635,5) besteht die Möglichkeit der Freilegung von alten, hoch belasteten (rezenten) Sedimenten, deren Belastungsniveau höher ist als das der aktuell im Gewässer vorliegenden Sedimente. Die potenziellen vorhabensbedingten Auswirkungen in diesem Bereich sind als "neutral" bis "erheblich negativ" einzustufen. Eine exakte Aussage über den Anteil der erheblich betroffenen Teilfläche kann jedoch nicht getroffen werden, weil die Verbreitung der potenziell anstehenden hoch belasteten Sedimente nicht bekannt ist.

Vorsorglich wird daher in einer "worst-case-Analyse" unterstellt, dass im gesamten Böschungsabschnitt höher belastete Sedimente freigelegt werden. Hiervon werden etwa 1.700 m³ Böschungsfläche betroffen, für die eine Änderung der Wertstufe um - 1 erwartet wird. Die vorhabensbedingte Auswirkung ist bei langfristiger Wirksamkeit als deutlich und damit auch als "erheblich negativ" einzustufen.

4.3.2.2 Auswirkungen im Bereich der Verbringungsflächen

Bei den Ufervorspülungen Wittenbergen, Lühe (Wisch), Hetlingen, Kollmar, Glückstadt/Störmündung und Brokdorf sowie bei den UWA Brokdorf und St. Margarethen werden hohe Anteile unbelasteter Sedimente abgelagert. Aufgrund der relativ hohen Beimischung von unbelasteten Sedimenten wird sich die Sedimentqualität auf den Verbringungsfläche durch die Ablagerung des Baggerguts nicht verschlechtern, teilweise sind sogar geringfügige Verbesserung der Gehalte vieler Schadstoffe zu erwarten (siehe Tabelle 4.3-2).

Da durch die Baggergutverbringung keine Änderung der Wertstufe eintritt, ist die Ablagerung des Baggerguts bezüglich der vorhabensbedingten Auswirkungen als „neutral“ einzustufen.

Bei der Bewertung der Sedimentqualität wird eine vollständige Vermischung der Baggergutkontingente aus den verschiedenen UG-Abschnitten unterstellt. Beim Einbau der Sedimente ist jedoch in der Regel keine vollständige Homogenisierung gewährleistet. Je nach Abfolge des Einbaus der Sedimente aus den unterschiedlich belasteten Abschnitten können an der Oberfläche daher auch geringfügige Verschlechterungen oder Verbesserungen der Sedimentqualität eintreten.

Die übrigen Verbringungsstellen sind in Bezug auf die Veränderung der spezifischen Schadstoffgehalte wie folgt zu bewerten:

- Bei der UWA Scheelenkuhlen wird keine Änderung der Wertstufe erwartet, so dass auch dort die vorhabensbedingten Auswirkungen als „neutral“ einzustufen sind. Allerdings weist das abzulagernde Baggergut relativ hohe Anteile belasteter Sedimente auf. Der Gutachter empfiehlt daher, zunächst höher belastetes Material aus den Sohlbereichen der Fahrrinne einzubauen und für die Herstellung der oberen Bereiche der Verbringungsfläche geringer belastetes Material aus stromab gelegenen Abschnitten der Seitenbereiche zu nutzen.
- Bei der Übertiefenverfüllung St. Margarethen ist davon auszugehen, dass sich die Belastungssituation hinsichtlich vieler Schadstoffe verbessern wird. Da in Anteilen auch belastete Sande oberflächennah eingebaut werden sollen, wird bei der Bewertung davon ausgegangen, dass keine Wertstufenänderung eintritt. Daher wird die Ablagerung des Baggerguts bezüglich der vorhabensbedingten Auswirkungen entsprechend als „neutral“ eingestuft.
- Bei der UWA Neufelder Sand wird nach Ablagerung des Baggerguts eine Verbesserung der Sedimentqualität erwartet. Die Gesamteinstufung der Verbringungsfläche ändert sich um + 1 zu Wertstufe 3. Die Ablagerung des Baggerguts ist bezüglich der vorhabensbedingten Auswirkungen als „positiv“ einzustufen.
- Bei der UWA Medemrinne Ost ergeben sich zu gleichen Teilen Verbesserungen wie auch Verschlechterungen der Einstufungen um max. +/- 1 Wertstufe. Insgesamt wird hinsichtlich der mittleren Schadstoffbelastung keine Änderung der Gesamteinstufung der Sedimente im Bereich der Verbringungsfläche erwartet. Die Ablagerung des Baggerguts ist bezüglich der vorhabensbedingten Auswirkungen als „neutral“ einzustufen.

Da bei der Einbringung des Baggerguts in der Regel keine vollständige Vermischung der Anteile aus den verschiedenen Abschnitten der Elbe erreicht wird, können in Abhängigkeit von der Abfolge der einzubauenden Sedimente aus den unterschiedlich belasteten Abschnitten Verschlechterungen oder Verbesserungen der Sedimentqualität in den oberflächennahen Bereichen eintreten. Die Einstufung der vorhabensbedingten Auswirkungen ist daher nur für den Fall gültig, dass oberflächennah keine spezifisch hoch belasteten Sedimente eingebaut werden.

Dies gilt beispielsweise für die spezifisch relativ hoch belasteten sandigen Sedimente aus der Hamburger Delegationsstrecke oder dem Abschnitt Wedel. Aus diesem Grund empfehlen die Gutachter, diese Sedimente nicht oberflächennah einzubauen.

- Bei der UWA Glameyer Stack-Ost wird sich die Gesamteinstufung nach Ablagerung des zu verbringenden Baggerguts von Wertstufe 2 im Ist-Zustand auf Wertstufe 4 verbessern. Die Ablagerung des Baggerguts ist daher bezüglich der vorhabensbedingten Auswirkungen als „positiv“ einzustufen.
- Bei der Umlagerungsstelle Medembogen erfolgt keine ortsfeste Deponierung des Baggerguts, d. h. es kommt bei der Umlagerung zu einer Entmischung und Verdriftung des umgelagerten Materials.

Die Sedimentqualität wird sich bei einer Ablagerung des Baggerguts nicht verschlechtern. Bezüglich des spezifischen Gehalts verschiedener Schadstoffparameter werden sich Verbesserungen der Belastungssituation einstellen. Die Gesamteinstufung des zu verbringenden Baggerguts liegt eine Wertstufe über der Wertstufe der Verbringungsfläche im Ist-Zustand. Die Ablagerung des Baggerguts ist daher bezüglich der vorhabensbedingten Auswirkungen als „positiv“ einzustufen.

In den durch Eintrieb von verdriftetem Spülgut betroffenen Bereichen erfolgt gegenüber dem Ist-Zustand keine Änderung in der Einstufung der Sedimente. Die vorhabensbedingten Auswirkungen sind in diesem Fall entsprechend als "neutral" einzustufen.

- Bei der Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund erfolgt - wie bei der Umlagerungsstelle Medembogen - keine ortsfeste Ablagerung des Baggerguts. Durch die Ablagerung des Baggerguts wird sich die Sedimentqualität insgesamt verbessern. Die Gesamteinstufung erfolgt in Wertstufe 4 und liegt damit +1 Wertstufe über dem Ist-Zustand. Die Ablagerung des Baggerguts ist bezüglich der vorhabensbedingten Auswirkungen als „positiv“ zu bewerten.
- Die Verbringung des bei der Einrichtung des Warteplatzes Brunsbüttel anfallenden Baggergutes (80 % Klei, 20 % zum Teil belastete Sande) führt zu keiner wesentlichen Veränderung der bisher prognostizierten Belastungsniveaus für die UWA Neuenfelder Sand, UWA Medemrinne-Ost oder die Umlagerungsstellen. Die Gründe hierfür sind die (gegenüber den Kapazitäten der genannten UWA) geringen Mengen an anfallendem Baggergut sowie seine geringe spezifische Belastung ("Verdünnung" durch große Anteile natürlichen, unbelasteten Materials).

4.3.2.3 Beschreibung und Bewertung des Freisetzungspotentials von Schad- und Nährstoffen bei der Um- und Ablagerung

Die in den Sedimenten vorliegenden Schad- und Nährstoffe unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer Mobilität, insbesondere die Schadstoffe weisen nur eine eingeschränkte Mobilität auf (vgl. Kapitel 4.2.2.3 in Unterlage H.2.b). Der Austausch mit der freien Wassersäule ist bei festliegenden, reduzierten Sedimenten vernachlässigbar gering.

Häufig umgelagerte und an der Gewässersohle suspendierte Sedimente stehen mit der freien Wassersäule in stärkerem Austausch, wobei die gelösten Nähr- und Schadstoffe an den Wasserkörper abgegeben werden.

Freisetzungspotential bei der Baggerung von Sedimenten

Bei der Baggerung von Sedimenten werden keine oder sehr geringe Freisetzungen von Schad- und Nährstoffen erwartet. Im Vergleich zu den im Elbwasser gelösten Konzentrationen sind die geringen Freisetzungen vernachlässigbar.

Das Freisetzungspotential bei der Baggerung ist mit dem bei natürlicherweise stattfindenden Umlagerungsprozessen vergleichbar. Im Zuge der Baggerungen treten die Freisetzungen örtlich in stärkerem Maße auf, sind jedoch zeitlich begrenzt. Die Erhö-

hung des Freisetzungspotentials von Nähr- und Schadstoffen bei der Baggerung ist daher insgesamt als gering und als lediglich kurzfristig wirksam zu bezeichnen.

Freisetzungspotential bei der subhydrischen und semisubhydrischen Ablagerung von Baggergut

Da es sich bei den für eine subhydrische Ablagerung vorgesehenen rezenten Sedimenten überwiegend um gering belastete Sande handelt, ist bei der Ablagerung allgemein mit nur geringen Freisetzungen von Nähr- und Schadstoffen zu rechnen. Sofern im Baggergut in größeren Anteilen schluffige Sande enthalten sind, können lokal kurzfristig durch Vertrieb des Feinkorns auch mittlere Freisetzungen auftreten.

Der sich nach der Ablagerung einstellende Stoffaustausch zwischen Sediment und Wasserkörper ist mit dem Ist-Zustand vergleichbar, so dass nicht mit einem erhöhten Freisetzungspotential von Nähr- und Schadstoffen zu rechnen ist.

Bei der Ablagerung von Baggergut im semisubhydrischen Milieu (Wattbereich) bildet sich je nach Höhenlage ein teilentwässerter Horizont aus, in den bei Niedrigwasser ein Zutritt von Luftsauerstoff erfolgen kann. In diesem Horizont kann es zur Mobilisierung von Schad- und Nährstoffen kommen, die jedoch zu keiner wesentlichen oder langfristigen Belastung weder von Elbwasser noch von angrenzenden Kompartimenten führen kann.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nach der Ablagerung von Sedimenten im subhydrischen und semisubhydrischen Milieu gegenüber dem Ist-Zustand keine erhöhten Freisetzungen von Schad- und Nährstoffen eintreten werden.

Die baubedingten Auswirkungen des Vorhabens sind in Tabelle 4.3-2 zusammengefasst.

Tabelle 4.3-2: Übersicht über die baubedingten Auswirkungen auf die Sedimente

Ortsbezeichnung	Lage [km]	Auswirkung bzgl. spez. Belastung	Wertstufe			Flächen- größe ⁺ [ha]	Grad der Er- heblichkeit
			IST	Δ	PROG		
Änderung der spezifischen Belastung auf den Verbringungsflächen							
US Neuer Luechtergrund	Außenelbe	deutliche Abnahme	3	+1	2	60	positiv
US Medembogen	Mündung	deutliche Abnahme	2	+1	3	60	positiv
UWA Medemrinne Ost	711 717	keine	2	0	2	627,9	(neutral) ⁺⁺
UWA Neufelder Sand	702 707	deutliche Abnahme	2	+1	3	490,3	positiv
UWA Glameyer Stack Ost	714 717	deutliche Abnahme	2	+2	4	62,6	positiv
UWA St. Margarethen	690 692	keine	2	0	2	27,6	neutral
UWA Scheelenkuhlen	685 687	keine	2	0	2	48,3	neutral
UVSP / UWA Brokdorf	683 685	keine	2	0	2	38,5	neutral
ÜTV St. Margarethen	688 689	keine	2	0	2	6	neutral
UVSP Glückstadt (unt.)	676 681	keine	2	0	2	93,5	neutral
UVSP Glückstadt (ob.)	676 678	keine	2	0	2	99	neutral
UVSP Kollmar (A, B, C)	664 668	geringe Abnahme	2	0	2	36,9	neutral
UVSP Hetlingen	648 650	geringe Abnahme	2	0	2	11,5	neutral
UVSP Lühe (Wisch)	643 644	geringe Abnahme	2	0	2	13,4	neutral
UVSP Wittenbergen	636 638	geringe Abnahme	2	0	2	21	neutral
Änderung der spezifischen Belastung auf den Abtragsflächen							
Fahrrinnenböschung Südufer	633 635, 5	Freilegung belasteter Sedimente	2	-1	1	0,17	erheblich negativ
sonstige Fahrrinnenbereiche	619 748	keine / Abnahme	2 / 3	0 / +1	2 / 3	-	neutral / positiv
Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen							
Wirkungspfad	Ort / Lage		Wirkungsdauer			Wirkungsstärke bzgl. der Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen	
Baggerung, Umlagerung	Entnahmeflächen		kurzfristig			geringe Freisetzung	
subhydrische Ablagerung	Verbringungsflächen		kurzfristig			geringe bis lokal mäßige Freisetzung	
	Verbringungsflächen		langfristig			keine Freisetzung	
semisubhydrische Ablagerung	Verbringungsflächen		kurzfristig			geringe bis lokal mäßige Freisetzung	
	Verbringungsflächen		langfristig			keine Freisetzung	

⁺ Die angegebenen Flächengrößen beziehen sich bzgl. der UVSP auf die gemäß Definition des Untersuchungsgebietes nicht durch höhere Vegetation bestandenen Teilflächen unterhalb MThw.

⁺⁺ bei Berücksichtigung der Empfehlungen zur Minderung der vorhabensbedingten Auswirkungen

US Umlagerungsstelle UWA Unterwasserablagerungsstelle
UVSP Ufervorspülung ÜTV Übertiefenverfüllung

4.3.3 Anlage- und betriebsbedingte Auswirkungen

Die vorhabensbedingten Veränderungen der Hydrodynamik und der morphodynamischen Prozesse können Änderungen der Sedimentverteilung und Veränderungen des physikochemischen Milieus der Sedimente hervorrufen.

4.3.3.1 Änderungen der Sedimentzusammensetzung und -verteilung

Änderung der Sedimentzusammensetzung

Nach den Ergebnissen der Modellierung der BAW wird allgemein eine Zunahme der Strömungsgeschwindigkeiten eintreten. Da Strömungszunahmen eine Erhöhung des Anteils von Sanden und eine Abnahme des Feinkornanteils bewirken, werden die Sedimente insbesondere in Bereichen stärkerer Änderungen, wie in der Fahrrinne, tendenziell sandigeren Charakter annehmen.

Hinsichtlich der spezifischen Schadstoffbelastung ergeben sich daraus keine Änderungen, da die Belastung allein durch das Mischungsverhältnis von marinen, unbelasteten Sanden und belasteten Schwebstoffen aus dem Oberlauf und dem Hamburger Hafen bestimmt wird.

Änderung der Sedimentverteilung

Änderungen der Sedimentverteilung können aus den von der BAW prognostizierten Änderungen der Geschiebe- und Suspensionstransportkapazitäten (Unterlage H.1a) resultieren. Die veränderten Transportkapazitäten können das Mischungsverhältnis von marinen Anteilen (Sande, Schluffe) und Schwebstoffen aus dem Oberlauf verschieben und dadurch die spezifischen Stoffgehalte der Sedimente verändern.

Die von der BAW prognostizierten Veränderungen sind in Bezug auf die Sedimentverteilung wie folgt zu bewerten:

- Im Abschnitt "Außenelbe" und oberhalb von St. Margarethen werden keine Verschlechterungen der spezifischen Belastung der Sedimente eintreten.
- Im Abschnitt „Cuxhaven“ werden sich die spezifischen Belastungen nördlich des Medemsands tendenziell verringern und südlich des Medemsands tendenziell erhöhen. Eine Quantifizierung der Zu- bzw. Abnahmen ist nicht möglich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Veränderungen messtechnisch nicht zu erfassen sein werden. Hinsichtlich der spezifischen Belastung der Sedimente im Abschnitt „Cuxhaven“ sind somit zwar örtlich Zu- bzw. Abnahmen zu erwarten, insgesamt werden jedoch keine Veränderungen der Belastungssituation eintreten.

Verdriftung erodierten Baggergutes

Da die abgelagerten Sedimente in allen Verbringungsstellen keine mittleren spezifischen Belastungen aufweisen, die über den jeweils bereichstypischen Belastungsniveaus liegen, führt eine eventuelle Verdriftung von Baggergut grundsätzlich nicht zur Verschlechterung der Belastungssituation im Umfeld der Verbringungsstellen. Zudem

sind die möglichen Abtragsmengen so klein, dass selbst eine Verdriftung von Teilmengen in spezifisch weniger belastete Bereiche keinen messbaren Effekt auf die dort vorliegende Belastungssituation haben wird.

4.3.3.2 Änderung des physikochemischen Milieus der Sedimente

Durch die vorhabensbedingte Absenkung des MTnw kommt es zu einer Verstärkung oxidativer Prozesse, die gegenüber dem Ist-Zustand in geringem Maße zusätzliche Freisetzungen von Schad- und Nährstoffen bewirkt. Die freigesetzten Frachten sind jedoch gegenüber den in der freien Wassersäule des Elbwassers gelösten Konzentrationen vernachlässigbar gering, eine Änderung der spezifischen Schadstoffgehalte der Sedimente tritt nicht ein. Hinsichtlich der Bewertung der Auswirkungen auf die Sedimente sind die vorhabensbedingten Veränderungen als nicht relevant anzusehen.

Die Stromaufverlagerung der mittleren Salzgehalte insbesondere im oberen Bereich der Brackwasserzone führt zu einem Anstieg der Chloridgehalte im Sedimentporenwasser. Daraus resultiert wiederum ein Anstieg der Mobilität der Spurenmetalle Cadmium, Kupfer und Zink. Da das Löslichkeitsprodukt der Schwermetalle auch unter Salzeinfluss sehr klein bleibt, kommt es zu keiner signifikanten Änderung der spezifischen Schwermetallgehalte der Sedimente, die Auswirkungen auf die Sedimente sind entsprechend nicht bewertungsrelevant.

Die anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen des Vorhabens sind in Tabelle 4.3-3 und in Tabelle 4.3-4 zusammengefasst.

Tabelle 4.3-3: Übersicht über die anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen auf die spezifische Belastung der Sedimente

Wirkungspfad	Auswirkung auf die spez. Belastung	Grad der Erheblichkeit
Änderung der Sedimentzusammensetzung	keine	neutral
Änderung der Sedimentverteilung	keine	neutral

Tabelle 4.3-4: Übersicht über die anlage-/betriebsbedingten Auswirkungen auf die Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen

Änderung des physikochemischen Milieus von Sedimenten			
Wirkungspfad	Ort / Lage	Wirkungsdauer	Wirkungsstärke bzgl. der Freisetzung von Nähr- und Schadstoffen
a) durch MThw-Absenk	Wattflächen in Bereichen mit MThw-Absenk	mittelfristig	geringe Freisetzung
b) durch Änderung der Salinität	obere Brackwasserzone	dauerhaft	geringe bis mäßige Erhöhung der Mobilität von Schwermetallen