

BfG-1737

Monitoring der morphologischen, ökologischen und naturschutzfachlichen Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel an der Tideelbe

Zwischenbericht 2010 / 2011

Berichtszeitraum Januar 2010 – August 2011

Koblenz, den 23.02.2012

Auftraggeber: Hamburg Port Authority

SAP Nr.: M 39610304019

Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung
und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung der BfG.

Bearbeiter(Innen) in der BfG:

Federführung:

Dr.-Ing. Axel Winterscheid

Fachliche Bearbeitung:

Hydrologie:

Dr.-Ing. Axel Winterscheid

Morphologie :

Dr.-Ing. Axel Winterscheid

Schadstoffe, HABAK/GÜBAK:

Dr. Birgit Schubert

Dr. Uwe Hentschke

Sauerstoff-/Nährstoffhaushalt:

Andreas Schöl

Ökotoxikologie:

Steffen Warendorf

FFH, Schutzgebiete:

Dr. Heike Büttner

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG 1

1 VERANLASSUNG 3

1.1	PLANUNG UND EINVERNEHMEN ZUM SEDIMENTFANG	4
1.2	MONITORINGKONZEPT SEDIMENTFANG	5
1.3	INHALTE UND GLIEDERUNG DES ZWISCHENBERICHTS 2010/2011	6

2 FREIGABEUNTERSUCHUNG (EBENE 1) UND UNTERHALTUNG DES SEDIMENTFANGS VOR WEDEL 8

2.1	ERGEBNISSE DER FREIGABEUNTERSUCHUNG UND DURCHFÜHRUNG DER 4. UNTERHALTUNGSKAMPAGNE IM ZEITRAUM MÄRZ BIS APRIL 2010	9
2.1.1	<i>Korngrößenverteilung der Sedimentablagerungen (03.03.2010)</i>	10
2.1.2	<i>Bewertung Stoffhaushalt und Schadstoffbelastung (03.03.2010)</i>	11
2.1.3	<i>Bewertung ökotoxikologisches Potenzial (03.03.2010)</i>	15
2.1.4	<i>Baggerkampagne zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs</i>	18
2.2	ERGEBNISSE DER SEDIMENTBEPROBUNG IM AUGUST 2010	21
2.2.1	<i>Korngrößenverteilung der Sedimentablagerungen (03.08.2010)</i>	22
2.2.2	<i>Bewertung Stoffhaushalt und Schadstoffbelastung (03.08.2010)</i>	22
2.2.3	<i>Bewertung ökotoxikologisches Potenzial (03.08.2010)</i>	26
2.3	ERGEBNISSE EINER SEDIMENTBEPROBUNG IM MÄRZ 2011 UND DURCHFÜHRUNG DER 5. UNTERHALTUNGSKAMPAGNE IM ZEITRAUM MÄRZ BIS APRIL 2011	28
2.3.1	<i>Korngrößenverteilung der Sedimentablagerungen (22.03.2011)</i>	29
2.3.2	<i>Bewertung Stoffhaushalt und Schadstoffbelastung (22.03.2011)</i>	29
2.3.3	<i>Bewertung ökotoxikologisches Potenzial (22.03.2011)</i>	33
2.3.4	<i>Baggerkampagne zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs</i>	35

3 ÜBERPRÜFUNG DER AUSWIRKUNGSPROGNOSEN DES SEDIMENTFANGS VOR WEDEL (EBENE 2) 39

3.1	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE AUS ZWISCHENBERICHT 2009 (BfG, 2010)	39
3.2	WIRKSAMKEIT SEDIMENTFANG	42
3.3	HYDRAULIK UND HYDROLOGIE	43
3.3.1	<i>Überprüfung der Auswirkungsprognose Strömungsgeschwindigkeit</i>	43
3.3.2	<i>Auswirkungen des Sedimentfangs auf den Wasserstand</i>	46
3.4	MORPHOLOGIE	47
3.4.1	<i>Überprüfung der Auswirkungsprognose Baggergutmenge und -beschaffenheit</i>	48

3.4.2	<i>Überprüfung der Auswirkungsprognose Sedimentationsraten.....</i>	56
3.4.3	<i>Überprüfung der Auswirkungsprognose Geometrie des Sedimentfangs</i>	60
3.4.4	<i>Überprüfung der Auswirkungsprognose Sedimentkonzentration</i>	60
3.5	SCHADSTOFFBELASTUNG UND DAS ÖKOTOXIKOLOGISCHE POTENZIAL DER SEDIMENTE	63
3.5.1	<i>Überprüfung der Auswirkungsprognose Herkunft der Sedimente.....</i>	64
3.5.2	<i>Überprüfung Auswirkungsprognose Schadstoffkonzentration und ökotoxikologisches Potenzial.....</i>	64
3.6	SAUERSTOFF- UND NÄHRSTOFFHAUSHALT	71
3.6.1	<i>Generelle Einordnung der Sauerstoffgehalte in der Tideelbe im Jahr 2010 und im 1. Halbjahr 2011</i>	71
3.6.2	<i>Betrachtung der Baggerzeiträume 2010 und 2011.....</i>	74
3.6.3	<i>Zusammenfassende Beurteilung</i>	74
3.7	SCHUTZGEBIETE	75
3.8	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE ZU DEN FACHSPEZIFISCHEN AUSWIRKUNGSPROGNOSEN	76
4	MONITORINGKONZEPT	79
4.1	MODIFIKATION DER MONITORINGMAßNAHME NR. 1 (SEDIMENTBEPROBUNG DURCH GREIFERPROBEN)	82
4.2	MODIFIKATION DER MONITORINGMAßNAHME NR. 2 (FREIGABEUNTERSUCHUNG)	82
4.3	MODIFIKATION DER MONITORINGMAßNAHME NR. 4 (DAUERMESSSTATIONEN AN 4 POSITIONEN)	82
4.4	ERGÄNZUNG MONITORINGMAßNAHMEN NR. 8 UND NR. 9 DURCH EINMALIGE MESSKAMPAGNE ZU SEDIMENTDICHTEN UND –HORIZONTEN	83
5	BERICHTERSTATTUNG ÜBER DAS MONITORINGPROGRAMM	84
6	LITERATUR	85
7	ANHANG	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1: Übersicht über Termine, Zeiträume und die wesentlichen Inhalte der Berichterstattung über den Sedimentfang vor Wedel	7
Tabelle 2-1: Schadstoffbelastungen nach HABAK-WSV (BfG, 1999) bzw. BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW et al., 2001), Probenahme 03.03.2010	12
Tabelle 2-2: Schadstoffbelastungen nach GÜBAK (ANONYMUS, 2009), Probenahme 03.03.2010	13
Tabelle 2-3: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der limnischen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggereguts aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAB-WSV, Probenahmedatum 03.03.2010	17
Tabelle 2-4: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der marinen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggeregutes aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAK-WSV, Probenahmedatum 03.03.2010	17
Tabelle 2-5: Steckbrief Lelystad (Quelle: www.vanoord.com)	18
Tabelle 2-6: Zusammenfassung der Baggeregutmengen und –eigenschaften aus der 4. Unterhaltung des Sedimentfangs im Zeitraum 31.03.2010 bis zum 27.04.2010 (Datenquelle HPA), Hinweis: TS = Trockensubstanz	20
Tabelle 2-7: Schadstoffbelastungen nach HABAK-WSV (BfG, 1999) bzw. BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW et al., 2001), Probenahme 03.08.2010	23
Tabelle 2-8: Schadstoffbelastungen nach GÜBAK (ANONYMUS, 2009), Probenahme 03.08.2010	24
Tabelle 2-9: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der limnischen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggeregutes aus dem Sedimentfang bei Wedel, Probenahmedatum 03.08.2010	26
Tabelle 2-10: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der marinen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggeregutes aus dem Sedimentfang bei Wedel, Probenahmedatum 03.08.2010	27
Tabelle 2-11: Schadstoffbelastungen nach HABAK-WSV (BfG, 1999) bzw. BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW et al., 2001), Probenahme 22.03.2011	30
Tabelle 2-12: Schadstoffbelastungen nach GÜBAK (ANONYMUS, 2009), Probenahme 22.03.2011	31
Tabelle 2-13: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der limnischen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggeregutes aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAB-WSV (BfG, 2000), Probenahmedatum 22.03.2011	33
Tabelle 2-14: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der marinen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggereguts aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAK-WSV, Probenahmedatum 22.03.2011	34
Tabelle 2-15: Steckbrief Alexander von Humboldt (Quelle: Jan De Nul)	35
Tabelle 2-16: Zusammenfassung der Baggeregutmengen und –eigenschaften aus der 5. Unterhaltung des Sedimentfangs im Zeitraum 31.03.2011 bis zum 20.04.2011 (Datenquelle HPA), Hinweis: TS = Trockensubstanz	37
Tabelle 3-1: Ergebnisse der Überprüfung von Wirksamkeit und Auswirkungen des Sedimentfangs vor Wedel (aus BfG, 2010)	40

Tabelle 3-2: Zusammenfassung der Laderaumvolumina [m³] und Feststoffmassen [t Trockensubstanz, TS] an Sedimenten, die bei Herstellung und Unterhaltung des Sedimentfangs gebaggert und umgelagert worden sind. Zusätzlich erfasst wird die im Bereich Wedel zur Sicherung der Fahrwassertiefe anfallende Baggergutmenge.	51
Tabelle 3-3: Fraktionsspezifische Mittelwerte der prozentualen Gewichtsanteile	54
Tabelle 3-4: Zeiträume eines voll hergestellten bzw. voll gefüllten Sedimentfangs	56
Tabelle 3-5: Vergleich der mittleren Trübungsverhältnisse an den Dauermessstationen D1, SF-West, SF-Süd und SF-Nord	62
Tabelle 3-6: Mittelwerte sowie gemittelte Tagesminima an der Dauermessstation D1 im Jahr 2010	71
Tabelle 3-7: Mittelwerte sowie gemittelte Tagesminima an der Dauermessstation D1 im 1. Halbjahr 2011	71
Tabelle 3-8: Zusammenfassung der Ergebnisse (Monitoringzeitraum Juni 2008 bis August 2011) zu den fachspezifischen Auswirkungsprognosen	76
Tabelle 4-1: Übersicht über das Monitoringprogramm	80
Tabelle 5-1: Gesamtanzahl Naturmesskampagnen bis einschließlich August 2011 im Zuge des Sedimentfangmonitorings	84

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Übersichtskarte Tideelbe (BfG, 2008d)	3
Abbildung 1-2: Baggergutmengenentwicklung in der Delegationsstrecke (Quelle HPA)	4
Abbildung 2-1: Übersicht Probennahmepunkte und mittlerer Korngrößendurchmesser bei Sedimentbeprobung am 03.03.2010	10
Abbildung 2-2 : Peilung vom 17. / 19. März 2010 vor Beginn der Baggerarbeiten zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs	19
Abbildung 2-3: Peilung vom 28. April 2010 nach Abschluss der Baggerarbeiten zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs	19
Abbildung 2-4: Übersicht Probennahmepunkte und mittlerer Korngrößendurchmesser bei Sedimentbeprobung am 03.08.2010	21
Abbildung 2-5: Übersicht Probennahmepunkte bei Sedimentbeprobung am 22.03.2011	28
Abbildung 2-6: Peilung vom 15. / 18. März 2011 vor Beginn der Baggerarbeiten zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs	36
Abbildung 2-7: Peilung vom 5. / 6. Mai 2011 nach Abschluss der Baggerarbeiten zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs	36
Abbildung 3-1: Lage der Dauermessstellen D1, SF West, SF Nord und SF Süd im Bereich des Sedimentfangs vor Wedel.....	43
Abbildung 3-2: Über die Flut- bzw. Ebbstromphase mittleren, sohlnahen Strömungsgeschwindigkeiten an der Dauermessstation D1, Zeitraum April 2009 bis Juni 2011	45
Abbildung 3-3: Über die Ebbstromphase mittleren, sohlnahen Strömungsgeschwindigkeiten an den Dauermessstation D1 und SF West, Zeitraum April 2008 bis Juni 2011 (D1) bzw. Dez 2010 (SF West).....	46
Abbildung 3-4: Mittlere Monatswerte Tidehoch- und Tideniedrigwasser an den zum Sedimentfang benachbarten Pegeln Lühort, Schulau und Stadersand	47
Abbildung 3-5: Entwicklung der Mengen an gebaggerten Feinsedimenten (Feinsand und Schluff) von 2001 – 2010 gemäß Baggergutmengenstatistik der WSÄ Hamburg und Cuxhaven sowie HPA. Durch Wasserinjektionsverfahren umgelagertes Gros sediment ist in dieser Statistik mengenmäßig nicht erfasst.	49
Abbildung 3-6: Monatsmittelwerte für den Oberwasserzufluss am binnenseitigen Pegel Neu-Darchau (Elbe-km 536,44), Quelle BfG (2010).....	50
Abbildung 3-7: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Sedimentbeprobungen vom 03.03.2010 mit den Ergebnissen der Nullbeprobung vom 07.03.2008	53
Abbildung 3-8: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Sedimentbeprobungen vom 22.03.2011 mit den Ergebnissen der Nullbeprobung vom 07.03.2008	53
Abbildung 3-9: Mittelwerte (Punkt) und Quantile (95 %, 75 %, 50 %, 25 % und 5 %) des auf Korngrößenverteilung untersuchten Baggerguts vor erstmaliger Herstellung des Sedimentfangs (Nullbeprobung) und jeder nachfolgenden Freigabe- bzw. Sedimentbeprobung	55
Abbildung 3-10: Einfluss unterschiedlicher Befüllungszustände des Sedimentfangs auf das Sedimentationsgeschehen innerhalb des Sedimentfangs.....	57

Abbildung 3-11: Wassertemperatur und Oberwasserabfluss an Pegel Neu-Darchau bei Erfassung Sedimentationsrate (links), resultierender Einfluss Zustand Sedimentfang auf Sedimentationsgeschehen im eigenen Maßnahmenbereich (rechts)	58
Abbildung 3-12: Über die Flutphase gemittelte Trübungswerte, Dauermessstationen D1, SF West, SF Nord und SF Süd, Zeitraum 4. Unterhaltungskampagne Sedimentfang	60
Abbildung 3-13: Über die Ebbephase gemittelte Trübungswerte, Dauermessstationen D1, SF West, SF Nord und SF Süd, Zeitraum 4. Unterhaltungskampagne Sedimentfang (dargestellt in Abbildung als grün schraffierter Bereich)	61
Abbildung 3-14: Entwicklung der tiefengemittelten Schwermetallbelastung von Zink und Kupfer in Sedimentkernen aus dem Sedimentfang vs. Referenzbelastung an der BfG-Dauermessstelle Wedel (Proben der Jahre 2008 bis 2010 von schwebstoffbürtigem Sediment, We 08-10). Alle Schwermetalle gemessen in der Fraktion < 20 µm.....	65
Abbildung 3-15: Entwicklung der tiefengemittelten Schwermetallbelastung von Cadmium und Quecksilber in Sedimentkernen aus dem Sedimentfang vs. Referenzbelastung an der BfG-Dauermessstelle Wedel (Proben der Jahre 2005 bis 20097 sowie 2008 bis 2010 von schwebstoffbürtigem Sediment, We 05-07 bzw. We 08-10). Alle Schwermetalle gemessen in der Fraktion < 20 µm.....	66
Abbildung 3-16: Gehalte von Cadmium, gemessen in schwebstoffbürtigem Sediment an der BfG Dauermessstation Wedel (Elbe-km 642).....	67
Abbildung 3-17: Entwicklung Belastung der Sedimente mit organischen Schadstoffen im Vergleich zur Referenzbelastung (Mittelwert der Jahre 2008-2010 bzw. 2005-2007), gemessen an schwebstoffbürtigem Sediment an der BfG-Dauermessstelle Wedel (Elbe-km 642). Alle organischen Schadstoffe normiert anhand der Fraktion < 20 µm.....	68
Abbildung 3-18: Gehalte von HCB, gemessen in schwebstoffbürtigem Sediment an der BfG Dauermessstation Wedel (Elbe-km 642)	69
Abbildung 3-19: Tagesmittelwerte des Sauerstoffgehaltes an der Station D1 im Vergleich mit den Stationen Bunthaus, Seemannshöft und Blankenese (betrieben durch FGG Elbe) sowie die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu-Darchau im Jahr 2010	73
Abbildung 3-20: Tagesmittelwerte des Sauerstoffgehaltes an der Station D1 und im Vergleich mit den Stationen Bunthaus, Seemannshöft und Blankenese (betrieben durch FGG Elbe) sowie die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu-Darchau im 1. HJ 2011	73
Abbildung 3-21: Sauerstoffgehalte (5 min. Messwerte) an der Station D1 im Baggerzeitraum während der 4. Unterhaltung des Sedimentfangs, 31.03.-27.04.2010.....	74

Abkürzungsverzeichnis

α -HCH - α -Hexachlorcyclohexan

ADCP - Acoustic Doppler Current Profiler

ARGE Elbe – Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe

BAW - Bundesanstalt für Wasserbau

BfG - Bundesanstalt für Gewässerkunde

BLABAK - Bund-Länder-Arbeitskreis Baggergut Küste

BMVBW (heute: BMVBS) - Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen

FFH - Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (92/43/EWG)

GÜBAK - Gemeinsamen Übergangsbestimmungen für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich

HABAB - Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenbereich

HABAK - Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich

HCB - Hexachlorbenzol

HPA - Hamburg Port Authority

PAK - Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

p,p'- DDD - Dichlordiphenyldichlorethan

p,p'- DDE - Dichlordiphenyldichlorethylen

TBT - Tributylzinnverbindungen

TOC - Total Organic Carbon

SKN - Seekartennull

WSA Hamburg - Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg

WSA Cuxhaven - Wasser- und Schifffahrtsamt Cuxhaven

WSD Nord – Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord

WSV - Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

Bundesanstalt
für
Gewässerkunde

Monitoring der
morpho-
logischen, ökolo-
gischen und
naturschutz-
fachlichen
Auswirkungen
eines Sediment-
fangs vor Wedel
an der Tidelbe

Zusammenfassung

Im Frühjahr 2008 ist an der Tideelbe unterhalb der hamburgischen Landesgrenze vor Wedel erstmals ein Sedimentfang hergestellt worden. Bis zum Zeitpunkt der Berichterstattung ist dieser bislang in fünf Baggerkampagnen unterhalten worden. Dabei wurden insgesamt ca. 5 Mio. m³ Laderaumvolumen an Feinsedimenten gebaggert und stromab im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 umgelagert. Die Maßnahme Sedimentfang ist integraler Bestandteil des im Jahr 2008 von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) und der Hamburg Port Authority (HPA) beschlossenen Strombau- und Sedimentmanagementkonzeptes, welches zugleich eine gemeinsame Handlungsgrundlage und ein nachhaltiges Entwicklungskonzept für die Tideelbe ist.

Mit der Herstellung des Sedimentfangs soll versucht werden, stromauf transportierte Sedimente mariner Herkunft gezielt abzufangen, bevor sie den Hamburger Hafen erreichen und sich dort mit höher belasteten Sedimenten vermischen. Damit werden vor allem drei Ziele verfolgt:

- (1) Es soll durch diese Maßnahme die Baggergutmenge im Bereich des Hamburger Hafens reduziert werden.
- (2) Die im Sedimentfang gebaggerten Sedimente sollen aufgrund ihres hohen marinen Anteils eine vergleichsweise geringe Schadstoffbelastung aufweisen und können daher in weiter stromabwärts gelegene Umlagerungsstellen verbracht werden.
- (3) Es sollen die Baggeraktivitäten im Bereich des Sedimentfangs wirtschaftlich und zeitlich konzentriert werden.

Dieser Sedimentfang ist ein Pilotversuch und zugleich ein großangelegter, praktischer Test für die Realisierung dieses innovativen Bausteins für ein ganzheitliches Sedimentmanagementkonzept unter quantitativen und qualitativen Aspekten. Der vorliegende Zwischenbericht 2010/2011 informiert über die fortgesetzten Auswertungen zu möglichen Auswirkungen des Sedimentfangs auf die Umwelt durch Herstellung und Betrieb. Grundlage für die Auswertungen sind die im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) beschriebenen ersten Ergebnisse in Verbindung mit neuen Messdaten, die teilweise bis August 2011 im begleitenden Monitoringprogramm erhoben worden sind. Des Weiteren wird der hier vorliegende Zwischenbericht 2010/2011 über die 4. und 5. Unterhaltungskampagne des Sedimentfangs berichten, die in den Frühjahren 2010 und 2011 durchgeführt worden sind.

Die HPA hat die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) mit der Berichterstattung und Auswertung aller im Rahmen des Monitoringprogramms zum Sedimentfang erhobenen Daten beauftragt. Ein Abschlussbericht, welcher eine zusammenfassende Beurteilung der Wirksamkeit und den Auswirkungen der untersuchten Maßnahme Sedimentfang gibt, wird zum Jahresanfang 2012 erscheinen.

Bundesanstalt
für
Gewässerkunde

Monitoring der
morpholo-
gischen, ökolo-
gischen und
naturschutz-
fachlichen
Auswirkungen
eines Sediment-
fangs vor Wedel
an der Tidelbe

1 Veranlassung

Das Elbeästuar ist als Wasserstraße ausgebaut und verbindet, neben kleineren Häfen wie Cuxhaven, Brunsbüttel, Glückstadt oder Stade, den Hamburger Hafen mit der Nordsee (siehe Abbildung 1-1).

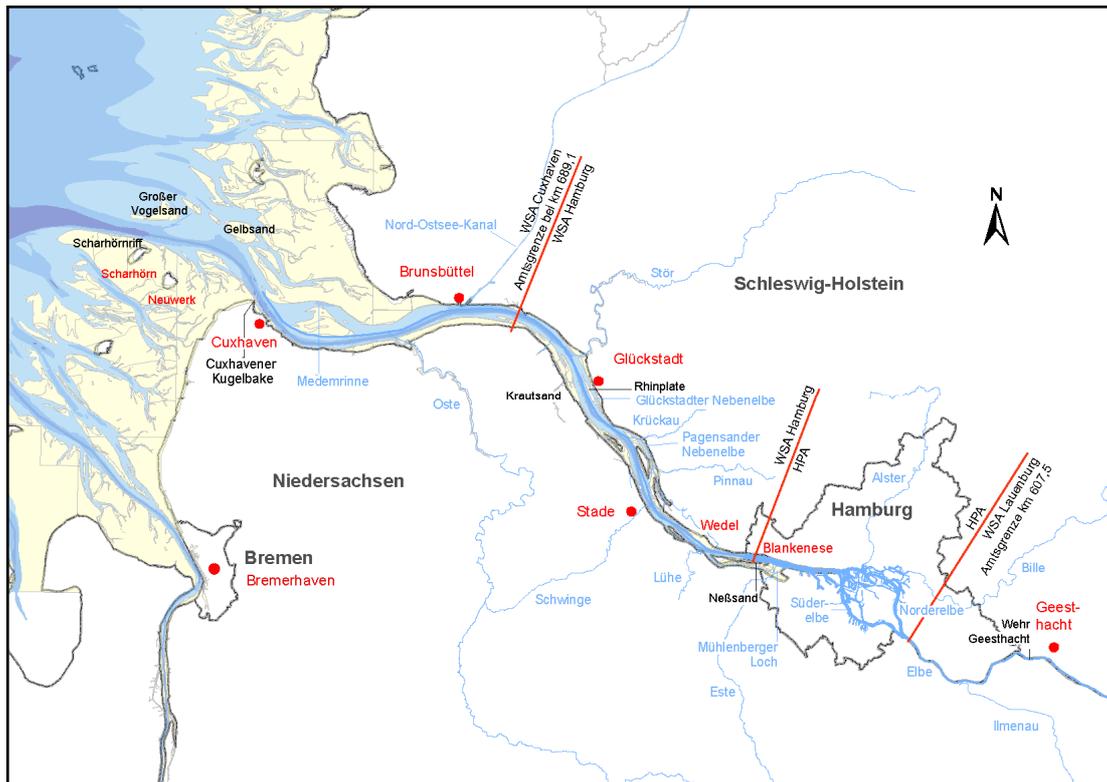


Abbildung 1-1: Übersichtskarte Tidelbe (BfG, 2008)

Die letzte Fahrrinnenanpassung im Jahr 1999 ermöglicht heute die Passage von Schiffen mit einem Tiefgang von maximal 14,80 m (einlaufende Schiffe) bzw. 13,50 m (auslaufende Schiffe), tideunabhängig von Schiffen mit maximal 12,50 m Tiefgang. Die Sicherstellung der planmäßigen Wassertiefen erfordert von jeher kontinuierliche Unterhaltungsarbeiten sowohl im Hauptstrom der Tidelbe als auch im Hamburger Hafen. Das dabei anfallende Baggergut wird zum großen Teil im System umgelagert, d.h. an eine andere Stelle im Tidelbeverlauf verbracht.

Seit dem Jahr 2000 war im Vergleich zur Vergangenheit ein erheblicher Anstieg der Baggergutmengen im Zuständigkeitsbereich der HPA (Delegationsstrecke und Hamburger Hafen, siehe Abbildung 1-2) sowie eine Verlagerung von Baggerschwerpunkten im Bereich der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) nach weiter stromaufwärts (Abschnitt vor Wedel) zu beobachten.

Baggermengen 2000 bis 2010

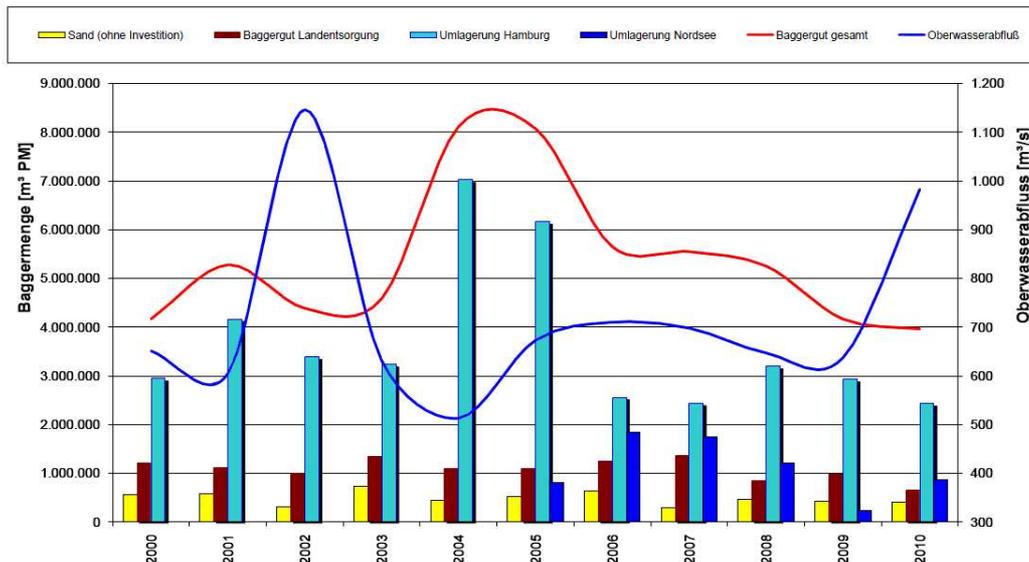


Abbildung 1-2: Baggergutmengenentwicklung in der Delegationsstrecke (Quelle HPA)

Der Anstieg der Baggergutmengen sowie die Verlagerung von Baggerschwerpunkten stellen nicht nur eine wirtschaftliche Herausforderung dar, sondern sind auch aus ökologischer und naturschutzfachlicher Sicht sowie vor dem Hintergrund der Umsetzung europäischer und nationaler Gewässer-, Meeres- und Naturschutzrichtlinien einer kritischen Betrachtung zu unterziehen. Jede Unterhaltungsbaggerung, die mit der Umlagerung von Sedimenten an eine andere Stelle im Gewässer verbunden ist, muss besonders vor dem Hintergrund von Sauerstoffzehrung und der bestehenden - obwohl seit der Wiedervereinigung stark zurückgegangenen - Schadstoffbelastung der feinkörnigen Anteile und den damit verbundenen Einträgen dieser Stoffe in die Umwelt beurteilt werden. Es sei an dieser Stelle auf die folgenden Berichte hingewiesen, welche den gegenwärtigen Wissensstand zur Feststoffdynamik im Bereich der Tidelbe zusammenfassen.

- Bundesanstalt für Gewässerkunde (2008). WSV-Sedimentmanagement Tidelbe, Strategien und Potenziale – eine Systemstudie. Ökologische Auswirkungen der Umlagerung von Wedeler Baggergut, BfG-1584
- GKSS-Forschungszentrum Geesthacht (2007). Sedimenttransportgeschehen in der tidebeeinflussten Elbe, der Deutschen Bucht und in der Nordsee, GKSS 2007-20

1.1 Planung und Einvernehmen zum Sedimentfang

Als Reaktion auf den Anstieg der Baggergutmengen im Hamburger Hafen und die Verlagerung der Baggerschwerpunkte im oberen Bereich der Bundeswasserstraßen seit dem Jahr 2000 haben die HPA und die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) ein gemeinsames Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tidelbe erarbeitet (HPA

& WSV, 2008). Dieses Konzept wird durch die Freie und Hansestadt Hamburg sowie die Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein ausdrücklich unterstützt (Freie und Hansestadt Hamburg et al., 2008). Es sieht einen „breiten Strauß“ von Maßnahmen vor, unter anderem die Herstellung eines ersten Sedimentfangs unterhalb (stromab) der hamburgischen Landesgrenze. Grundlage hierfür ist eine Vereinbarung vom 23.04.2008 zwischen der HPA und dem Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg (WSA Hamburg) zur Einrichtung eines Sedimentfanges im Rahmen der Unterhaltung (WSA Hamburg & HPA, 2008). Dieser sollte vor Wedel in der Fahrrinne von ca. Elbe-km 642 bis 644 hergestellt werden (WSA Hamburg & HPA, 2008). Rechtlich eingeordnet ist der Sedimentfang eine Maßnahme zur Substanzerhaltung des Verkehrswegs.

1.2 Monitoringkonzept Sedimentfang

Der Sedimentfang vor Wedel ist ein Pilotversuch und zugleich ein großangelegter, praktischer Test für die Realisierung eines innovativen Bausteins für ein ganzheitliches Strombau- und Sedimentmanagementkonzept. Für eine solche Maßnahme liegen bislang keine vergleichbaren Erfahrungen an der Tidelbe oder anderen Tideflussbereichen vor (HPA, 2008). Daher wurde von der HPA in Abstimmung mit der Wasser- und Schifffahrtsdirektion (WSD) Nord, den WSÄ Hamburg und Cuxhaven, der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) ein speziell auf den Sedimentfang bezogenes Monitoringkonzept zur Überwachung und Beurteilung seiner möglichen Auswirkungen durch Herstellung und Betrieb sowie zur Überprüfung dessen Wirksamkeit beschlossen (WSA Hamburg & HPA, 2008). Das Monitoringkonzept umfasst die Überprüfung der morphologischen und in Teilen ökologischen Auswirkungen und ist detailliert im Bericht 2008 (BfG, 2009) dieser Berichtsreihe beschrieben.

Seit März 2008 werden im Wesentlichen die Auswirkungen des Sedimentfangs auf die Hydrologie und Morphologie, Nährstoff- und Sauerstoffhaushalt, auf Schadstoffbelastung, ökotoxikologische Wirkungen sowie, soweit möglich, den Naturschutz im Umfeld des Sedimentfangs untersucht. Das Monitoringkonzept umfasst ein nachgeschaltetes Auswerteprogramm, das in drei Ebenen gegliedert ist, die auch rechtlich unterschiedlich einzuordnende Aspekte enthalten.

Ebene 1 (Freigabeuntersuchung) beinhaltet die verbindliche Freigabeuntersuchung anhand der Handlungsanweisung der WSV für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich HABAK-WSV (BfG, 1999) sowie dem BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW, 2001)¹ vor der Herstellung und jeder Unterhaltung des Sedimentfangs.

Ebene 2 (Auswirkungsprognosen) beinhaltet die Auswertung der Monitoringdaten, welche die morphologische Wirksamkeit des Sedimentfangs vor Wedel im Sinne eines Maßnahmen-

¹ Künftige Freigaben werden nach den mit Erlass des BMVBS vom 18.11.2009 eingeführten „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in Küstengewässern“ erfolgen.

erfolgs prüft sowie die ökologischen Belange und relevanten Auswirkungen des Sedimentfangs auf den Naturraum Tideelbe (einschließlich Natura2000/FFH) beurteilt.

Ebene 3 (Verbesserung des Prozessverständnisses) beinhaltet ein weitergehendes Auswerteprogramm, welches grundsätzlich zu einer Verbesserung des Systemverständnisses über den Sedimenttransport in diesem Bereich der Tideelbe beitragen soll.

1.3 Inhalte und Gliederung des Zwischenberichts 2010/2011

Der Gesamtbericht setzt sich aus mehreren Teilberichten zusammen, die in regelmäßigen Abständen über die Baggerarbeiten zur Herstellung und Unterhaltung des Sedimentfangs, das begleitende Monitoringprogramm und die Auswertergebnisse in den Ebenen 1 bis 3 informieren. Der vorliegende Zwischenbericht 2010/2011 umfasst einen Berichtszeitraum, der von Januar 2010 bis August 2011 reicht. Zugleich berücksichtigt der Bericht die im vorangegangenen Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) dokumentierten Ergebnisse zu den Monitoringdaten im Zeitraum März 2008 - vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs - bis Dezember 2009. Der Abschlussbericht zum Jahresanfang 2012 wird dann alle Ergebnisse zu einer Beurteilung der Wirksamkeit und der Auswirkungen zusammenfassen. Die Untersuchungen der Ebene 3 waren inhaltlicher Schwerpunkt im Bericht 2009 (BfG, 2011) gewesen. Die nachfolgende Tabelle 1-1 gibt einen Überblick über die Teilberichte, deren thematischen Schwerpunkte und Veröffentlichungstermine.

Tabelle 1-1: Übersicht über Termine, Zeiträume und die wesentlichen Inhalte der Berichterstattung über den Sedimentfang vor Wedel

Bericht	Themenschwerpunkte und Zuordnung zu den Ebenen	Berichtszeitraum & (Datum der Veröffentlichung)
Bericht 2008 (veröffentlicht) ²	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erläuterung: <ul style="list-style-type: none"> - Hintergründe - Gesamtbericht - Monitoringkonzept ▪ Auswerteprogramm ▪ Berichterstattung Ebene 1: <ul style="list-style-type: none"> - Freigabeuntersuchung - Herstellung Sedimentfang - Zuordnung Monitoringmaßnahmen zu Ebenen des Auswerteprogramms 	Anfang 2008 bis Herstellung Sedimentfang im Juni 2008 (<i>Oktober 2009</i>)
Zwischenbericht 2009 (veröffentlicht) ²	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition Referenzzustand vor Herstellung Sedimentfang ▪ Berichterstattung Ebene 1: <ul style="list-style-type: none"> - Freigabeuntersuchung - Unterhaltung Sedimentfang ▪ Berichterstattung Ebene 2: <ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung Auswirkungsprognose 	März 2008 bis Dezember 2009 (<i>Juli 2010</i>)
Bericht 2009/2010 (veröffentlicht) ²	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zwischenergebnisse Auswertung Feststofftransport und Schwebstoffdynamik (Ebene 3) ▪ Vorläufige Schlussfolgerungen 	März 2008 bis Dezember 2010 (<i>Mai 2011</i>)
Zwischenbericht 2010 / 2011 (dieser Bericht)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berichterstattung Ebene 1: <ul style="list-style-type: none"> - Freigabeuntersuchung - Unterhaltung Sedimentfang ▪ Berichterstattung Ebene 2: <ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung Auswirkungsprognose 	Januar 2010 bis August 2011 (<i>Januar 2012</i>)
Abschlussbericht	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abschließende Beurteilung <ul style="list-style-type: none"> - Wirksamkeit und Auswirkungen des Sedimentfangs (Ebenen 1 bis 2) ▪ Darstellung einer erweiterten Wissensbasis über Feststofftransport und Schwebstoffdynamik (Ebene 3) ▪ Schlussfolgerungen ▪ Abschließende Empfehlungen und Ausblick 	März 2008 bis August 2011 (<i>April 2012</i>)

² Die bereits veröffentlichten Teilberichte können im Internet heruntergeladen werden unter:
<http://www.tideelbe.de/167-0-Sedimentfang.html>
<http://www.Portal-Tideelbe.de/Projekte/StromundSediTideelbe/SedWedel/index.html>

2 Freigabeuntersuchung (Ebene 1) und Unterhaltung des Sedimentfangs vor Wedel

Der Sedimentfang vor Wedel wurde erstmalig im Frühjahr 2008 hergestellt. Die Ergebnisse der dieser Herstellung des Sedimentfangs vorangegangenen Nullbeprobung des Sedimentinventars sind Bestandteil des ersten Teilberichts (siehe BfG, 2009). Der Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) informiert über die Ergebnisse der bis Dezember 2009 durchgeführten Freigabeuntersuchungen, die in den folgenden Zeiträumen stattgefunden haben:

- Erstmalige Herstellung Sedimentfang vom 05. Mai 2008 bis 23. Juni 2008
- 1. Unterhaltung Sedimentfang vom 21. Oktober 2008 bis 24. November 2008
- 2. Unterhaltung Sedimentfang vom 05. April 2009 bis 13. Mai 2009
- 3. Unterhaltung Sedimentfang vom 17. August 2009 bis 30. August 2009

In dem aktuellen Berichtszeitraum Januar 2010 bis einschließlich August 2011 ist der Sedimentfang 2-mal in den nachfolgenden Zeiträumen unterhalten, d.h. wiederhergestellt worden.

- 4. Unterhaltungskampagne vom 31. März 2010 bis 27. April 2010
- 5. Unterhaltungskampagne vom 31. März 2011 bis 20. April 2011

Während jeder Unterhaltung wurde der Sedimentfang in einer mehrwöchigen Baggerkampagne geräumt (Solltiefe -16,30 m SKN). Das Baggergut ist an die jeweils durch die WSV zugewiesene Verbringstelle umgelagert worden. Hierzu wurde bis einschließlich der 3. Unterhaltung des Sedimentfangs vor jeder Baggerung das Baggergut auf der Basis der Handlungsanweisung der WSV für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich HABAK-WSV (BfG, 1999) sowie dem BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW et al., 2001) untersucht. Die Untersuchungen des Baggerguts vor der 4. und 5. Unterhaltung des Sedimentfangs erfolgten anhand der Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (ANONYMUS, 2009), welche seit November 2009 anstatt der HABAK-WSV (BfG, 1999) Anwendung finden. Im nachfolgenden Text werden diese Bestimmungen als GÜBAK bezeichnet.

Zur Gewährleistung von Kontinuität und einer Vergleichbarkeit der Ergebnisse untereinander werden nachfolgend die Belastungswerte sowohl nach der alten HABAK-WSV als auch nach den zurzeit gültigen GÜBAK eingeordnet. Dabei ist zu beachten, dass die organischen Schadstoffe nach HABAK-WSV auf die Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ normiert werden und nach GÜBAK auf die Fraktion $< 63 \mu\text{m}$. Eine entsprechende Darstellung der Ergebnisse erfolgt in den nachfolgenden Tabellen sowie im Anhang. Alle Ergebnisse beziehen sich auf die Trockensubstanz (TS) der Proben. Die Nährstoffgehalte werden für die Gesamtprobe ($< 2 \text{ mm}$) angegeben.

Die Einstufungen der Schadstoffbelastungen in die drei Fälle nach HABAK-WSV bzw. GÜBAK sind gekennzeichnet:

- Fall 1 (Konzentration < Richtwert 1) Grün
- Fall 2 (Richtwert 1 < Konzentration < Richtwert 2) Gelb
- Fall 3 (Konzentration > Richtwert 2) Rot

Die nachfolgenden Tabellen enthalten außerdem weitere zur Bewertung der aktuellen Ergebnisse herangezogene Schadstoffdaten: die mittleren Schadstoffgehalte, die im schwebstoffbürtigen Sediment an der Dauermessstation Wedel der BfG ermittelt wurden sowie die mittlere Belastung von Sedimenten aus der Nullbeprobung vom März 2008 im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs (siehe Tabelle 2-1 in BfG, 2009). Bei Messwerten unterhalb der Bestimmungsgrenze wurde der Absolutwert dieses Wertes für weitere Berechnungen wie Summenbildung oder Korngrößenkorrekturen verwendet. Korngrößenkorrigierte Ergebnisse, die aus Messwerten kleiner der Bestimmungsgrenze berechnet wurden, sind kursiv und rot gekennzeichnet. Solche Werte führen nicht zu einer Einstufung in den Fall 3 nach HABAK-WSV bzw. GÜBAK und sind in den nachfolgenden Tabellen nicht rot unterlegt.

Über die Ergebnisse der Freigabeuntersuchungen und über die Durchführung der 4. und 5. Unterhaltungskampagne soll im Folgenden berichtet werden. Ergänzend werden in den Kapiteln 2.2 und 2.3 die Ergebnisse zusätzlicher Sedimentbeprobungen vom August 2010 und März 2011 dargestellt. Diesen Beprobungen und der 5. Unterhaltungskampagne vorausgegangen ist ein Beschluss zur Fortschreibung des Monitoringkonzepts (siehe Kapitel 4.2). Dieser Beschluss sieht fortan eine Gültigkeit der Freigabeuntersuchung von 3 Jahren vor. Daher ist die 5. Unterhaltungskampagne auf Grundlage und Beurteilung der Ergebnisse der letztmalig im März 2010 erfolgten Freigabeuntersuchung erfolgt (siehe Kapitel 2.1).

2.1 Ergebnisse der Freigabeuntersuchung und Durchführung der 4. Unterhaltungskampagne im Zeitraum März bis April 2010

Eine Freigabeuntersuchung der im Sedimentfang abgelagerten Sedimente mittels Kolbenlot an 16 Positionen (siehe Abbildung 2-1) im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs zwischen Elbe-km 641,8 und 643,8 wurde vor Beginn der Baggerungsarbeiten am 03. März 2010 durchgeführt. Es konnte das Baggergut über eine Schnittiefe von bis zu 180 cm beprobt und analysiert werden. Aus technischen Gründen wurden die darunter liegenden Schichten im Rahmen dieser Kampagne nicht erfasst.

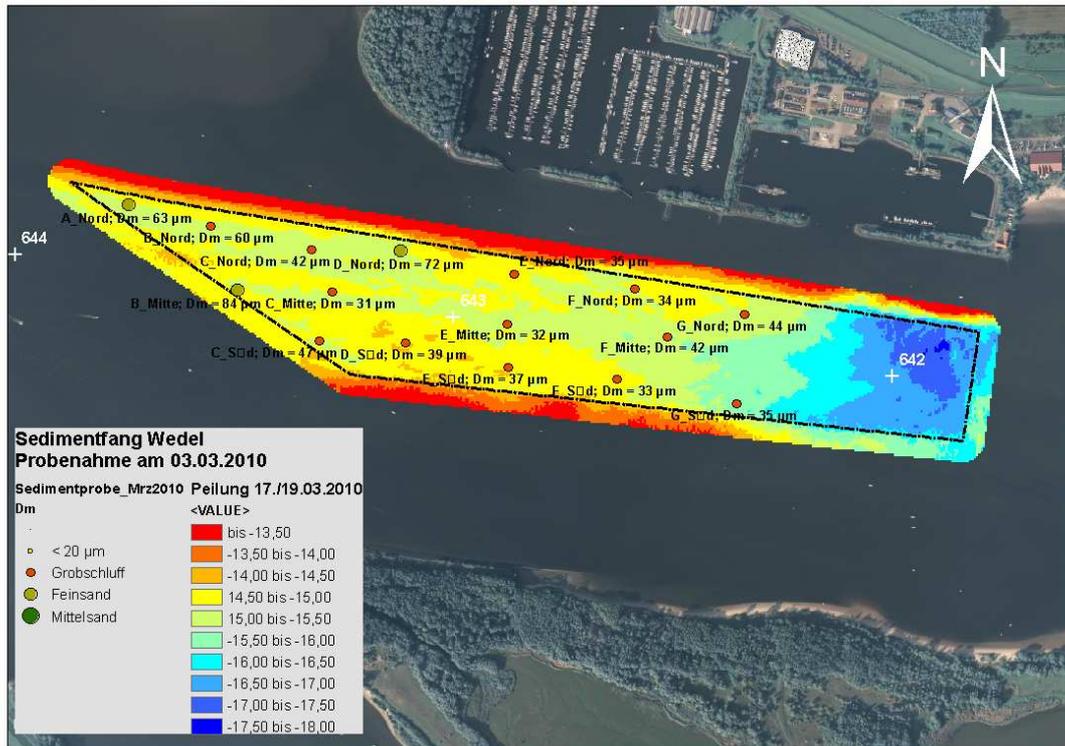


Abbildung 2-1: Übersicht Probenahmepunkte und mittlerer Korngrößendurchmesser bei Sedimentbeprobung am 03.03.2010

2.1.1 Korngrößenverteilung der Sedimentablagerungen (03.03.2010)

Im Bereich des Sedimentfangs wurden überwiegend schluffig-feinsandige Sedimentablagerungen angetroffen. Die Sedimentproben mit den höchsten Feinsandanteilen von bis zu 61 Gew.-% wurden in der nordwestlichen Spitze des Sedimentfangs erfasst. Bezogen auf den mittleren Korngrößendurchmesser (berechnet nach Folk & Ward, 1957) wurden die feinsten Sedimente in Fahrrinnenmitte um Elbe-km 643 erfasst. Im Vergleich mit dem Sedimentinventar vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs (Nullbeprobung im März 2008) stellt man fest, dass es vergleichbar zu den ersten drei Freigabebeprobungen (vgl. BfG, 2009 und BfG, 2010) zu einem signifikanten Anstieg der Schluffanteile im Sediment zu Lasten der Feinsandanteile gekommen ist. Der östliche Bereich des Sedimentfangs bei Elbe-km 642 ist durch die Freigabebeprobung nicht erfasst worden. Aus 2-monatlichen Greiferbeprobungen (Monitoringmaßnahme der Ebene 2 des Auswerteprogramms) ist bekannt, dass hier die Sedimente im Vergleich zu der Nullbeprobung nahezu unverändert geblieben sind (feinsandiger, teils schluffiger Mittelsand). Des Weiteren ist es in diesem Bereich seit der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs zu keiner nennenswerten Sedimentation mehr gekommen. Eine Analyse der Sedimentationsraten und -muster im Bereich des Sedimentfangs sowie der Veränderungen bei der Sediment- bzw. Baggergutzusammensetzung ist Bestandteil des Auswerteprogramms der Ebene 2 (Auswirkungsprognosen) sowie der Ebene 3 (Prozessverständnis).

2.1.2 Bewertung Stoffhaushalt und Schadstoffbelastung (03.03.2010)

Stoffhaushalt

Das untersuchte Sediment weist einen mittleren Gewichtsanteil der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ von 31 Gew.-%, einen mittleren TOC-Gehalt von 2,1 % und mittlere Nährstoffgehalte (N, P) von 2200 mg N/kg bzw. 850 mg P/kg auf (siehe Tabelle 2-1). Damit liegen die Nährstoffwerte bei der Freigabeuntersuchung im März 2010 oberhalb des RW 1 sowohl nach HABAK-WSV als auch nach den GÜBAK. Die Sauerstoffzehrung zeigt einen Mittelwert von 0,7 mg O₂/kg TS. Das Material ist damit als „gering zehrend“ einzustufen.

Die aktuellen Nährstoffgehalte liegen oberhalb der Werte, die bei der Nullbeprobung im März 2008 ermittelt wurden. Bei der Nullbeprobung waren auch der mit den Nährstoffgehalten positiv korrelierte Feinkornanteil sowie die TOC-Gehalte geringer. Während der Phosphorgehalt des Sedimentes bereits bei der Nullbeprobung über RW 1 lag, trat die Überschreitung beim Stickstoff erst bei der nächsten Beprobung im September 2008 auf.

Insgesamt entsprechen die Nährstoffgehalte der 4. Freigabeuntersuchung den Ergebnissen der vorangegangenen drei Freigabeuntersuchungen

Schadstoffgehalte

Die chemischen Parameter werden in Tabelle 2-1 und Tabelle 2-2 sowohl nach HABAK-WSV als auch nach GÜBAK eingeordnet. Dabei ist zu beachten, dass die organischen Schadstoffe nach HABAK-WSV auf die Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ normiert werden und nach GÜBAK auf die Fraktion $< 63 \mu\text{m}$. Es erfolgt zunächst für jede untersuchte Schadstoffgruppe eine Einzelbewertung der Analyseergebnisse der 16 Sedimentproben vom 03. März 2010. Eine zusammenfassende Beurteilung des Baggerguts dieser 4. Unterhaltung des Sedimentfangs beendet den Absatz.

Tabelle 2-1: Schadstoffbelastungen nach HABAK-WSV (BfG, 1999) bzw. BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW et al., 2001), Probenahme 03.03.2010

Parameter	Einheit	Nullbeprobung 07.03.2008				3. Freigabeuntersuchung 06.07.09						4. Freigabeuntersuchung 03.03.2010			Dauermessstation Wedel 2005 - 2007 (*). 2007 - 2008			Richtwerte nach HABAK- WSV bzw. TBT-Konzept		
		Labor 1		Min	Median	Max	Labor 2		Max	Labor 1	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	Richtwert 1	Richtwert 2
		MW	Max				MW	Min												
TOC <2 mm	Gew.%	1,4	1,0	1,3	2,6	1,8	1,0	2,3	2,0	1,7	2,5	2,1	1,1	2,9						
Fraktion <20 µm	Gew.%	12	3,6	13	20	29	20	40	34	21	46	31	11	43						
Fraktion <63 µm	Gew.%	22	3,7	26	39	53	35	76	54	42	71	60	34	77						
Summenparameter																				
Stickstoff <2 mm	mg/kg TS	1156	859	1230	1290	2100	1400	2800				2228	841	3500				1500		
Phosphor <2 mm	mg/kg TS	628	570	620	680	929	700	1130				846	450	1100				500		
Schwefel <2 mm	mg/kg TS					2414	1730	3120				2381	1100	3100						
Metalle in der Fraktion <20 µm																				
Arsen <20 µm	mg/kg TS	40	31	41	44	33	29	36	35	33	40	35	29	42	35	22	46	30	150	
Blei <20 µm	mg/kg TS	86	66	86	99	92	87	99	83	79	90	83	71	98	65 (*)	43	81	100	500	
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	2,2	1,4	2,3	2,8	2,5	1,9	3,0	2,1	1,9	2,5	1,8	1,5	2,4	2,30	1,30	3,80	2,5	12,5	
Chrom <20 µm	mg/kg TS	80	56	82	93	96	89	101	69	51	90	63	46	82	74	49	104	150	750	
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	64	45	66	81	69	61	77	62	56	65	54	43	68	71 (*)	48	115	40	200	
Nickel <20 µm	mg/kg TS	45	34	45	50	47	43	53	40	35	47	39	31	46	54	30	87	50	250	
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	1,8	1,0	1,4	4,6	1,6	1,3	1,8	1,5	1,3	1,7	1,0	0,8	1,4	1,60	0,40	2,4	1	5	
Zink <20 µm	mg/kg TS	568	458	561	710	558	510	630	516	465	544	478	379	560	583 (*)	388	880	350	1750	
Mineralölkohlenwasserstoffe in der Fraktion <20 µm																				
Mineralöl <20	mg/kg TS	303	246	282	362	354	219	539				k.MW	<50	146	380	217	586	300	1000	
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	150	123	138	181	180	124	251				k.MW	<25	<25						
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	204	123	225	249	288	200	362				99,0	<25	149,0						
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe in der Fraktion <20 µm																				
PAK Summe 6 (a)	mg/kg TS	1,2	1,1	1,1	1,5	1,8	1,4	2,2				1,3	0,9	1,8	2,0	1,2	2,7	1	3	
PAK Summe 16 (b)	mg/kg TS	2,68	2,33	2,69	3,31	3,48	2,66	4,09				2,4	1,6	3,4	4,3	2,4	6,2			
Polychlorierte Biphenyle in der Fraktion <20 µm																				
PCB Summe 7	µg/kg TS	30,5	24,3	32,5	34,9	39,3	25,9	103,3	27,3	22,0	32,1	24,4	15,6	61,2	32	22	47	20	60	
Hexachlorcyclohexane in der Fraktion <20 µm																				
alpha-HCH	µg/kg TS	1,2	0,7	0,9	2,5	1,4	1,0	1,7	0,9	0,6	1,2	0,8	0,5	1,3	1,9	0,7	3,2	0,4	1,0	
gamma-HCH	µg/kg TS	<0,6	<0,5	0,6	<0,7	1,4	0,9	2,3	0,3	<0,2	0,5	0,2	<0,1	0,4	0,70	0,3	1,2	0,2	0,6	
p,p'-DDT und Metabolite in der Fraktion <20 µm																				
p,p'-DDE	µg/kg TS	6,3	4,8	6,6	7,9	10,3	7,7	27,1	5,4	4,3	6,6	5,6	3,3	7,0	8,1	5,2	12,0	1,0	3,0	
p,p'-DDD	µg/kg TS	15,1	10,8	16,0	18,1	29,1	14,9	82,7	14,2	12,0	16,9	15,3	9,3	19,4	24	16	32	3,0	10	
p,p'-DDT	µg/kg TS	<6,8	<2,5	3,6	21,5	4,5	2,0	11,6	3,3	1,3	9,2	4,3	<0,5	34,4	7,9	1,8	18,0	1,0	3,0	
Chlorbenzole in der Fraktion <20 µm																				
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	<3,0	<2,5	2,8	<3,6	4,7	3,6	6,0	1,8	<1,5	2,4	1,6	<0,5	4,2	5,0	2,4	14	1,0	3,0	
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	9,0	7,4	9,4	9,9	17	10	35	9,4	8,0	11	10	6,1	30	18	10	33	2,0	6,0	
Tributylzinnverbindungen																				
Tributylzinn <20 µm	µg TBT/kg TS	226	174	224	284	183	101	471							230	113	458			
Tributylzinn <2 mm	µg TBT/kg TS	38	27	40	49	51	29	130				42	18	69	97	37	210	20	600	
02-zehrung n. 180 min						1,02	0,60	1,60				0,7	0,2	1						

Tabelle 2-2: Schadstoffbelastungen nach GÜBAK (ANONYMUS, 2009), Probenahme 03.03.2010

		GÜBAK		03.03.2010		
		R1	R2	Min	Mittelwert	Max
Trockenrückstand	Gew.-%			45	54	66
Fraktion 20-63 µm	Gew.-% TM			9,0	29,0	39,0
Fraktion <20 µm	Gew.-% TM			11	31	43
Gesamtfraktion <63 µm	Gew.-% TM			34	60	77
Arsen in 20 µm-Fraktion	mg/kg TM	40	120	29,0	35,0	42,0
Blei in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	90	270	71,0	83,0	98,0
Cadmium in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	1,50	4,50	1,5	1,8	2,4
Chrom in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	120	360	46,0	63,0	82,0
Kupfer in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	30	90	43,0	54,0	68,0
Nickel in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	70	210	31,0	39,0	46,0
Quecksilber in 20 µm-Fraktion	mg/kg TM	0,70	2,10	0,8	1,0	1,4
Zink in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	300	900	379	478	560
Kohlenwasserstoffe nach H53 (C10-C40)	mg/kg TM	200	600	<50	k.MW	69
Kohlenwasserstoffe C10-C20	mg/kg TM			<25	k.MW	<25
Kohlenwasserstoffe C21-C40	mg/kg TM			<25	51	70
PAK-Summe 6 EPA	mg/kg TM			0,47	0,63	0,83
PAK-Summe 16 EPA	mg/kg TM	1,80	5,50	1,0	1,3	1,5
Pentachlorbenzol	µg/kg TM	1,00	3,00	<0,5	1,1	2,0
Hexachlorbenzol	µg/kg TM	1,80	5,50	3,5	5,1	14,0
Summe 7 PCB	µg/kg TM	13,00	40,00	10,1	13,5	20,7
α-HCH	µg/kg TM	0,50	1,50	0,3	0,4	0,6
γ-HCH	µg/kg TM	0,50	1,50	<0,1	0,2	0,2
p,p-DDE	µg/kg TM	1,00	3,00	2,1	2,8	4,0
p,p-DDD	µg/kg TM	2,00	6,00	5,8	7,7	10,8
p,p-DDT	µg/kg TM	1,00	3,00	<0,5	2,4	16,3
Tributylzinn-Kation	µg/kg TM	20,0	300,0	18,0	42,0	69,0
Phosphor ges.	mg/kg TM	500		450	846	1100
Stickstoff ges.	mg/kg TM	1500		841	2228	3500

- Die aktuellen Gehalte an Schwermetallen liegen alle innerhalb der Spannweiten, die bei der Nullbeprobung im März 2008 und im Vergleichszeitraum an den Schwebstoffproben der BfG-Dauermessstation Wedel festgestellt wurden. Die Schwermetallgehalte der bisher analysierten Proben liegen unterhalb des Richtwerts (RW) 2 der HABAK-WSV (Arsen, Kupfer, Quecksilber, Zink) bzw. unterhalb des RW 1 (Blei, Cadmium, Chrom und Nickel). Der RW 2 der HABAK-WSV wird in keinem Fall überschritten. Die GÜBAK sehen für die Schwermetalle etwas niedrigere Richtwerte als die HABAK-WSV vor. Daher wird nach dieser Richtlinie der RW 1 nur bei Nickel von allen Proben, bei Arsen und Blei nur im Mittelwert über alle Einzelproben unterschritten. Der RW 2 nach GÜBAK wird in keiner der Einzelproben erreicht.
- Die Gehalte der Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) liegen mit Werten bis maximal 160 mg/kg TS (normiert auf < 20 µm) sehr niedrig und noch unter den Werten der Nullbeprobung im März 2008, bei der ein maximaler Gehalt von 280 mg/kg TS ermittelt wurde. Die Gehalte bewegen sich unterhalb des RW 1 sowohl bei der Beurteilung nach HABAK-WSV (normiert auf < 20 µm) als auch nach GÜBAK (normiert auf < 63 µm).
- Der mittlere Gehalt der Summe aus 6 PAK (normiert auf < 20 µm) liegt über dem RW 1 der HABAK-WSV. Der RW 2 wird hingegen nicht überschritten. Im Vergleich zur Nullbeprobung vom März 2008 liegt der aktuelle Mittelwert nur geringfügig über dem damaligen Wert. Auch die PAK-Belastung, die in BfG (2006) einerseits im Baggergut aus dem Baggerabschnitt Wedel und andererseits an den Schwebstoffproben der BfG-

Dauermessstation Wedel festgestellt worden ist, liegt zwischen RW 1 und RW 2. Bei einer Beurteilung der Belastung mit der Summe der 16 PAK nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) wird der RW 1 in allen Proben unterschritten.

- Der Gehalt der Summe aus 7 PCB (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) liegt in 15 der 16 Proben unterhalb des RW 2 der HABAK-WSV. Lediglich in einer Probe, die nur einen relativ geringen Anteil in der Feinkornfraktion $< 20 \mu\text{m}$ von 10,8 Gew.-% aufweist, wird der RW 2 knapp überschritten. Im Mittel über alle Proben entspricht die Summe der 7 PCB dem Mittelwert der Nullbeprobung im März 2008. Der mittlere Gehalt der Summe aus 7 PCB (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) unterschreitet im Mittelwert noch den RW 1 der GÜBAK geringfügig. Der RW 2 wird von allen Proben unterschritten.
- Die Gehalte an α -HCH (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) der Einzelproben bewegen sich in einer Spanne von 0,5 bis 1,3 $\mu\text{g/kg TS}$, welche damit vergleichbar ist mit den Ergebnissen der Nullbeprobung aus dem März 2008. In vier Proben überschreiten die Gehalte des α -HCH zwar RW 2, die mittlere Belastung über sämtliche Einzelproben liegt jedoch unterhalb von RW 2. Die Gehalte an γ -HCH (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) liegen in allen Einzelproben unterhalb des RW 2 nach HABAK-WSV. Bei der Einstufung der HCH-Isomere nach GÜBAK liegen alle Werte unterhalb des RW 2 und der RW 1 wird nur von α -HCH in zwei Einzelproben knapp überschritten.
- Die Gehalte der DDX-Verbindungen (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) liegen bei Mittelwerten von 4,3 $\mu\text{g/kg}$ bis 15,3 $\mu\text{g/kg}$ mehrheitlich oberhalb des RW 2 nach HABAK-WSV. Entsprechende Gehalte wurden auch in den vorangegangenen Freigabeuntersuchungen sowie bei der Nullbeprobung im März 2008 festgestellt. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelte Spannweite für die Belastung der Einzelproben mit p,p'-DDE und p,p'-DDD ist vergleichbar zu der Spannweite der Proben aus der Nullbeprobung vom März 2008. Dies gilt mit Ausnahme einer Einzelprobe (34 $\mu\text{g/kg TS}$) auch für p,p'-DDT. Die Einstufung der DDX-Verbindungen nach GÜBAK führt zu einem günstigeren Ergebnis als nach HABAK-WSV. In diesem Fall überschreiten lediglich bei p,p'-DDD die Gehalte der Einzelproben mehrheitlich den RW 2.
- Die TBT-Gehalte liegen zwischen 18 und 70 $\mu\text{g OZK/kg TS}$, im Mittel bei 42 $\mu\text{g OZK/kg TS}$. Bei der Nullbeprobung im März 2008 lag der Maximalwert bei 49 $\mu\text{g OZK/kg TS}$, der Mittelwert hat 38 $\mu\text{g OZK/kg}$ betragen. Damit liegen die Proben der Freigabeuntersuchung vom März 2010 noch in einem mit den Ergebnissen der Nullbeprobung vergleichbaren Bereich. Im Vergleichszeitraum sind an der BfG-Dauermessstation Wedel im Schwebstoff noch etwas höhere mittlere TBT-Gehalte von 70 OZK $\mu\text{g/kg}$ bzw. 59 OZV $\mu\text{g/kg}$ ermittelt worden, allerdings bei höheren Anteilen der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$. Der RW 1 nach HABAK-WSV bzw. nach GÜBAK wird überschritten, die RW 2 beider Handlungsanweisungen werden aber nicht überschritten.
- Die Gehalte der Einzelproben für Pentachlorbenzol sind mehrheitlich zwischen RW 1 und RW 2 der HABAK-WSV einzuordnen. Lediglich die Probe an der Position A-Nord mit 4,2 $\mu\text{g/kg TS}$ (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) überschreitet den RW 2. Der mittlere Gehalt über alle Proben liegt über dem Wert der Nullbeprobung im März 2008, bei der nur Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt worden sind. Die Werte bewegen sich jedoch alle innerhalb der Spannweite der Ergebnisse, die in BfG (2006) sowohl für das

Wedeler Baggergut aus 2005 als auch an den Schwebstoffproben der BfG-Dauermessstation Wedel ermittelt wurden. Nach GÜBAK liegt die Einordnung mit einem Mittelwert unterhalb des RW 1 und einem Maximalwert unterhalb des RW 2 etwas günstiger als bei der Bewertung nach der HABAK-WSV.

- Die mittleren Gehalte für Hexachlorbenzol überschreiten den RW 2 nach HABAK-WSV. Dies steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Nullbeprobung im März 2008, den Schwebstoffanalysen an der BfG-Dauermessstation Wedel und der Untersuchung des Wedeler Baggerguts aus dem Jahr 2005 (vgl. BfG, 2006). Nach GÜBAK liegt die Einordnung mit einem Mittelwert geringfügig unterhalb des RW 2, etwas günstiger als die Beurteilung nach der HABAK-WSV.

Zusammenfassende Beurteilung

Die Bewertung nach GÜBAK führt zu einer günstigeren Einstufung als eine Beurteilung nach HABAK-WSV. Aufgrund der bei dieser Freigabebeprobung vorgefundenen Schadstoffbelastung der Sedimente ist das Baggergut unabhängig der angewandten Handlungsanleitung in den Fall 3 einzustufen. Diese Beurteilung erfolgt aufgrund der Belastung mit p,p'-DDD. Der bei dieser Freigabebeprobung festgestellte Belastungsgrad entspricht jedoch im Wesentlichen dem Belastungsgrad von zuvor in diesem Elbeabschnitt gebaggerten Sedimenten. Hinweise auf einen besonderen Belastungsschwerpunkt im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs wurden nicht ermittelt.

2.1.3 Bewertung ökotoxikologisches Potenzial (03.03.2010)

Um eine Umweltgefährdung bei der Umlagerung von Baggergut zu vermeiden sowie einer Verschlechterung der Ist-Situation entgegenzuwirken, werden Sedimente vor einer Umlagerung entsprechend den Handlungsanweisungen für den Umgang mit Baggergut HABAB-WSV (BfG, 2000) und GÜBAK (ANONYMUS, 2009) toxikologisch untersucht und bewertet. Seit Beginn der Maßnahme wird die Unterhaltung des Sedimentfangs bei Wedel durch ökotoxikologische Untersuchungen begleitet. In der unten angeführten Infobox ist die Vorgehensweise zur Ermittlung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials kurz beschrieben.

Das Unterhaltungsbaggergut aus dem Sedimentfang wurde bei Elbe-Km 690 in den dortigen Verbringstellenbereich umgelagert. Eine Übersicht über die im Frühjahr 2010 gewonnenen ökotoxikologischen Untersuchungsergebnisse des Baggergutes findet sich für die limnischen Bioteste in Tabelle 2-3 und für die marinen Bioteste in Tabelle 2-4.

Die ökotoxikologische Untersuchung des Baggergutes erfolgte gemäß den Handlungsanweisungen für den Umgang mit Baggergut (HABAB-WSV (BfG, 2000) und GÜBAK (ANONYMUS, 2009) unter Beachtung des BfG-Merkblatts „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchungen“ (BfG, 2007). Ökotoxikologische Untersuchungen und chemische Schadstoffanalysen erfolgten am selben Probenmaterial.

Infobox „Ökotoxikologische Untersuchungen“: Das Fachgebiet der Ökotoxikologie erfasst und untersucht die integrale Wirkung von Schadstoffen auf die belebte Umwelt. Um das ökotoxikologische Potenzial von Sedimenten und Baggergut zu bestimmen, werden ökotoxikologische Testverfahren angewendet. Die eingesetzten Biotestsysteme sollen die verschiedenen trophischen Ebenen eines aquatischen Ökosystems repräsentieren. Die Organismen aus verschiedenen taxonomischen Gruppen und Trophieebenen werden unter definierten und standardisierten Bedingungen dem aus dem Untersuchungsmaterial gewonnenen Testgut exponiert. Die Abschätzung der biologisch verfügbaren Schadstoffkomponenten erfolgt bei den aquatischen Testsystemen sowohl im Porenwasser als auch im Eluat. Die ökotoxikologischen Untersuchungen und chemischen Schadstoffanalysen der Baggergutproben werden stets am selben Untersuchungsmaterial durchgeführt. Da das Baggergut aus Bereichen mit limnischen Salinitätsverhältnissen stammt und in den marinen Bereich nach Elbe-km 690 verbracht wird, wurden die im Bereich des Sedimentfangs entnommenen Sedimentproben mit der marinen und mit der limnischen Biotestpalette untersucht. Zur Charakterisierung der von einer Umweltprobe auf einen Modellorganismus ausgehenden Toxizität dient der pT-Wert (Krebs 1988, 2005). Dieser gibt an, wie oft eine Probe im Verhältnis 1:2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr toxisch wirkt. Die ökotoxikologische Charakterisierung erfolgt mittels der Ergebnisse der verschiedenen, aber gleichrangigen Biotestverfahren. Ausschlaggebend für die Charakterisierung einer Probe ist der pT-Wert des empfindlichsten Tests.

Auf eine Beschreibung der angewandten Untersuchungsmethoden und dem Bewertungsschema mit dem pT-Wert-System wird an dieser Stelle verzichtet. Die anzuwendenden Untersuchungen und deren Bewertung finden sich in den geltenden Handlungsanweisungen für den Umgang mit Baggergut (HABAB-/HABAK-WSV und GÜBAK).

Bei einem Großteil der Sedimentproben aus dem Frühjahr 2010 wurden sehr geringe bis geringe phytotoxische Wirkeffekte festgestellt. Die mit dem Grünalgentest ermittelten pT-Werte für Porenwasser und Eluat lagen zwischen pT 0 (Toxizität nicht nachweisbar) und pT 2 (gering toxisch belastet). Es ist bei einem Teil der Proben nicht auszuschließen, dass die Hemmwirkungen durch die erhöhten Ammoniumstickstoff-Konzentrationen des Testgutes hervorgerufen wurden (siehe Warendorf et al., 2005). Im Daphnientest wurden im Porenwasser und Eluat pT-Werte zwischen pT 0 und pT 1 gemessen. Sehr geringe toxische Effekte wurden hierbei in den Proben WK_FN_030310_1, WK_DS_030310_1 und WK_ES_030310_1 festgestellt. Auch beim Leuchtbakterientest wurden gegenüber der limnischen und der marinen Testpalette für den Großteil der Sedimentproben keine toxischen Wirkeffekte festgestellt (pT 0). Nur die Proben der Stationen WK_FN_030310_1, WK_CS_030310_1 und WK_EM_030310_1 wiesen mit Werten von pT 1 auf sehr geringe toxische Wirkeffekte hin. Im limnischen Algentest wurden ebenso wie im marinen Algentest im Porenwasser und Eluat nahezu aller untersuchten Testgüter sehr geringe bis geringe toxikologische Belastungen festgestellt. Die pT-Werte lagen zwischen pT 0 und pT 2. Gegenüber dem Amphipodentest wurden bis auf leichte Effekte in der Probe WK_EM_030310_1 keine nachweisbaren Hemmeffekte bestimmt. Die verdeckte Doppelbestimmung zeigte eine gute Übereinstimmung der Testergebnisse.

Tabelle 2-3: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der limnischen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggerguts aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAB-WSV, Probenahmedatum 03.03.2010

BfG-Nr. und Probenbezeichnung	Beprobungsdatum	Kernlänge [cm]	TR [%]	Untersuchungsmatrix	physiko-chemische Parameter des Testgutes					Grünalgentest DIN 38412-33		Leuchtbakt.-Test DIN EN ISO 11348-2 (farbkorrigiert)		Daphnientest DIN 38412-30		Toxizitätsklasse
					pH	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	O ₂ (vorher) [mg/l]	O ₂ [mg/l]	LF [lnS/cm]	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	
WK_AN_030310_1	03.03.2010	150	59,3	PW	7,5	4,6	3,8	8,2	1,61	-14	0	5	0	0	0	0
				EL	7,1	<1	7,0	7,0	0,95	-49	0	0	0	0	0	
WK_BN_030310_1	03.03.2010	150	60,1	PW	7,5	2,8	4,1	8,2	1,55	5	0	9	0	0	0	0
				EL	7,1	<1	6,9	6,9	0,96	-109	0	-1	0	0	0	
WK_CN_030310_1	03.03.2010	120	58,5	PW	7,3	20,1	1,6	8,1	2,07	32	2	17	0	10	0	II
				EL	7,0	<1	5,5	5,5	1,13	-61	0	0	0	0	0	
WK_DN_030310_1	03.03.2010	160	65,1	PW	7,4	3,0	3,6	8,1	1,65	-13	0	14	0	0	0	0
				EL	7,1	<1	6,5	6,5	0,89	-130	0	2	0	0	0	
WK_FN_030310_1	03.03.2010	120	48,7	PW	7,2	72,8	0,7	6,3	2,85	71	2	28	1	100	1	II
				EL	7,1	38,6	4,5	6,0	1,36	66	1	6	0	0	0	
WK_CS_030310_1	03.03.2010	120	53,8	PW	7,3	26,6	0,8	6,6	2,31	21	1	25	1	0	0	I
				EL	7,0	3,9	4,3	5,2	1,22	17	0	4	0	0	0	
WK_DS_030310_1	03.03.2010	130	53,4	PW	7,3	34,6	2,9	5,8	1,97	42	1	14	0	20	1	I
				EL	7,1	15,8	2,9	5,0	1,21	80	1	6	0	0	0	
WK_ES_030310_1	03.03.2010	180	50,3	PW	7,3	37,4	1,9	5,2	2,19	42	2	16	0	50	1	II
				EL	7,1	16,7	3,2	5,1	1,28	37	1	4	0	0	0	
WK_BM_030310_1	03.03.2010	180	61	PW	7,5	7,5	3,3	5,8	2,24	-6	0	12	0	0	0	0
				EL	7,2	1,0	3,9	5,2	1,02	-3	0	-16	0	0	0	
WK_EM_030310_1	03.03.2010	110	51	PW	7,2	57,0	1,6	5,1	2,19	57	2	22	1	10	0	II
				EL	7,0	29,0	3,1	5,8	1,32	80	1	-4	0	0	0	
WK_ES2_030310_1 (Doppelbest. WK_ES_030310_1)	03.03.2010	180	48,7	PW	7,3	41,0	1,4	5,1	2,24	44	1	19	0	60	1	Doppelbestimmung
				EL	7,1	19,7	3,4	5,2	1,26	48	1	-8	0	0	0	

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet.

Tabelle 2-4: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der marinen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggergutes aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAK-WSV, Probenahmedatum 03.03.2010

BfG-Nr. und Probenbezeichnung	Beprobungsdatum	Kernlänge [cm]	TR [%]	Untersuchungsmatrix	physiko-chemische Parameter des Testgutes					mariner Algentest DIN EN ISO 10253		Leuchtbakt.-Test DIN EN ISO 11348-2 (farbkorrigiert)		Amphipodentest DIN EN ISO 16712		Toxizitätsklasse
					pH	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	O ₂ [mg/l]	LF [lnS/cm]	Salinität	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	Mortalität [%]	pT-Wert	
WK_AN_030310_1	03.03.2010	150	59,3	PW	7,6	4,6	5,9	1,59	0,60	59	1	5	0	8	n.t.	I
				EL	7,2	4,3	7,7	33,4	20,8	22	1	n.b.	-	-	-	
WK_BN_030310_1	03.03.2010	150	60,1	PW	7,7	2,8	5,9	1,54	0,60	44	1	9	0	0	n.t.	I
				EL	7,3	3,0	7,9	33,8	21,1	11	0	n.b.	-	-	-	
WK_CN_030310_1	03.03.2010	120	58,5	PW	7,4	20,1	7,0	2,20	1,00	74	2	17	0	7	n.t.	II
				EL	7,2	17,5	7,5	33,6	21,0	24	1	n.b.	-	-	-	
WK_DN_030310_1	03.03.2010	160	65,1	PW	7,7	3,0	7,4	1,60	0,60	34	1	14	0	10	n.t.	I
				EL	7,3	3,7	7,7	33,7	21,0	-26	0	n.b.	-	-	-	
WK_FN_030310_1	03.03.2010	120	48,7	PW	7,2	72,8	8,5	2,95	1,40	86	2	28	1	7	n.t.	II
				EL	7,2	73,2	6,9	34,5	21,5	44	1	n.b.	-	-	-	
WK_CS_030310_1	03.03.2010	120	53,8	PW	7,3	26,6	7,8	2,33	1,00	69	2	25	1	17	n.t.	II
				EL	7,2	26,5	7,1	34,9	21,9	24	1	n.b.	-	-	-	
WK_DS_030310_1	03.03.2010	130	53,4	PW	7,2	34,6	6,7	2,66	1,20	68	2	14	0	3	n.t.	II
				EL	7,1	38,7	5,8	33,9	21,3	40	1	n.b.	-	-	-	
WK_ES_030310_1	03.03.2010	180	50,3	PW	7,3	37,4	5,3	2,70	1,30	78	2	16	0	15	n.t.	II
				EL	7,1	39,8	5,9	33,0	20,6	30	1	n.b.	-	-	-	
WK_BM_030310_1	03.03.2010	180	61	PW	7,5	7,5	6,6	2,05	0,90	59	1	12	0	2	n.t.	I
				EL	7,4	7,7	6,6	33,7	21,1	2	0	n.b.	-	-	-	
WK_EM_030310_1	03.03.2010	110	51	PW	7,3	57,0	8,7	2,49	1,10	74	2	22	1	20	l.t.	II
				EL	7,1	57,6	6,1	33,8	21,1	23	1	n.b.	-	-	-	
WK_ES2_030310_1 (Doppelbest. WK_ES_030310_1)	03.03.2010	180	48,7	PW	7,2	41,0	6,3	2,70	1,30	80	2	19	0	18	n.t.	Doppelbestimmung
				EL	7,1	39,5	5,5	34,5	21,5	30	1	n.b.	-	-	-	

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet!

Das durch die Proben repräsentierte Baggergut des Sedimentfangs im Frühjahr 2010 wies aufgrund der pT_{\max} -Werte und der daraus abgeleiteten Sedimentklassifizierung gegenüber der limnischen Testpalette Toxizitätsklassen von 0 bis II und gegenüber der marinen Testpalette Toxizitätsklassen von I bis II auf. Das ökotoxikologische Belastungspotenzial der umzulagernden Sedimente lag somit in einem vergleichbaren Bereich wie in den vorangegangenen Untersuchungen der BfG in den Jahren 2002, 2005, 2006 (siehe BfG, 2008), der Nullbeprobung im März 2008 und den vorangegangenen Freigabeuntersuchungen (siehe BfG, 2009 und BfG, 2010).

Aufgrund des durch die Biotestuntersuchungen festgestellten Belastungspotenzials konnte das Baggergut aus ökotoxikologischer Sicht im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 umgelagert werden. Eine markante Veränderung in der Sedimentbelastung der im Frühjahr 2010 untersuchten Proben im Vergleich zu den Ergebnissen der vorangegangenen Untersuchungen der BfG in den Jahren 2002, 2005, 2006 (BfG, 2008), der Nullbeprobung im März 2008 und den vorangegangenen Freigabeuntersuchungen (siehe hierzu BfG, 2010) war nicht festzustellen.

2.1.4 Baggerkampagne zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs

Die Baggerkampagne zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs hat am 31. März 2010 begonnen und wurde am 27. April 2010 abgeschlossen. Durchgeführt wurden diese Arbeiten mit dem Hopperbagger „Lelystad“ der Firma van Oord (siehe Tabelle 2-5).

Tabelle 2-5: Steckbrief Lelystad (Quelle: www.vanoord.com)

Technische Daten: Hopperbagger Lelystad

Schiffslänge: 136,97 m
Schiffsbreite: 26,00 m
Maximale Saugtiefe: 70 m
Laderaumvolumen: 10.329 m³
Nutzladung: 14.528 t
Saugrohrdurchmesser: 2 * 1200 mm
Pumpenantrieb: 2 * 1.850 kW



Der Sedimentfang wurde erneut im gesamten Umfang über die Breite der Fahrrinne wiederhergestellt. Dies entspricht exakt dem Baggerfeld der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs im Frühjahr 2008. Flächenhafte Peilungen der Gewässersohle mit einem Multibeam/Fächerecholot vor Beginn und nach Abschluss der Unterhaltungsbaggerung haben die durchgeführten Baggararbeiten dokumentiert (siehe Abbildung 2-2 und Abbildung 2-3).

Die Peilung vom 17. / 19. März 2010 (Abbildung 2-2) zeigt, dass der Sedimentfang im Frühjahr 2010 in einem nicht vollständig gefüllten Zustand unterhalten worden ist.

Monitoring der
morphologischen, ökologischen und
naturschutzfachlichen
Auswirkungen
eines Sedimentfangs vor Wedel
an der Tideelbe

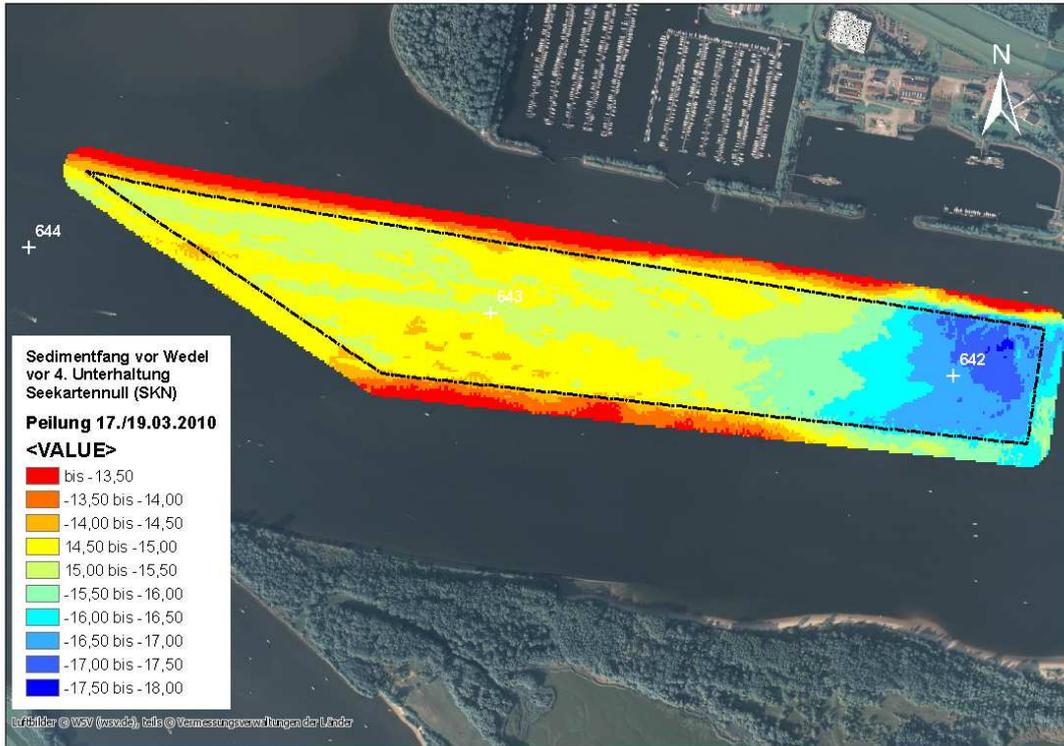


Abbildung 2-2 : Peilung vom 17. / 19. März 2010 vor Beginn der Baggerarbeiten zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs

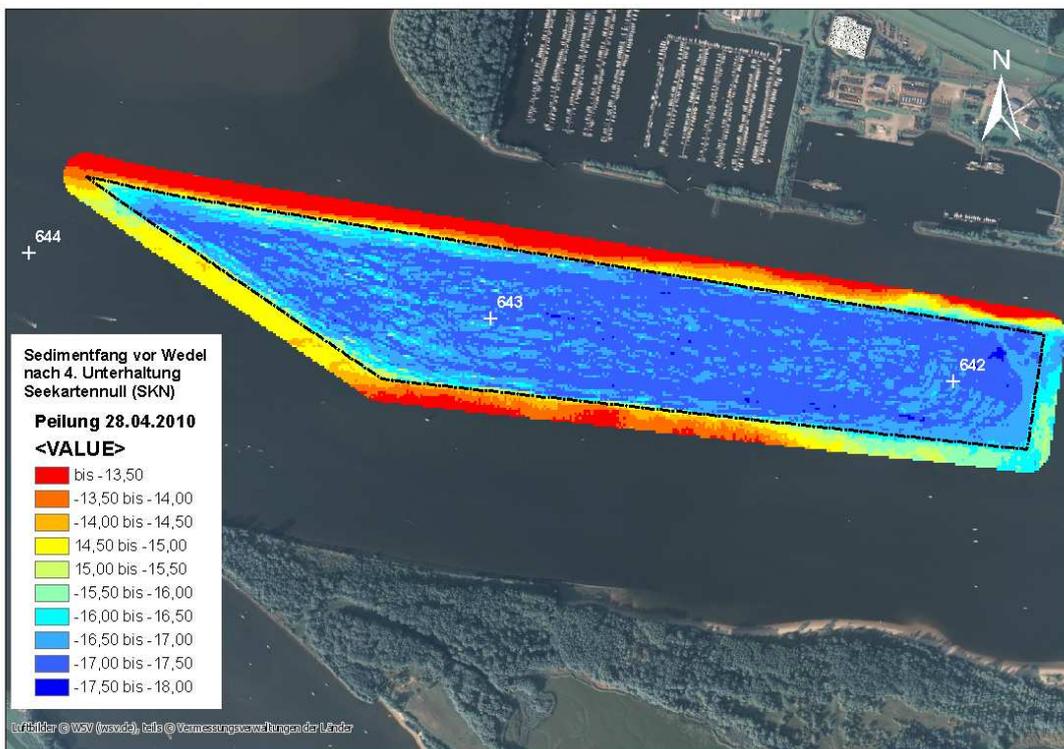


Abbildung 2-3: Peilung vom 28. April 2010 nach Abschluss der Baggerarbeiten zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs

Im östlichen Bereich des Sedimentfangs bei Elbe-km 642 ist es zu keiner nennenswerten Sedimentation gekommen (Abbildung 2-2). Nur im südlichen Bereich haben sich Sedimentablagerungen der maximal möglichen Mächtigkeit von bis zu 2 m und etwas mehr gebildet; zudem stammen diese Sedimente aus einem Sedimentationsgeschehen, welches bereits im Frühjahr / Sommer 2009 stattgefunden hat. Grund hierfür war der vorzeitige Abbruch der Arbeiten zur 3. Unterhaltung des Sedimentfangs im August 2009 (vgl. Kapitel 2.3.4 in BfG, 2010). Die Analysen der Sedimentationsraten in BfG (2011) zeigen ein relativ geringes Sedimentationsgeschehen im Zeitraum August 2009 bis März 2010.

Im Zuge der 4. Unterhaltungskampagne ist der Sedimentfang wieder auf volle Tiefe hergestellt worden. Dies zeigt die Peilung vom 28. April 2010 (Abbildung 2-3), welche bereits einen Tag nach Abschluss der Baggararbeiten stattgefunden hat.

Insgesamt wurde durch den Hopperbagger „Lelystad“ in 107 Baggerumläufen ein Gesamtladeraumvolumen von ca. 1,14 Mio. m³ an schluffig und feinsandigem Sediment gebaggert und im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 verbracht worden. Zum Vergleich wurde bei der 2. Unterhaltung des Sedimentfangs im Frühjahr 2009 insgesamt ca. 1,2 Mio. m³ schluffig-feinsandiges Baggergut gebaggert und in denselben Bereich verbracht. Im Gegensatz zu den ersten drei Unterhaltungskampagnen hat es diesmal in der nordwestlichen Spitze des Sedimentfangs keine Eintreibung schon während der Baggararbeiten gegeben. Die wichtigsten Eckdaten zu dieser 4. Unterhaltung des Sedimentfangs sind in Tabelle 2-6 zusammengefasst.

Tabelle 2-6: Zusammenfassung der Baggergutmengen und –eigenschaften aus der 4. Unterhaltung des Sedimentfangs im Zeitraum 31.03.2010 bis zum 27.04.2010 (Datenquelle HPA), Hinweis: TS = Trockensubstanz

Zusammenfassung Baggararbeiten				
	Sand	Schlick ³		
Anzahl Baggerumläufe	0	107		
Baggermenge Laderaumvolumen	0 m ³	1.138.234 m ³		
Feststoffmasse	0 t TS	604.523 t TS		
Mittlere Laderaumdichte	[-]	1,314 t/m ³		

³ Als Schlick soll hier ein überwiegend schluffig-feinsandiges bzw. feinsandig-schluffiges Baggergut bezeichnet werden. Die Konsistenz des Baggerguts ist vorwiegend weich. Die Definition von Schlick erfolgt nach Köster (Geologisches Institut, Arbeitsgruppe Küstengeologie - Universität Kiel), KFKI Projektnummer 43: „Optimierung von Küstensicherungsarbeiten im Küstenvorfeld der Nordseeküste“

Fortsetzung Tabelle 2-6

Zusammenfassung Baggergutverbringung

Verbringstellen	Sand		Schlick	
	Laderaumvolumen	Anzahl Baggerumläufe	Laderaumvolumen	Anzahl Baggerumläufe
VS 689 1G	0 m ³	0	1.138.234 m ³	107
Σ	0 m³	0	1.138.234 m³	107

2.2 Ergebnisse der Sedimentbeprobung im August 2010

Eine Beprobung der im Sedimentfang abgelagerten Sedimente ist mittels Kolbenlot an 16 Positionen (Abbildung 2-4) im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs am 03. August 2010 durchgeführt worden. Die Peilung in derselben Abbildung zeigt, dass sich damals der Sedimentfang einem gut gefüllten Zustand befunden hat. Aufgrund des vorzeitigen Abbruchs der Baggerarbeiten zur 3. Unterhaltung des Sedimentfangs ein Jahr zuvor im August 2009 (vgl. BfG, 2010) war eine Unterhaltung des Sedimentfangs für Sommer 2010 seitens der HPA nicht eingeplant. Der Abbruch der Baggerarbeiten im August 2009 war erforderlich gewesen, weil sich das im Sedimentfang angetroffene Sediment aufgrund unzureichender Konsolidierung als nicht baggerfähig erwiesen hat. Bei der Probenahme am 03. August 2010 handelt es sich deshalb nicht um eine Freigabeuntersuchung, sondern um eine fortgesetzte Erfassung zur Beurteilung der Sedimenteigenschaften und dessen Baggerfähigkeit.

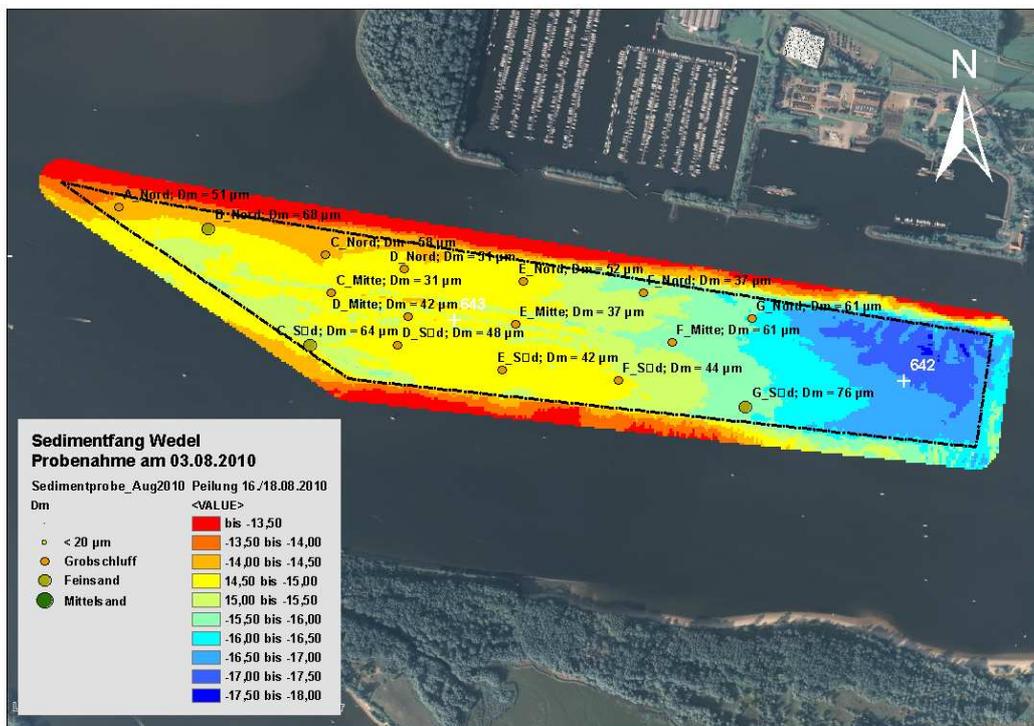


Abbildung 2-4: Übersicht Probenahmepunkte und mittlerer Korngrößendurchmesser bei Sedimentbeprobung am 03.08.2010

2.2.1 Korngrößenverteilung der Sedimentablagerungen (03.08.2010)

An den 16 Probenahmepositionen im Bereich des Sedimentfangs wurden überwiegend schluffig-feinsandige Sedimentablagerungen angetroffen (siehe Abbildung 2-4). Die Sedimentproben mit den höchsten Feinsandanteilen von bis zu 60 Gew.-% wurden an verschiedenen Positionen im Randbereich des Sedimentfangs erfasst. Bezogen auf den mittleren Korngrößendurchmesser (berechnet nach Folk & Ward, 1957) wurden die feinsten Sedimente in Fahrrinnenmitte um Elbe-km 643 erfasst. Im Vergleich mit dem Sedimentinventar vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs (Nullbeprobung im März 2008) stellt man fest, dass es – wie bereits bei den ersten vier Freigabebehebungen (vgl. BfG, 2009 und BfG, 2010) geschehen - signifikant höhere Schluffanteile im Sediment zu Lasten der Feinsandanteile gegeben hat. Der östliche Bereich des Sedimentfangs bei Elbe-km 642 ist bei dieser Untersuchung nicht erfasst worden. Es ist aber aus vorangegangenen Beprobungen bekannt, dass hier stets feinsandiger, teils schluffiger Mittelsand vorgelegen hat.

2.2.2 Bewertung Stoffhaushalt und Schadstoffbelastung (03.08.2010)

Stoffhaushalt

Das untersuchte Sediment weist mittlere Gewichtsanteile der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ von 24 %, einen mittleren TOC-Gehalt von 2,2 % und mittlere Nährstoffgehalte (N, P) von 2500 mg N/kg bzw. 840 mg P/kg auf (siehe Tabelle 2-7). Damit liegen die Nährstoffwerte bei dieser Sedimentbeprobung oberhalb des RW 1 sowohl nach HABAK-WSV als auch nach GÜBAK. Die Sauerstoffzehrung zeigt einen Mittelwert von 0,9 mg $\text{O}_2/\text{kg TS}$. Das Material ist damit als „gering zehrend“ einzustufen. Insgesamt entsprechen die Nährstoffgehalte und die Sauerstoffzehrung den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen seit September 2008.

Schadstoffgehalte

Die chemischen Parameter werden in Abbildung 2-7 und Abbildung 2-5 sowohl nach HABAK-WSV als auch nach GÜBAK eingeordnet. Dabei ist zu beachten, dass die organischen Schadstoffe nach HABAK-WSV auf die Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ normiert werden und nach GÜBAK auf die Fraktion $< 63 \mu\text{m}$. Es erfolgt zunächst für jede untersuchte Schadstoffgruppe eine Einzelbewertung der Analyseergebnisse der 16 Sedimentproben vom 03. August 2010. Eine zusammenfassende Beurteilung der Untersuchungsergebnisse beendet den Absatz.

Tabelle 2-7: Schadstoffbelastungen nach HABAK-WSV (BfG, 1999) bzw. BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW et al., 2001), Probenahme 03.08.2010

		Nullbeprobung 07.03.2008				4. Freigabeuntersuchung 03.03.2010			Sedimentbeprobung 03.08.2010			Dauermessstation Wedel 2005 - 2007 (*). 2007 - 2008			Richtwerte nach HABAK- WSV bzw. TBT-Konzept	
		Labor 1				MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	Richtwert 1	Richtwert 2
Parameter	Einheit	MW	Min	Median	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	Richtwert 1	Richtwert 2
TOC < 2 mm	Gew.%	1,4	1,0	1,3	2,6	2,1	1,1	2,9	2,2	1,1	3,5					
Fraktion < 20 µm	Gew.%	12	3,6	13	20	31	11	43	24	13	39					
Fraktion < 63 µm	Gew.%	22	3,7	26	39	60	34	77	56	34	80					
Summenparameter																
Stickstoff <2 mm	mg/kg TS	1156	859	1230	1290	2228	841	3500							1500	
Phosphor <2 mm	mg/kg TS	628	570	620	680	846	450	1100	838	520	1200				500	
Schwefel <2 mm	mg/kg TS					2381	1100	3100								
Metalle in der Fraktion <20 µm																
Arsen <20 µm	mg/kg TS	40	31	41	44	35	29	42	37	33	41	35	22	46	30	150
Blei <20 µm	mg/kg TS	86	66	86	99	83	71	98	88	85	92	65 (*)	43	81	100	500
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	2,2	1,4	2,3	2,8	1,8	1,5	2,4	2,6	1,9	3,1	2,30	1,30	3,80	2,5	12,5
Chrom <20 µm	mg/kg TS	80	56	82	93	63	46	82	59	53	75	74	49	104	150	750
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	64	45	66	81	54	43	68	66	58	74	71 (*)	48	115	40	200
Nickel <20 µm	mg/kg TS	45	34	45	50	39	31	46	40	38	44	54	30	87	50	250
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	1,8	1,0	1,4	4,6	1,0	0,8	1,4	1,3	1,1	1,5	1,60	0,40	2,4	1	5
Zink <20 µm	mg/kg TS	568	458	561	710	478	379	560	569	490	640	583 (*)	388	880	350	1750
Mineralölkohlenwasserstoffe in der Fraktion < 20 µm																
Mineralöl <20	mg/kg TS	303	246	282	362	k.MW	<50	146	209	113	277	380	217	586	300	1000
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	150	123	138	181	k.MW	<25	<25	46	28	79					
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	204	123	225	249	99,0	<25	149,0	174	90	228					
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe in der Fraktion <20 µm																
PAK Summe 6 (a)	mg/kg TS	1,2	1,1	1,1	1,5	1,3	0,9	1,8	2,0	1,3	2,8	2,0	1,2	2,7	1	3
PAK Summe 16 (b)	mg/kg TS	2,68	2,33	2,69	3,31	2,4	1,6	3,4	3,83	2,52	5,52	4,3	2,4	6,2		
Polychlorierte Biphenyle in der Fraktion <20 µm																
PCB Summe 7	µg/kg TS	30,5	24,3	32,5	34,9	24,4	15,6	61,2	33,6	20,8	57,0	32	22	47	20	60
Hexachlorcyclohexane in der Fraktion <20 µm																
alpha-HCH	µg/kg TS	1,2	0,7	0,9	2,5	0,8	0,5	1,3	1,1	0,6	1,8	1,9	0,7	3,2	0,4	1,0
gamma-HCH	µg/kg TS	<0,6	<0,5	0,6	<0,7	0,2	<0,1	0,4	0,4	0,3	0,6	0,70	0,3	1,2	0,2	0,6
p,p'-DDT und Metabolite in der Fraktion <20 µm																
p,p'-DDE	µg/kg TS	6,3	4,8	6,6	7,9	5,6	3,3	7,0	9,4	5,9	12,5	8,1	5,2	12,0	1,0	3,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	15,1	10,8	16,0	18,1	15,3	9,3	19,4	23,3	14,5	31,5	24	16	32	3,0	10
p,p'-DDT	µg/kg TS	<6,8	<2,5	3,6	21,5	4,3	<0,5	34,4	5,6	2,3	12,9	7,9	1,8	18,0	1,0	3,0
Chlorbenzole in der Fraktion <20 µm																
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	<3,0	<2,5	2,8	<3,6	1,6	<0,5	4,2	2,8	1,6	3,8	5,0	2,4	14	1,0	3,0
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	9,0	7,4	9,4	9,9	10	6,1	30	15,6	7,7	24,4	18	10	33	2,0	6,0
Tributylzinnverbindungen																
Tributylzinn < 20 µm	µg TBT/kg TS	226	174	224	284							230	113	458		
Tributylzinn < 2 mm	µg TBT/kg TS	38	27	40	49	42	18	69	31	17	43	97	37	210	20	600
02-zehrung n. 180 min						0,7	0,2	1								

Tabelle 2-8: Schadstoffbelastungen nach GÜBAK (ANONYMUS, 2009), Probenahme 03.08.2010

		GÜBAK		03.08.2010		
		R1	R2	Min	Mittelwert	Max
Trockenrückstand	Gew.-%			35	48	62
Fraktion 20-63 µm	Gew.-% TM			16,6	31,6	42,6
Fraktion <20 µm	Gew.-% TM			12,7	23,9	38,7
Gesamtfraktion <63 µm	Gew.-% TM			34,4	55,5	79,8
Arsen in 20 µm-Fraktion	mg/kg TM	40	120	33,0	37,1	41,0
Blei in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	90	270	85,0	87,7	92,0
Cadmium in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	1,50	4,50	1,9	2,6	3,1
Chrom in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	120	360	53,0	58,5	75,0
Kupfer in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	30	90	58,0	66,3	74,0
Nickel in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	70	210	38,0	39,9	44,0
Quecksilber in 20 µm-Fraktion	mg/kg TM	0,70	2,10	1,1	1,3	1,5
Zink in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	300	900	490	569	640
Kohlenwasserstoffe nach H53 (C10-C40)	mg/kg TM	200	600	59,2	87,6	112,3
Kohlenwasserstoffe C10-C20	mg/kg TM			13,8	19,3	29,1
Kohlenwasserstoffe C21-C40	mg/kg TM			49,4	73,1	99,8
PAK-Summe 6 EPA	mg/kg TM			0,7	0,8	1,0
PAK-Summe 16 EPA	mg/kg TM	1,80	5,50	1,3	1,6	2,0
Pentachlorbenzol	µg/kg TM	1,00	3,00	0,9	1,2	1,7
Hexachlorbenzol	µg/kg TM	1,80	5,50	4,4	6,5	10,9
Summe 7 PCB	µg/kg TM	13,00	40,00	10,5	14,0	20,4
α-HCH	µg/kg TM	0,50	1,50	0,3	0,4	0,6
γ-HCH	µg/kg TM	0,50	1,50	0,2	0,2	0,2
p,p-DDE	µg/kg TM	1,00	3,00	3,4	3,9	4,4
p,p-DDD	µg/kg TM	2,00	6,00	8,3	9,7	10,6
p,p-DDT	µg/kg TM	1,00	3,00	1,0	2,4	6,3
Tributylzinn-Kation	µg/kg TM	20,0	300,0	17,0	31,0	43,0
Phosphor ges.	mg/kg TM		500	520	838	1200
Stickstoff ges.	mg/kg TM		1500	1170	2450	3620

- Bei der Beurteilung der Schadstoffbelastung nach HABAK-WSV liegen die Gehalte der Schwermetalle Arsen, Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink im Mittel über RW 1. RW 2 wird in keinem Fall überschritten. Bei einer Beurteilung nach GÜBAK fällt Arsen unter RW 1, für die restlichen Schwermetalle ergibt sich nach GÜBAK keine andere Einordnung und RW 2 wird nicht überschritten. Die Gehalte für Blei, Chrom und Nickel liegen unterhalb von RW 1. Im Vergleich zur Nullbeprobung vom März 2008 sind die mittleren Gehalte der Schwermetalle auf gleichem Niveau.
- Die Mineralölkohlenwasserstoffgehalte unterschreiten nach HABAK-WSV (normiert auf < 20 µm) sowie nach GÜBAK (normiert auf < 63 µm) den RW 1.
- Der mittlere Gehalt der Summe aus 6 PAK (normiert auf < 20 µm) überschreitet den RW 1 nach HABAK-WSV, der Gehalt jeder Einzelprobe überschreitet den RW 2 nicht. Im Vergleich zur Nullbeprobung liegen die PAK Gehalte der Proben aus dem August 2010 um ca. 30-40 % höher. Zu den PAK-Gehalten in Schwebstoffen der BfG-Dauermessstation Wedel im Jahr 2010 ergeben sich jedoch keine Unterschiede. Für die Summe aus 16 PAK (normiert auf < 63 µm) wird der RW 1 nach GÜBAK im Mittel unterschritten. Nur der Maximalwert überschreitet RW 1, nicht jedoch RW 2.
- Für die Gehalte der Summe aus 7 PCB (normiert auf < 20 µm) ergibt sich nach HABAK-WSV wie auch schon bei der Nullbeprobung im Mittel eine Überschreitung von RW 1. RW 2 wird von keiner Einzelprobe überschritten. Auch nach GÜBAK ergibt sich für die Summe 7 PCB (normiert auf < 63 µm) im Mittel eine knappe Überschrei-

tung von RW 1, zum Teil wird RW 1 von Einzelproben unterschritten. RW 2 wird in keinem Fall überschritten. Diese Gehalte sind insgesamt mit denen in den Schwebstoffen an der BfG-Dauermessstelle Wedel gemessenen Gehalten vergleichbar.

- Der mittlere Gehalt des α -HCH (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) überschreitet knapp den RW 2 nach HABAK-WSV. Insgesamt überschreiten 10 von 16 Proben RW 2. RW 1 wird von allen Proben unterschritten. Im Vergleich zur Nullbeprobung im März 2008 hat sich das Belastungsniveau nicht verändert. Nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) unterschreitet der mittlere Gehalt des α -HCH den RW 1. Nur der Maximalwert überschreitet RW 1. Der RW 2 wird nicht überschritten. Der mittlere Gehalt des γ -HCH (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) überschreitet RW 1 nach HABAK-WSV, RW 2 wird von keiner Einzelprobe überschritten. Einen Unterschied zum mittleren Gehalt des γ -HCH bei der Nullbeprobung ist nicht zu erkennen. Nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) gibt es keine Richtwertüberschreitungen.
- Eine deutliche Überschreitung des RW 2 nach HABAK-WSV (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) der Gehalte der DDX-Verbindungen wurde bei allen Sedimentproben festgestellt. Der Maximalwert für p,p'-DDD überschreitet RW 2 mit $31,52 \mu\text{g/kg}$ um das 3-fache, p,p'-DDE und p,p'-DDT werden zum Teil um das 4-fache überschritten. Die gemessenen Gehalte in den Sedimenten des Sedimentfangs sind höher als zum Zeitpunkt der Nullbeprobung im März 2008, aber vergleichbar mit Gehalten in Schwebstoffen der BfG-Dauermessstelle Wedel. Auch eine Beurteilung der Belastung nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) ergibt für die mittleren Gehalte von p,p'-DDE und p,p'-DDD eine Überschreitung des RW 2. Die mittleren Gehalte für p,p'-DDT überschreiten RW 1.
- Der mittlere Gehalt für Pentachlorbenzol überschreitet nach HABAK-WSV (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) deutlich RW 1. Die Gehalte von sechs Einzelproben überschreiten dagegen den RW 2 geringfügig. Dasselbe Bild ergibt sich bei einer Bewertung nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$). Die Pentachlorbenzolgehalte der Sedimente sind vergleichbar mit den bei der Nullbeprobung im März 2008 bestimmten Gehalten.
- Die Gehalte des HCBs überschreiten in allen Einzelproben deutlich RW 2 nach HABAK-WSV (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$). Damit liegen die Werte oberhalb der Werte aus der Nullbeprobung im März 2008, aber im Bereich der gemessenen Gehalte der BfG-Dauermessstelle Wedel. Auch nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) überschreiten die mittleren Gehalte des HCB den RW 2.
- Die mittleren TBT-Gehalte (jeweils Gesamtfraktion) überschreiten den RW 1 sowohl nach dem BLABAK TBT-Konzept als auch nach GÜBAK geringfügig und liegen damit im Bereich der Nullbeprobung. An der BfG-Dauermessstation Wedel wurden in den Schwebstoffen höhere Gehalte gemessen.

Zusammenfassende Beurteilung

Zusammenfassend ist das Baggergut aufgrund der Belastung mit den Verbindungen der DDX-Gruppe, des α -HCH und des HCB nach HABAK-WSV in Fall 3 einzustufen. Nach GÜBAK ergibt sich die gleiche Einstufung, da auch dort die DDX-Verbindungen mit

Ausnahme des p,p'-DDTs, und des HCBs Belastungen oberhalb RW 2 anzeigen. Im Fall des α -HCH fällt die Bewertung nach GÜBAK deutlich besser aus. Hier ist RW 1 unterschritten.

Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit entsprach die Qualität der untersuchten Sedimente der bisher aus dem Sedimentfang entfernten Sedimente. Sie entsprechen weitgehend der im Bereich Wedel herrschenden Belastungssituation, die monatlich an der BfG-Dauermessstelle Wedel im schwebstoffbürtigen Sediment erfasst wird. Im Vergleich zur Nullbeprobung im März 2008 ist die Sedimentqualität schlechter, allerdings sind die Schadstoffgehalte der Sedimente aus dem Sedimentfang zum Zeitpunkt der Nullbeprobung niedriger als die Gehalte in den Schwebstoffen der BfG-Dauermessstelle Wedel bezogen auf den Mittelwert der Jahre 2005 bis 2007. Im Gegensatz zu den nachfolgenden Freigabeuntersuchungen und weiteren Beprobungen hat damals die Nullbeprobung nicht die aktuelle Belastungssituation in diesem Bereich wiedergespiegelt, da bei Erstellung des Sedimentfangs auch unbelastete, weil anstehende Feinsedimentanteile erfasst wurden.

2.2.3 Bewertung ökotoxikologisches Potenzial (03.08.2010)

Die mit den ökotoxikologischen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse an den Sedimentproben vom 03. August 2010 sind für die limnischen Bioteste in Tabelle 2-9 und für die marinen Bioteste in Tabelle 2-10 dargestellt. Die ökotoxikologischen Untersuchungen und chemischen Schadstoffanalysen erfolgten am selben Probenmaterial.

Tabelle 2-9: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der limnischen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggergutes aus dem Sedimentfang bei Wedel, Probenahmedatum 03.08.2010

BfG-Nr. und Probenbezeichnung	Beprobungsdatum	Kernlänge [cm]	TR [%]	Untersuchungsmatrix	physiko-chemische Parameter des Testgutes				Grünalgentest DIN 38412-33		Leuchtbakt.-Test DIN EN ISO 11348-2 (farbkorrigiert)		Daphnientest DIN 38412-30		Toxizitätsklasse
					pH	NH ₄ ⁺ N [mg/l]	O ₂ (vorher) [mg/l]	LF [µS/cm]	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	
WK10-08-03_AN	03.08.2010	170	55,3	PW	7,4	76	0,5	3,13	52	3	7	0	50	1	III
				EL	7,2	21	5,1	1,40	-14	3	-2	0	0	0	
WK10-08-03_BN	03.08.2010	120	61,7	PW	7,4	59	0,6	2,93	30	1	16	0	70	1	I
				EL	7,5	13	5,0	1,14	25	1	6	0	0	0	
WK10-08-03_CN	03.08.2010	130	50,4	PW	7,4	54	0,7	2,82	35	1	20	2	40	1	III
				EL	7,2	15	5,2	1,40	-23	3	1	0	0	0	
WK10-08-03_DN	03.08.2010	120	50,2	PW	7,4	63	0,7	2,87	26	1	12	0	80	1	III
				EL	7,2	22	5,0	1,43	-13	3	6	0	0	0	
WK10-08-03_FN	03.08.2010	70	38,1	PW	7,5	19	1,9	2,25	-10	0	8	0	0	0	III
				EL	7,4	4,0	5,0	1,59	-31	3	-7	0	0	0	
WK10-08-03_DS	03.08.2010	80	43,8	PW	7,5	35	2,0	2,84	18	0	1	0	50	1	III
				EL	7,4	11	5,1	1,48	-34	3	7	0	30	1	
WK10-08-03_ES	03.08.2010	110	43,2	PW	7,3	81	0,4	3,19	53	1	21	2	100	1	IV
				EL	7,2	48	4,1	1,69	-2	4	14	0	60	1	
WK10-08-03_CM	03.08.2010	70	36,3	PW	7,4	28	0,8	2,49	26	1	12	0	0	0	III
				EL	7,8	22	4,2	1,70	n.d.	3	7	0	0	0	
WK10-08-03_EM	03.08.2010	70	44,3	PW	7,3	70	0,5	3,09	40	1	16	0	100	1	IV
				EL	7,3	42	4,1	1,67	11	4	13	0	0	0	
WK10-08-03_FM	03.08.2010	105	51,8	PW	7,3	61	0,5	2,89	35	1	4	0	40	1	III
				EL	7,1	19	4,7	1,40	-57	3	-8	0	0	0	
WK10-08-03_JN (Doppelbest. WK10-08-03_FN)	03.08.2010	70	38,2	PW	7,5	31	1,4	2,29	-9	0	7	0	20	1	Doppelbestimmung
				EL	7,4	7,0	5,0	1,60	-53	3	-1	0	0	0	

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet!

Tabelle 2-10: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der marinen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggergutes aus dem Sedimentfang bei Wedel, Probenahmedatum 03.08.2010

BfG-Nr. und Probenbezeichnung	Beprobungsdatum	Kernlänge [cm]	TR [%]	Untersuchungsmatrix	physiko-chemische Parameter des Testgutes					mariner Algentest DIN EN ISO 10253		Leuchtbakt.-Test DIN EN ISO 11348-2 (farbkorrigiert)		Amphipodentest DIN EN ISO 16712		Toxizitätsklasse
					pH	NH ₄ ⁺ -N [mg/l]	O ₂ (weibel) [mg/l]	LF	Salinität	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	Mortalität in [%]	pT-Wert	
WK10-08-03_AN	03.08.2010	170	55,3	PW	7,4	76	0,5	32	20,0	75	4	7	0	3	n.t.	IV
				EL	7,2	51	5,3	26	16,0	6	0	n.b.	-			
WK10-08-03_BN	03.08.2010	120	61,7	PW	7,4	59	0,6	32	20,0	93	3	16	0	2	n.t.	III
				EL	7,3	35	6,2	29	17,6	-6	0	n.b.	-			
WK10-08-03_CN	03.08.2010	130	50,4	PW	7,4	54	0,7	32	20,0	89	3	20	2	7	n.t.	III
				EL	7,3	47	5,2	25	14,9	1	0	n.b.	-			
WK10-08-03_DN	03.08.2010	120	50,2	PW	7,4	63	0,7	32	20,0	86	4	12	0	5	n.t.	IV
				EL	7,3	54	5,5	24	14,8	22	1	n.b.	-			
WK10-08-03_FN	03.08.2010	70	38,1	PW	7,5	19	1,9	32	20,0	56	3	8	0	5	n.t.	III
				EL	7,3	22	5,6	18	10,5	26	2	n.b.	-			
WK10-08-03_DS	03.08.2010	80	43,8	PW	7,5	35	2,0	32	20,0	82	4	1	0	7	n.t.	IV
				EL	7,3	29	5,0	21	12,7	21	1	n.b.	-			
WK10-08-03_ES	03.08.2010	110	43,2	PW	7,3	81	0,4	32	20,0	97	5	21	2	5	n.t.	V
				EL	7,1	74	5,0	21	12,6	25	2	n.b.	-			
WK10-08-03_CM	03.08.2010	70	36,3	PW	7,4	28	0,8	32	20,0	82	3	12	0	3	n.t.	III
				EL	7,2	42	4,0	16	9,5	17	0	n.b.	-			
WK10-08-03_EM	03.08.2010	70	44,3	PW	7,3	70	0,5	32	20,0	97	5	16	0	3	n.t.	V
				EL	7,2	68	4,5	22	13,0	27	2	n.b.	-			
WK10-08-03_FM	03.08.2010	105	51,8	PW	7,3	61	0,5	32	20,0	69	4	4	0	3	n.t.	IV
				EL	7,2	53	5,1	25	15,5	43	2	n.b.	-			
WK10-08-03_JN (Doppelbest. WK10-08-03_FN)	03.08.2010	70	38,2	PW	7,5	31	1,4	32	20,0	61	3	7	0	2	n.t.	Doppelbestimmung
				EL	7,4	25	5,0	18	10,5	37	3	n.b.	-			

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet!

Bei den untersuchten Sedimenten wurden mit dem limnischen Daphnientest keine bis sehr geringe Belastungen im Porenwasser und im Eluat festgestellt. Gegenüber den marinen Kleinkrebsen wurden im Amphipodentest durchgehend keine Belastungen der Sedimente ermittelt. Beim Leuchtbakterientest sind für die Ermittlung der Ergebnisse die farbkorrigierten Messwerte herangezogen worden. Diese erlauben eine Kompensation von Störungen des Testsystems durch gefärbte Proben (DIN EN ISO 11348-2⁴:2009-05 Anhang A und AQS Merkblatt P-9/5). Mit einem pT-Wert von 2 in den Porenwässern der Sedimente WK_10-08-03_BN und WK10-08-03_ES sind signifikante Hemmwirkungen festgestellt worden. Diese liegen jedoch nur gering über der in den Normen definierten Signifikanzgrenze von 20 % Hemmung. In den Eluaten der Sedimente wurden durchgehend keine Hemmwirkungen festgestellt. Auffällig sind die Untersuchungsergebnisse des limnischen und marinen Algentestes. In den Porenwässern und Eluaten wurden gegenüber dem limnischen Algentest pT-Werte bis pT 4 und gegenüber dem marinen Algentest pT-Werte sogar bis pT 5 festgestellt. Eine Beeinflussung durch hohe Ammoniumwerte in den Testgütern kann für die hohen pT-Werte ausgeschlossen werden, da die Ammonium-Konzentration durch die Verdünnung in diesen pT-Stufen eher fördernde Wirkeffekte aufweist (vgl. Wahrendorf et al., 2006). Die

⁴ DIN EN ISO 11348-2, Juli 2008. Wasserbeschaffenheit - Bestimmung der Hemmwirkung von Wasserproben auf die Lichtemission von *Vibrio fischeri* (Leuchtbakterientest) - Teil 2: Verfahren mit flüssig getrockneten Bakterien (ISO 11348-2:2007); Deutsche Fassung prEN ISO 11348-2:2008

verdeckte Doppelbestimmung wies eine gute Übereinstimmung mit den Testergebnissen der ursprünglichen Sedimentproben auf.

Mit Toxizitätsklassen von II bis IV für die limnischen Untersuchungen (Ausnahme ist hier nur die Probe WK10-08-03_BN mit der Toxizitätsklasse I) und Toxizitätsklassen von II bis V für die marinen Untersuchungen weist das untersuchte Sedimentmaterial eine höhere Belastung auf als das Material der vorangegangenen Untersuchungen der BfG in den Jahren 2002, 2005, 2006 (siehe BfG, 2008), der Nullbeprobung im März 2008 und den vorangegangenen Freigabeuntersuchungen (siehe BfG, 2009 und BfG, 2010). Die Ursache dieser markanten Erhöhung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials im Vergleich zu sämtlichen früheren Untersuchungsergebnisse im Maßnahmenbereich des Sedimentfang ist unbekannt.

Auf Grund der erhöhten Ergebnisse wurde seitens der BfG vor der nächsten Unterhaltung des Sedimentfangs und der Umlagerung des Baggerguts in den Verbringstellenbereich bei Elbekm 690 eine erneute Probenahme zur Feststellung des ökotoxikologischen Belastungspotenzials empfohlen. Die aktuelle Sedimentbelastung im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs wurde daraufhin im März 2011 vor Beginn der 5. Unterhaltungskampagne nochmals untersucht (vg. Kapitel 2.3.3).

2.3 Ergebnisse einer Sedimentbeprobung im März 2011 und Durchführung der 5. Unterhaltungskampagne im Zeitraum März bis April 2011

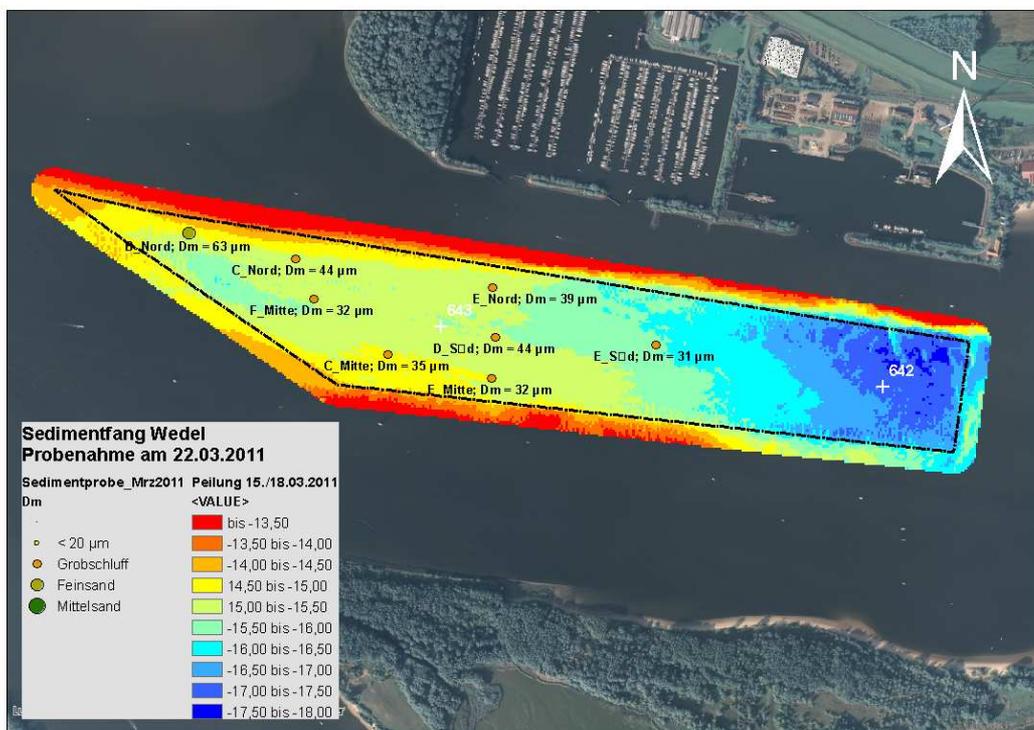


Abbildung 2-5: Übersicht Probenahmepunkte bei Sedimentbeprobung am 22.03.2011

Eine Beprobung der im Sedimentfang abgelagerten Sedimente ist mittels Kolbenlot an acht Positionen (siehe Abbildung 2-5) im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs zwischen Elbekm 641,8 und 643,8 vor Beginn der Baggerungsarbeiten am 22. März 2011 durchgeführt worden. An den Probenahmepositionen konnte mittels der gewonnenen Kerne das Baggergut über eine Schnittiefe von 70 bis zu 130 cm beprobt und analysiert werden. Zielsetzung dieser Beprobung war die Überprüfung der letztmaligen ökotoxikologischen Untersuchungsergebnisse vom August 2009 (vgl. Kapitel 2.2.3), die zum Teil erhöhte toxische Effekte bei der Untersuchung des potenziellen Baggergutes aufgezeigt haben. Im Zuge dieser erneuten Beprobung ist das Sediment ebenfalls auf Korngrößenverteilung und Schadstoffbelastung untersucht worden.

2.3.1 Korngrößenverteilung der Sedimentablagerungen (22.03.2011)

Erneut sind bei dieser Beprobung im Bereich des Sedimentfangs überwiegend schluffig-feinsandige Sedimentablagerungen angetroffen worden. Der Vergleich der acht genommenen Proben mit den positionsgleichen Proben der Freigabebeprobung vom März 2010 zeigt, dass es nur geringfügige Abweichung von ca. 10 µm bei den berechneten mittleren Korngrößen-durchmessern (berechnet nach Folk & Ward, 1957) gibt (siehe Abbildung 2-5). Erneut hat es im östlichen Bereich des Sedimentfangs keine nennenswerten Sedimentationshöhen gegeben. Aus vorangegangenen Beprobungen ist bekannt, dass dort stets feinsandige, teils schluffige Mittelsande vorliegen.

2.3.2 Bewertung Stoffhaushalt und Schadstoffbelastung (22.03.2011)

Stoffhaushalt

Das untersuchte Sediment weist einen mittleren Anteil der Fraktion < 20 µm von 35 Gew.-%, einen mittleren TOC-Gehalt von 2,0 % und mittlere Nährstoffgehalte (N, P) von 2600 mg N/kg bzw. 1050 mg P/kg auf (siehe Tabelle 2-11). Damit liegen die Nährstoffwerte oberhalb des RW 1 sowohl nach HABAK-WSV als auch nach GÜBAK.

Im zeitlichen Vergleich mit den vergangenen Untersuchungsergebnissen seit der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs ist für den Stickstoff im dort abgelagerten Sediment von September 2008 bis März 2011 eine leichte aber stetige Zunahme von 1800 auf 2600 mg N/kg zu beobachten. Die Phosphorgehalte zeigen keinen Trend, sie schwanken im gleichen Zeitraum von 830 bis 1050 mg P/kg. Insgesamt aber wird der RW 1 für beide Nährstoffe (N und P) seit September 2008 immer überschritten.

Schadstoffgehalte

Die chemischen Parameter werden in Tabelle 2-11 und Tabelle 2-12 sowohl nach HABAK-WSV als auch nach GÜBAK eingeordnet. Dabei ist zu beachten, dass die organischen Schadstoffe nach HABAK-WSV auf die Fraktion < 20 µm normiert werden und nach GÜBAK auf die Fraktion < 63 µm. Insgesamt wurden für die Untersuchungen 8 und nicht 16 Proben wie bei den vorangegangenen Untersuchungen genommen. Es erfolgt zunächst für jede untersuchte Schadstoffgruppe eine Einzelbewertung der Analyseergebnisse der acht Sedimentproben vom 22. März 2011. Eine zusammenfassende Beurteilung des Baggerguts dieser 5. Unterhaltung des Sedimentfangs beendet den Absatz.

Tabelle 2-11: Schadstoffbelastungen nach HABAK-WSV (BfG, 1999) bzw. BLABAK-TBT-Konzept (BMVBW et al., 2001), Probenahme 22.03.2011

Parameter	Einheit	Nullbeprobung 07.03.2008				4. Freigabeuntersuchung 03.03.2010			Sedimentbeprobung 03.08.2010			Sedimentbeprobung 22.03.2011			Dauermessstation Wedel 2005 - 2007 (*). 2007 - 2008			Richtwerte nach HABAK- WSV bzw. TBT-Konzept	
		Labor 1 MW	Min	Median	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	MW	Min	Max	Richtwert 1	Richtwert 2
TOC <2 mm	Gew.%	1,4	1,0	1,3	2,6	2,1	1,1	2,9	2,2	1,1	3,5	2,0	1,0	2,5					
Fraktion <20 µm	Gew.%	12	3,6	13	20	31	11	43	24	13	39	35	18	44					
Fraktion <63 µm	Gew.%	22	3,7	26	39	60	34	77	56	34	80	65	37	78					
Summenparameter																			
Stickstoff <2 mm	mg/kg TS	1156	859	1230	1290	2228	841	3500											1500
Phosphor <2 mm	mg/kg TS	628	570	620	680	846	450	1100	838	520	1200	1046	640	1300					500
Schwefel <2 mm	mg/kg TS					2381	1100	3100											
Metalle in der Fraktion <20 µm																			
Arsen <20 µm	mg/kg TS	40	31	41	44	35	29	42	37	33	41	42	41	44	35	22	46	30	150
Blei <20 µm	mg/kg TS	86	66	86	99	83	71	98	88	85	92	103	101	105	65 (*)	43	81	100	500
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	2,2	1,4	2,3	2,8	1,8	1,5	2,4	2,6	1,9	3,1	3,0	2,7	3,7	2,30	1,30	3,80	2,5	12,5
Chrom <20 µm	mg/kg TS	80	56	82	93	63	46	82	59	53	75	100	89	106	74	49	104	150	750
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	64	45	66	81	54	43	68	66	58	74	77	71	88	71 (*)	48	115	40	200
Nickel <20 µm	mg/kg TS	45	34	45	50	39	31	46	40	38	44	47	44	49	54	30	87	50	250
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	1,8	1,0	1,4	4,6	1,0	0,8	1,4	1,3	1,1	1,5	1,9	1,8	2,0	1,60	0,40	2,4	1	5
Zink <20 µm	mg/kg TS	568	458	561	710	478	379	560	569	490	640	604	564	691	583 (*)	388	880	350	1750
Mineralölkohlenwasserstoffe in der Fraktion <20 µm																			
Mineralöl <20	mg/kg TS	303	246	282	362	k.MW	<50	146	209	113	277	205	180	257	380	217	586	300	1000
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	150	123	138	181	k.MW	<25	<25	46	28	79	32	23	57					
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	204	123	225	249	99,0	<25	149,0	174	90	228	177	156	217					
Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe in der Fraktion <20 µm																			
PAK Summe 6 (a)	mg/kg TS	1,2	1,1	1,1	1,5	1,3	0,9	1,8	2,0	1,3	2,8	1,6	1,5	1,8	2,0	1,2	2,7	1	3
PAK Summe 16 (b)	mg/kg TS	2,68	2,33	2,69	3,31	2,4	1,6	3,4	3,83	2,52	5,52	3,03	2,70	3,40	4,3	2,4	6,2		
Polychlorierte Biphenyle in der Fraktion <20 µm																			
PCB Summe 7	µg/kg TS	30,5	24,3	32,5	34,9	24,4	15,6	61,2	33,6	20,8	57,0	28,6	24,3	33,0	32	22	47	20	60
Hexachlorcyclohexane in der Fraktion <20 µm																			
alpha-HCH	µg/kg TS	1,2	0,7	0,9	2,5	0,8	0,5	1,3	1,1	0,6	1,8	1,0	0,6	2,8	1,9	0,7	3,2	0,4	1,0
gamma-HCH	µg/kg TS	<0,6	<0,5	0,6	<0,7	0,2	<0,1	0,4	0,4	0,3	0,6	0,5	0,1	2,1	0,70	0,3	1,2	0,2	0,6
p,p'-DDT und Metabolite in der Fraktion <20 µm																			
p,p'-DDE	µg/kg TS	6,3	4,8	6,6	7,9	5,6	3,3	7,0	9,4	5,9	12,5	6,5	5,8	8,0	8,1	5,2	12,0	1,0	3,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	15,1	10,8	16,0	18,1	15,3	9,3	19,4	23,3	14,5	31,5	14,5	11,3	16,6	24	16	32	3,0	10
p,p'-DDT	µg/kg TS	<6,8	<2,5	3,6	21,5	4,3	<0,5	34,4	5,6	2,3	12,9	3,0	1,8	6,9	7,9	1,8	18,0	1,0	3,0
Chlorbenzole in der Fraktion <20 µm																			
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	<3,0	<2,5	2,8	<3,6	1,6	<0,5	4,2	2,8	1,6	3,8	1,9	1,4	3,1	5,0	2,4	14	1,0	3,0
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	9,0	7,4	9,4	9,9	10	6,1	30	15,6	7,7	24,4	9,6	7,5	19,4	18	10	33	2,0	6,0
Tributylzinnverbindungen																			
Tributylzinn <20 µm	µg TBT/kg TS	226	174	224	284										230	113	458		
Tributylzinn <2 mm	µg TBT/kg TS	38	27	40	49	42	18	69	31	17	43	34	19	47	97	37	210	20	600
02-zehrung n. 180 min						0,7	0,2	1											

Tabelle 2-12: Schadstoffbelastungen nach GÜBAK (ANONYMUS, 2009), Probenahme 22.03.2011

		GÜBAK		22.03.2011		
		R1	R2	Min	Mittelwert	Max
Trockenrückstand	Gew.-%			42	49	61
Fraktion 20-63 µm	Gew.-% TM			19,0	30,6	35,6
Fraktion <20 µm	Gew.-% TM			17,5	34,7	43,9
Gesamtfraktion <63 µm	Gew.-% TM			36,5	65,3	77,6
Arsen in 20 µm-Fraktion	mg/kg TM	40	120	41	42	44
Blei in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	90	270	101	103	105
Cadmium in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	1,50	4,50	2,70	2,98	3,70
Chrom in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	120	360	89	100	106
Kupfer in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	30	90	71	77	88
Nickel in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	70	210	44	47	49
Quecksilber in 20 µm-Fraktion	mg/kg TM	0,70	2,10	1,80	1,89	2,00
Zink in 20µm-Fraktion	mg/kg TM	300	900	564	604	691
Kohlenwasserstoffe nach H53 (C10-C40)	mg/kg TM	200	600	88	107	125
Kohlenwasserstoffe C10-C20	mg/kg TM			7	13	17
Kohlenwasserstoffe C21-C40	mg/kg TM			76	93	108
PAK-Summe 6 EPA	mg/kg TM			0,77	0,84	0,90
PAK-Summe 16 EPA	mg/kg TM	1,80	5,50	1,45	1,59	1,72
Pentachlorbenzol	µg/kg TM	1,00	3,00	0,81	1,01	1,51
Hexachlorbenzol	µg/kg TM	1,80	5,50	3,72	5,01	9,32
Summe 7 PCB	µg/kg TM	13,00	40,00	10,41	13,18	17,07
α-HCH	µg/kg TM	0,50	1,50	0,31	0,51	1,31
γ-HCH	µg/kg TM	0,50	1,50	0,07	0,23	0,97
p,p-DDE	µg/kg TM	1,00	3,00	2,87	3,40	3,88
p,p-DDD	µg/kg TM	2,00	6,00	6,31	7,60	8,74
p,p-DDT	µg/kg TM	1,00	3,00	1,00	1,52	3,29
Tributylzinn-Kation	µg/kg TM	20,0	300,0	19,0	34,00	47,00
Phosphor ges.	mg/kg TM		500	640	1046	1300
Stickstoff ges.	mg/kg TM		1500	1350	2634	3430

- Die mittleren Gehalte der Schwermetalle Chrom und Nickel unterschreiten nach HABAK-WSV und nach GÜBAK (jeweils normiert auf < 20 µm) den RW 1. Die mittleren Gehalte der restlichen gemessenen Schwermetalle (Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink) überschreiten nach beiden Beurteilungen RW 1, der RW 2 wird nicht erreicht. Im Vergleich zu den vorangegangenen Freigabeuntersuchungen sind die Gehalte einzelner Proben zum Teil etwas höher, liegen aber im Schwankungsbereich der Konzentrationen die im Verlauf eines Jahres an der BfG-Dauermessstation Wedel erfasst werden. Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit (ca. 10 % - 15 % bei Schwermetallen) liegen die mittleren Gehalte im Bereich der Nullbeprobung vom März 2008.
- Die Gehalte der Mineralölkohlenwasserstoffe liegen nach beiden Beurteilungen unter RW 1.
- Für die Gehalte der Summe aus 6 PAK (normiert auf < 20 µm) wird der RW 1 nach HABAK-WSV im Mittel überschritten, RW 2 wird in keinem Fall überschritten. Die mittleren Gehalte der Summe aus 16 PAK (normiert auf < 63 µm) unterschreiten den RW 1 nach GÜBAK. Im Vergleich zur Nullbeprobung im März 2008 liegen die mittleren PAK Gehalte der Proben aus dieser Untersuchung etwas höher. Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit entsprechen sie jedoch einem ähnlichen Niveau. Im Vergleich mit PAK Gehalten aus der Beprobung im August 2010 ergeben sich keine Unterschiede (siehe Kapitel 2.2.2).

- Für die mittleren Gehalte der Summe aus 7 PCB (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) ergibt sich nach HABAK-WSV wie auch schon bei der Nullbeprobung vom März 2008 eine Überschreitung von RW 1. Der RW 2 wird von keiner Einzelprobe überschritten. Auch nach GÜBAK zeigt die mittlere PCB-Belastung (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) eine knappe Überschreitung von RW 1, zum Teil wird RW 1 von PCB-Gehalten in Einzelproben unterschritten. RW 2 wird in keinem Fall überschritten. Die Gehalte sind insgesamt mit den der BfG-Dauermessstelle Wedel gemessenen Gehalten in Schwebstoffen und den Gehalten der bei der vorangegangenen Beprobung am 03. August 2010 erfassten Sedimente vergleichbar (siehe Kapitel 2.2.2).
- Der mittlere Gehalt des α -HCH (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) erreicht den RW 2 nach HABAK-WSV. Insgesamt überschreiten die Gehalte in 2 von 8 Proben den RW 2. In einer dieser Proben wird RW 2 mit $2,8 \mu\text{g/kg}$ deutlich überschritten. RW 1 wird von allen Proben überschritten. Der mittlere Gehalt von α -HCH (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) überschreitet den RW 1 nach GÜBAK nur knapp. Der mittlere Gehalt des γ -HCH (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) überschreitet RW 1, der RW 2 wird von einer Einzelprobe überschritten. Mit Ausnahme einer Probe (Ausreißer) ist in den Einzelproben kein Unterschied zu den Gehalten des γ -HCH zur Nullbeprobung im März 2008 und zur vorangegangenen Probenahme im August 2010 zu erkennen. Nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) unterschreitet der mittlere Gehalt RW 1. Lediglich der Maximalwert liegt zwischen RW 1 und RW 2.
- Die Gehalte der DDX-Verbindungen (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) - mit Ausnahme des p,p'-DDT - überschreiten bei allen Sedimentproben den RW 2 nach HABAK-WSV. Die mittleren Gehalte des p,p'-DDT überschreiten RW 1, nicht jedoch RW 2. Die bei dieser Beprobung in den Sedimenten des Sedimentfangs gemessenen Gehalte sind vergleichbar mit denen der Nullbeprobung im März 2008. Auch eine Bewertung nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) ergibt für die mittleren Gehalte von p,p'-DDE und p,p'-DDD eine Überschreitung des RW 2. Die mittleren Gehalte für p,p'-DDT überschreiten nur RW 1. Die Gehalte sind mit denen aus der vorangegangenen Beprobung im August 2010 vergleichbar.
- Die mittleren Gehalte für Pentachlorbenzol überschreiten (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$) den RW 1 nach HABAK-WSV. Der Gehalt einer Probe überschreitet knapp RW 2. Bei einer Bewertung nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) liegt der mittlere Gehalt über RW 1, RW 2 wird nicht überschritten. Die Gehalte der Sedimente an Pentachlorbenzol sind vergleichbar mit den bei der Nullbeprobung bestimmten Gehalten.
- Die Gehalte des HCBs überschreiten in allen Einzelproben deutlich RW 2 nach HABAK-WSV (normiert auf $< 20 \mu\text{m}$). Die Werte sind vergleichbar mit denen aus der Nullbeprobung vom März 2008 und sind somit niedriger als bei der vorangegangenen Beprobung im August 2010. Nach GÜBAK (normiert auf $< 63 \mu\text{m}$) überschreiten die mittleren Gehalte des HCB den RW 1, nur der Maximalwert bei einer Probe überschreitet RW 2.
- Die TBT-Gehalte (jeweils Gesamtfraktion) überschreiten den RW 1 nach BLABAK TBT-Konzept sowie nach GÜBAK geringfügig und liegen damit im Bereich der Nullbeprobung vom März 2008 und der vorangegangenen Beprobung im August 2010. An der

BfG-Dauermessstelle Wedel wurden im vergleichbaren Zeitraum in den Schwebstoffen höhere Gehalte gemessen.

Zusammenfassende Beurteilung

Zusammenfassend ist das Baggergut aufgrund der Belastung mit den Verbindungen der DDX-Gruppe, des α -HCH und des HCB nach HABAK-WSV in den Fall 3 einzustufen. Nach GÜBAK ergibt sich die gleiche Einstufung, da auch dort die Belastung der Sedimente mit DDX-Verbindungen mit Ausnahme des p,p'-DDT den RW 2 überschreiten.

Unter Berücksichtigung der Messunsicherheit entsprach die Qualität der untersuchten Sedimente den bisher aus dem Sedimentfang entfernten Sedimenten. Sie liegen zum Teil etwas niedriger als bei der vorangegangenen Probenahme im August 2010.

2.3.3 Bewertung ökotoxikologisches Potenzial (22.03.2011)

Die ökotoxikologischen Untersuchungen des Baggergutes aus dem Frühjahr 2011 erfolgten gemäß den vorangegangenen Untersuchungskampagnen. Das Unterhaltungsbaggergut aus dem Sedimentfang wurde im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 umgelagert. In Tabelle 2-13 sind die limnischen Biotestergebnisse der Sedimentbeprobung vom 22. März 2011 dargestellt, die Untersuchungsergebnisse der marinen Bioteste finden sich in Tabelle 2-14. Die ökotoxikologischen Untersuchungen und chemischen Schadstoffanalysen erfolgten am selben Probenmaterial.

Tabelle 2-13: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der limnischen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggergutes aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAB-WSV (BfG, 2000), Probenahmedatum 22.03.2011

BfG-Nr. und Probenbezeichnung	Beprobungsdatum	TR [%]	Untersuchungsmatrix	physiko-chemische Parameter des Testgutes					Grünalgentest DIN 38412-33		Leuchtbakt.-Test DIN EN ISO 11348-2 (farbkorrigiert)		Daphnientest DIN 38412-30		Toxizitätsklasse
				pH	NH ₄ -N [mg/l]	O ₂ (verat) [mg/l]	O ₂ [mg/l]	LF [lnS/cml]	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	Hemm. in G1 [%]	pT-Wert	
WK_BN_22032011	22.03.2011	60,4	PW	7,3	120,0	1,1	5,1	3,58	92	2	30	2	100	3	III
			EL	7,2	48,0	7,4	7,4	1,27	-1	0	7	0	100	1	
WK_CN_22032011	22.03.2011	53	PW	7,2	110,0	1,2	5,2	3,48	90	2	2	0	100	2	II
			EL	7,2	57,0	7,0	7,0	1,5	31	1	4	0	50	1	
WK_EN_22032011	22.03.2011	53,2	PW	7,2	130,0	1,4	5,2	3,51	89	2	2	0	100	3	III
			EL	7,2	60,0	5,8	5,8	1,42	13	0	1	0	100	1	
WK_CM_22032011	22.03.2011	44,5	PW	7,3	100,0	1,1	5,1	3,25	65	2	4	0	100	1	II
			EL	7,2	54,0	5,1	5,1	1,55	42	1	7	0	100	1	
WK_EM_22032011	22.03.2011	47,3	PW	7,2	140,0	0,4	5,1	3,65	93	2	7	0	100	2	II
			EL	7,2	63,0	5,5	5,5	1,52	78	(3)*	4	0	100	2	
WK_FM_22032011	22.03.2011	43	PW	7,2	120,0	1,4	5,1	3,43	91	2	3	0	100	2	II
			EL	7,4	70,0	5,1	5,1	1,6	86	(4)*	9	0	100	2	
WK_DS_22032011	22.03.2011	55,6	PW	7,2	70,0	1,2	5,2	3,12	79	2	14	0	100	1	II
			EL	7,1	40,0	5,2	5,2	1,3	46	(4)*	3	0	100	1	
WK_ES_22032011	22.03.2011	43,2	PW	7,2	140,0	0,9	5,1	3,47	93	2	7	0	100	3	III
			EL	7,2	82,0	5,0	5,0	1,68	82	(5)*	12	0	100	2	
WK_JS_22032011 (Doppelbest. WK_ES_22032011)	22.03.2011	45,5	PW	7,4	140,0	1,7	5,3	3,42	92	2	-6	0	100	2	Doppelbestimmung
			EL	7,1	81,0	5,1	5,1	1,75	90	(4)*	10	0	100	2	

*) Gekennzeichnete Werte sind nach Basisdokument der HPA auf Grund einer pH-Wert-Erhöhung im Testverlauf größer 1,5 pH-Wert-Stufen als nicht valide anzusehen. Diese Daten werden nicht bei der Ermittlung der Toxizitätsklasse berücksichtigt.

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet!

Tabelle 2-14: Ökotoxikologische Untersuchungsergebnisse der marinen Biotestpalette des Unterhaltungsbaggereuts aus dem Sedimentfang bei Wedel nach HABAK-WSV, Probenahmedatum 22.03.2011

BfG-Nr. und Probenbezeichnung	Beprobungsdatum	TR [%]	Untersuchungsmatrix	physiko-chemische Parameter des Testgutes						mariner Algentest DIN EN ISO 10253		Leuchtbakt.-Test DIN EN ISO 11348/2 (fähibenigen)		Amphipodentest DIN EN ISO 16712		Toxizitätsklasse
				pH	NH ₄ -N [mg/l]	O ₂ (vorher) [mg/l]	O ₂ [mg/l]	LF [µS/cm]	Salinität	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	Hemm. in Gl [%]	pT-Wert	
WK_BN_22032011	22.03.2011	60,4	PW	7,3	120	1,1	5,1	3,58	2,0	94	2	30	2	11,7	n.t.	II
			EL	7,1	77	7,4	7,4	23,36	15,0	16	0	-	-			
WK_CN_22032011	22.03.2011	53	PW	7,2	110	1,2	5,2	3,48	2,0	91	2	2	0	5	n.t.	II
			EL	7,0	98	7,0	7,0	19,2	12,0	22	1	-	-			
WK_EN_22032011	22.03.2011	53,2	PW	7,2	130	1,4	5,2	3,51	2,0	89	2	2	0	16,7	n.t.	II
			EL	6,9	110	5,8	5,8	18,72	12,0	3	0	-	-			
WK_CM_22032011	22.03.2011	44,5	PW	7,3	100	1,1	5,1	3,25	2,0	77	2	4	0	15	n.t.	II
			EL	6,9	92	5,1	5,1	13,2	8,0	48	1	-	-			
WK_EM_22032011	22.03.2011	47,3	PW	7,2	140	0,4	5,1	3,65	2,0	87	2	7	0	55	t.*	II
			EL	7,0	100	5,5	5,5	23,1	14,0	85	2	-	-			
WK_FM_22032011	22.03.2011	43	PW	7,2	120	1,4	5,1	3,43	2,0	80	2	3	0	61,7	t.*	II
			EL	7,0	110	5,1	5,1	20,6	12,0	60	2	-	-			
WK_DS_22032011	22.03.2011	55,6	PW	7,2	92	1,2	5,2	3,12	2,0	75	2	14	0	11,7	n.t.	II
			EL	6,9	70	5,2	5,2	26,2	16,0	34	1	-	-			
WK_ES_22032011	22.03.2011	43,2	PW	7,2	140	0,9	5,1	3,47	2,0	86	2	7	0	88,3	t.*	II
			EL	6,9	120	5,0	5,0	21,9	13,0	78	2	-	-			
WK_JS_22032011 (Doppelbest. WK_ES_22032011)	22.03.2011	45,5	PW	7,4	140	1,7	5,3	3,42	2,0	94	2	-6	0	23,3	l.t.*	Doppelbestimmung
			EL	6,9	120	5,1	5,1	22,6	14,0	93	2	-	-			

*) Auf Grund der hohen Ammoniumgehalte im Testgut ist eine hierdurch erzeugte Toxizität nicht auszuschließen. Diese Ergebnisse sind bei der Toxizitätsbewertung nicht zu berücksichtigen.

Fördereffekte sind mit negativen Vorzeichen gekennzeichnet.

Die aus den Sedimentproben gewonnenen Porenwässer und Eluate wiesen sowohl gegenüber dem limnischen Grünalgentest als auch gegenüber dem marinen Algentest auf phytotoxische Hemmwirkungen der Sedimente hin. Die gemessenen pT-Werte liegen mit Werten zwischen pT 0 und pT 2 in einem Bereich, der maximal auf ein geringes phytotoxisches Potenzial der Sedimente schließen lässt. Durch die hohen Ammoniumstickstoff-Konzentrationen im Porenwasser und z.T. im Eluat ist anzunehmen, dass die angezeigten Hemmwirkungen in den niedrigen pT-Stufen durch die erhöhten Ammoniumstickstoff-Konzentrationen im Testgut hervorgerufen wurden (vgl. Wahrendorf et al. 2005). Bei einem Teil der limnischen Eluatuntersuchungen wurden geringe Überschreitungen der zulässigen pH-Wert-Erhöpfung festgestellt. In der Regel ist eine geringfügige Überschreitung nach Abwägung der Einflussgrößen tolerierbar, allerdings konnte die in diesen Proben erhöhte Phytotoxizität nicht mit dem marinen Algentest bestätigt werden. Die Eluat-Proben, die eine Überschreitung der Validitätskriterien aufwiesen, wurden daher bei der Ermittlung der Toxizitätsklasse nicht berücksichtigt. Gegenüber dem Leuchtbakterientest sind nur im Porenwasser der Probe WK_BN_22032011 geringe toxische Effekte festgestellt worden. In allen anderen untersuchten Proben wurden - bei Berücksichtigung der geräteinternen Farbkorrektur (zur Kompensation von Störungen durch gefärbte Proben) wie in der vorangegangenen Untersuchung der Sedimente vom 03. März 2010 (siehe Kapitel 2.2.3) - keine toxischen Wirkeffekte gegenüber dem Leuchtbakterientest festgestellt. Mit pT-Werten bis pT 3 (mäßig toxisch belastet) wurden in den Sedimentproben vom Frühjahr 2011 höhere Belastungen gegenüber dem Daphnientest gemessen als in allen zuvor untersuchten Kampagnen. Auch im marinen Amphipodentest wurden z.T. toxische Effekte ermittelt. Für diese kann allerdings eine Beeinträchtigung durch hohe Ammonium-Konzentrationen im Sediment nicht ausgeschlossen werden.

Die verdeckte Doppelbestimmung wies auf eine gute Reproduzierbarkeit der Testergebnisse im Vergleich mit der ursprünglichen Sedimentprobe hin.

Mit den aus den pT - und pT_{\max} -Werten abgeleiteten Toxizitätsklassen von II und III für die limnische Biotestpalette und von II für die marine Biotestpalette ist das im Frühjahr 2011 untersuchte potenzielle Unterhaltungsbaggergut aus ökotoxikologischer Sicht insgesamt als unbedenklich belastet einzustufen. Das Unterhaltungsbaggergut aus dem Sedimentfang können aus ökotoxikologischer Sicht uneingeschränkt im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 umgelagert werden. Eine markante Veränderung zur Sedimentbelastung im Frühjahr 2010 (siehe Kapitel 2.1.3) und zur in diesem Bereich erwarteten ökotoxikologischen Belastung wurde im Frühjahr 2011 nicht festgestellt. Die im Sommer 2010 erhöhte ökotoxikologische Sedimentbelastung (siehe Kapitel 2.2.3) wurde nicht bestätigt. Es ist anzunehmen, dass es sich bei den im Sommer 2010 festgestellten Ergebnissen um einen kurzzeitigen Effekt gehandelt haben muss.

2.3.4 Baggerkampagne zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs

Die Baggerkampagne zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs hat am 31. März 2011 begonnen und wurde am 20. April 2011 abgeschlossen. Durchgeführt wurden diese Arbeiten mit dem Hopperbagger „Alexander von Humboldt“ der Firma Jan De Nul (siehe Tabelle 2-15).

Tabelle 2-15: Steckbrief Alexander von Humboldt (Quelle: Jan De Nul)

Technische Daten: Hopperbagger Alexander von Humboldt

Schiffslänge: 120,50 m
 Schiffsbreite: 24,40 m
 Maximale Saugtiefe: 36,5 / 43 m
 Laderaumvolumen: 9.000 m³
 Nutzladung: 14.060 t
 Saugrohrdurchmesser: 1300 mm
 Pumpenantrieb: 3.100 kW



Der Sedimentfang wurde im gesamten Umfang über die Breite der Fahrrinne wiederhergestellt. Dies entspricht exakt dem Baggerfeld der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs im Mai und Juni des Jahres 2008. Flächenhafte Peilungen der Gewässersohle mit einem Multibeam/Fächerecholot vor Beginn und nach Abschluss der Unterhaltungsbaggerung dokumentieren die durchgeführten Arbeiten (siehe Abbildung 2-6 und Abbildung 2-7).

Monitoring der
morphologischen, ökologischen und
naturschutzfachlichen
Auswirkungen
eines Sedimentfangs
vor Wedel
an der Tideelbe

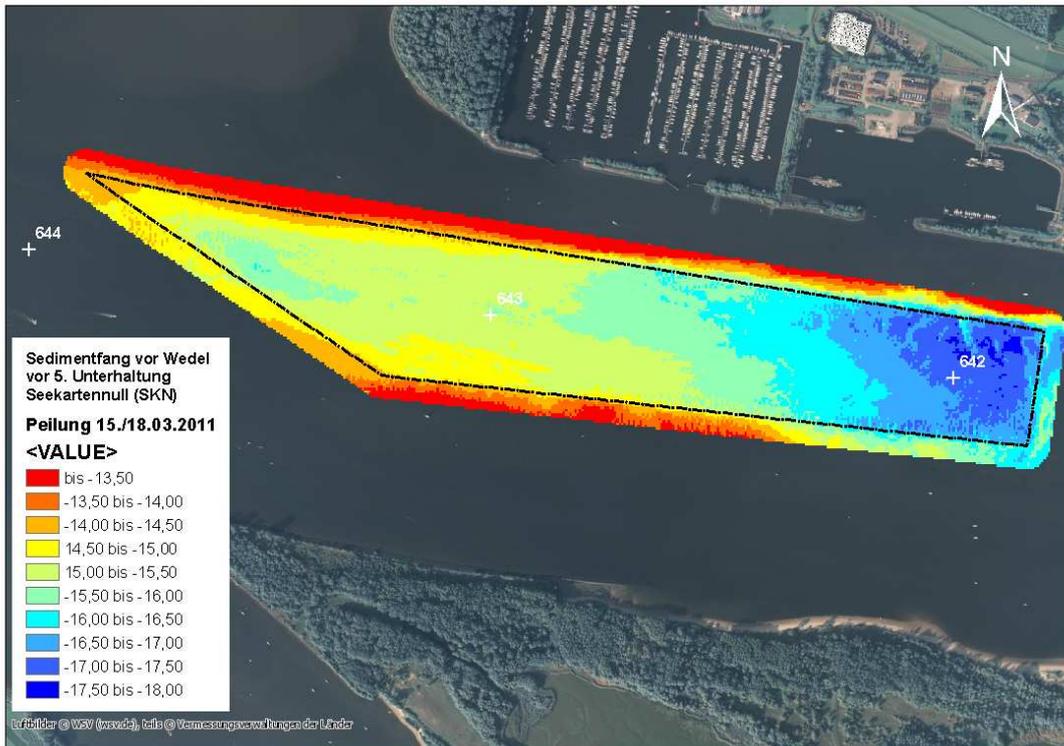


Abbildung 2-6: Peilung vom 15. / 18. März 2011 vor Beginn der Baggerarbeiten zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs

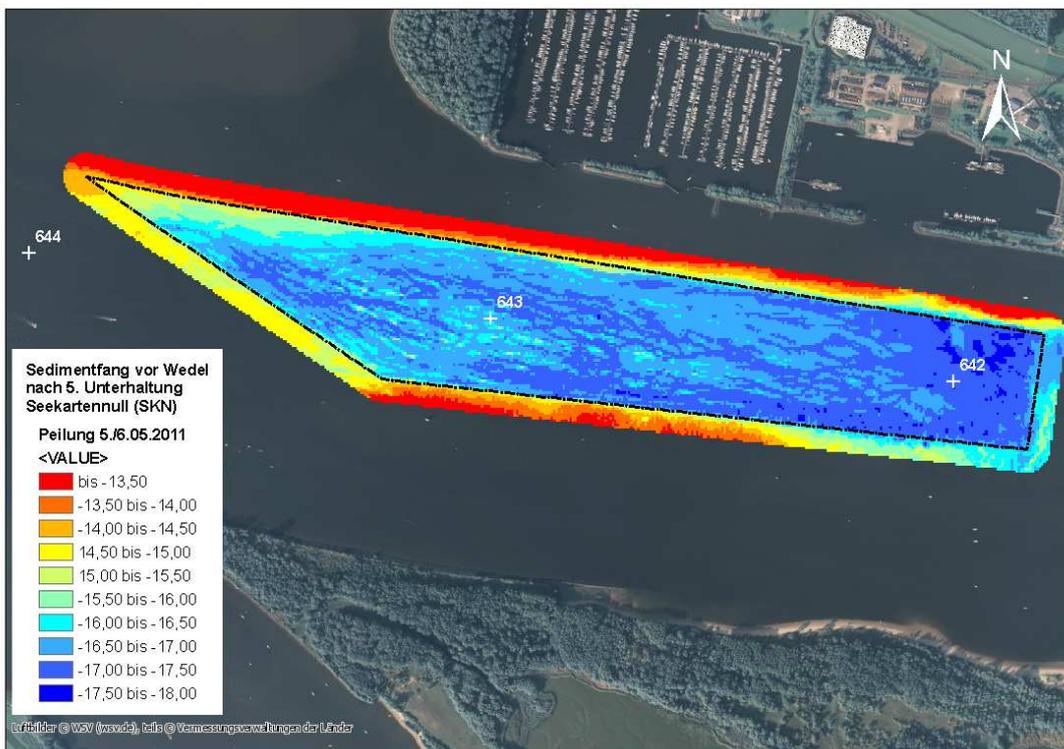


Abbildung 2-7: Peilung vom 5. / 6. Mai 2011 nach Abschluss der Baggerarbeiten zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs

In der Peilung vom 15./18. März 2011 (Abbildung 2-6) ist zu erkennen, dass es seit Abschluss der Baggerarbeiten zur vorangegangenen, 4. Unterhaltung des Sedimentfangs wieder nur bereichsweise zu einer Sedimentation in Höhe der technisch maximal möglichen Mächtigkeit von ca. 2 m und etwas mehr gekommen ist. Großflächig lag das Sohlniveau innerhalb des Sedimentfangs bei -15 bis -15,50 m (SKN), also noch 0,8 bis 1,3 m tiefer als die Fahrrinnensohle bei -14,30 m (SKN). Im westlichen Bereich des Sedimentfangs etwa in Fahrrinnenmitte ist diesmal eine besonders ausgeprägte Kolkstruktur zu erkennen. Im östlichen Bereich nehmen wiederholt die Sedimentationsmächtigkeiten ab, ab Elbe-km 642 ist es zu keiner Neusedimentation gekommen.

Das Ergebnis dieser 5. Unterhaltungskampagne verdeutlicht die Peilung vom 5./6. Mai 2011 (siehe Abbildung 2-7) nur wenige Tage nach Abschluss der Baggerarbeiten. Der Sedimentfang ist bei dieser 5. Unterhaltungskampagne vollständig auf eine Sollsohle von -16,3 m (SKN) plus Baggertoleranz gebracht worden. Schon während der Baggerarbeiten ist es in der nordwestlichen Spitze des Sedimentfangs erneut zu einer verstärkten Neusedimentation gekommen.

Insgesamt wurde durch den Hopperbagger „Alexander von Humboldt“ in 90 Baggerumläufen ein Gesamtladerraumvolumen von ca. 0,79 Mio. m³ an schluffig-feinsandigem Sediment im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 umgelagert. Die wichtigsten Eckdaten zu den Baggerarbeiten dieser 5. Unterhaltung des Sedimentfangs sind in Tabelle 2-16 zusammengefasst.

Tabelle 2-16: Zusammenfassung der Baggergutmengen und –eigenschaften aus der 5. Unterhaltung des Sedimentfangs im Zeitraum 31.03.2011 bis zum 20.04.2011 (Datenquelle HPA), Hinweis: TS = Trockensubstanz

Zusammenfassung Baggerarbeiten				
	Sand	Schlick ⁵		
Anzahl Baggerumläufe	0	90		
Baggermenge Laderaumvolumen	0	789.276 m ³		
Feststoffmasse	0	374.306 t TS		
Mittlere Laderaumdichte	[-]	1,28 t/m ³		

⁵ Als Schlick soll hier ein überwiegend schluffig-feinsandiges bzw. feinsandig-schluffiges Baggergut bezeichnet werden. Die Konsistenz des Baggerguts ist vorwiegend weich. Die Definition von Schlick erfolgt nach Köster (Geologisches Institut, Arbeitsgruppe Küstengeologie - Universität Kiel), KFKI Projektnummer 43: „Optimierung von Küstensicherungsarbeiten im Küstenvorfeld der Nordseeküste“

Monitoring der
morpholo-
gischen, öko-
logischen und
naturschutz-
fachlichen
Auswirkungen
eines Sediment-
fangs vor Wedel
an der Tidelbe

Fortsetzung Tabelle 2-12

Zusammenfassung Baggergutverbringung

Verbringstellen	Sand		Schlick	
	Laderaum- volumen	Anzahl Baggerum- läufe	Laderaum- volumen	Anzahl Baggerum- läufe
VS 689 R	0 m ³	0	789.276 m ³	90
Σ	0 m³	0	789.276 m³	90

3 Überprüfung der Auswirkungsprognosen des Sedimentfangs vor Wedel (Ebene 2)

Der Untersuchungsraum für die Auswirkungsprognose und deren Überprüfung umfasst den Maßnahmenbereich des Sedimentfangs. Eine detaillierte Beschreibung der zu überprüfenden Auswirkungsprognosen ist im Bericht 2008 (BfG, 2009) gegeben (siehe Tabelle 1-1). Die Prognosen sind Bestandteil der Einvernehmenserklärung zu dieser Maßnahme durch die Länder Schleswig-Holstein und Niedersachsen. Der bereits veröffentlichte Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) hat über erste Auswertungen zu möglichen Auswirkungen des Sedimentfangs auf die Umwelt durch Herstellung und Betrieb informiert. Grundlage für die in dem vorliegenden Bericht fortgesetzte Überprüfung der Auswirkungsprognosen sind die neu im laufenden Monitoringprogramm erhobenen Daten aus dem Zeitraum Januar 2010 bis August 2011. Diese fortgesetzte Überprüfung baut auf den vorliegenden und im Zwischenbericht 2009 dargestellten Ergebnissen auf. Eine abschließende Beurteilung sämtlicher Auswirkungsprognosen erfolgt im Rahmen eines Abschlussberichtes, welcher Anfang 2012 veröffentlicht werden soll.

Die Untersuchungen sollen bei einer Veränderung gegenüber dem Referenzzustand den Sedimentfang als Ursache hierfür prüfen. Darüber hinaus soll sein Wirken qualitativ und wenn möglich quantitativ unter der Berücksichtigung des Einflusses einer Überlagerung durch andere Einflussfaktoren beschrieben werden. Eine Veränderung gegenüber dem Referenzzustand kann eine positive Auswirkung des Sedimentfangs im Sinne eines Maßnahmenerfolgs aber auch eine unerwünschte Auswirkung dieser Maßnahme auf die Umwelt bedeuten.

3.1 Zusammenfassung der Ergebnisse aus Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010)

Tabelle 3-1 fasst nochmals die im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) dargestellten ersten Ergebnisse der Überprüfung von Wirksamkeit und Auswirkungen des Sedimentfangs auf morphologische, ökologische und naturschutzfachliche Belange zusammen. Diese Ergebnisse sind Ausgangspunkt für die nachfolgend fortgesetzte Überprüfung auf Grundlage der im Zeitraum Januar 2010 bis August 2011 neu erhobenen Daten.

Tabelle 3-1: Ergebnisse der Überprüfung von Wirksamkeit und Auswirkungen des Sedimentfangs vor Wedel (aus BfG, 2010)

Auswirkungsprognose für	Prognose	Festgestellte Auswirkungen des Sedimentfangs nach gegenwärtigem Stand der Untersuchungen
Wirksamkeit Sedimentfang (Suspensionstransport)	Absenkung der Strömungsgeschwindigkeit um 10% -15% wird nicht erreicht, damit auch keine deutliche Verringerung der Transportkapazität	<i>Im Zwischenbericht 2009 nicht untersucht!</i>
Wirksamkeit Sedimentfang (sohlnaher Sedimenttransport)	<i>Hinweis: „Keine Auswirkungsprognose gegeben“</i>	<i>Im Zwischenbericht 2009 nicht untersucht!</i>
Strömungsgeschwindigkeit	Nur geringe Absenkung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit	Möglicherweise sprunghafte Absenkung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit um ca. 6 cm/s unmittelbar nach Unterhaltung Sedimentfang
Tidecharakteristika	<i>Hinweis: „Keine Auswirkungsprognose gegeben“</i>	Keine signifikante Auswirkung des Sedimentfangs auf Wasserstandsganglinie festgestellt
Turbulenz	Keine verstärkte Turbulenz mit Einfluss auf die Gewässermorphologie erwartet	<i>Im Zwischenbericht 2009 nicht untersucht!</i>
Baggergutmengen und -beschaffenheit	Pro Baggerkampagne 0,8 Mio. m ³ Fassungsvermögen, überwiegend schluffiges Sediment	Bislang in 3 Unterhaltungskampagnen 3,1 Mio. m ³ Laderaumvolumen an feinsandig-schluffigem Baggergut; also ca. 1,0 Mio. m ³ pro Unterhaltungskampagne, Verfeinerung der Sedimente gegenüber Referenzzustand vor erstmaliger Herstellung Sedimentfang
Sedimentationsrate	Höhere Sedimentationsrate im Bereich des Sedimentfangs erwartet	Sedimentationsraten von bis zu 14 m/a in einem Zweiwochenzeitraum festgestellt. Im direkten Maßnahmenbereich stellt sich bei einem gar nicht bis wenig gefüllten Sedimentfang eine im Mittel höhere Sedimentationsrate ein als bei einem gefüllten Sedimentfang.

Fortsetzung Tabelle 3-1

Auswirkungsprognose für	Prognose	Festgestellte Auswirkungen des Sedimentfangs nach gegenwärtigem Stand der Untersuchungen
Geometrie Sedimentfang	Ortstabile Böschungskante mit einer natürlichen Neigung von 1:4	festgestellte Neigung unmittelbar nach Baggerung ist geringer als 1:4, danach Verflachung Böschungskante
Schwebstoffkonzentration	Verlagerung der hohen Sedimentkonzentrationen vertikal nach unten und einer Abnahme derselben in den oberen Wasserschichten	Keine signifikanten Auswirkungen auf den Schwebstoffhaushalt an den Dauermessstationen erkennbar
Herkunft der Sedimente	Unsichere Prognose: überwiegend marine Herkunft, oder Durchmischung mit Sedimenten bzw. abgelagertem Baggergut von Oberstrom	Im Zwischenbericht 2009 nicht untersucht!
Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt	Geringe Abnahme der Sauerstoffkonzentrationen durch Betrieb des Sedimentfangs	An Dauermessstation D1 keine Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt erkennbar, auch nicht während der Baggerkampagnen
Schadstoffkonzentration und ökotoxikologisches Potenzial	Bei hohem Anteil mariner Sedimente: verringerte Schadstoffbelastung und ökotoxikologisches Potenzial. Bei hohem Anteil fluviatiler Sedimente: Schadstoffbelastung und ökotoxikologisches Potenzial abhängig von Oberwasserzufluss, Belastung oberstromiger Schwebstoffe und ggf. von dem im Bereich Neßsand umgelagerten Baggergut	Keine signifikanten Auswirkungen auf die Schadstoffgehalte und das ökotoxikologische Potenzial erkennbar
Makrozoobenthos	Im Bereich Sedimentfang bereits sehr hohe Umlagerungs- und Baggeraktivitäten. Keine weiteren Auswirkungen auf vorliegende, artenarme Benthos-Lebensgemeinschaft erwartet	Monitoringkonzept umfasst keine weiteren Untersuchungen zu Makrozoobenthos

Fortsetzung Tabelle 3-1

Auswirkungsprognose für	Prognose	Festgestellte Auswirkungen des Sedimentfangs nach gegenwärtigem Stand der Untersuchungen
Fischfauna	Im Bereich Sedimentfang bereits sehr hohe Umlagerungs- und Baggeraktivitäten. Durch Sedimentfang kein relevanter Einfluss auf Fischbestände erwartet	<i>Monitoringkonzept umfasst keine weiteren Untersuchungen zu Fischfauna – siehe hierzu Gutachten von Limnobios (Limnobios, 2009)</i>
Schutzgebiete	Keine Beeinträchtigung der Sauerstoffversorgung der ansässigen Lebensgemeinschaften	Kein relevantes Risiko für die Erhaltungsziele der Natura 2000 Gebiete aufgrund von Sauerstoffbelastungen infolge des Sedimentfangs erkennbar

3.2 Wirksamkeit Sedimentfang

Die Wirksamkeit des Sedimentfangs vor Wedel im Sinne eines Maßnahmenenerfolgs ist eine der zentralen Untersuchungsfragen des Monitorings. Diese wird anhand folgender vier Maßnahmenziele überprüft (vgl. BfG, 2009):

1. Es soll durch diese Maßnahme die Baggergutmenge im Bereich des Hamburger Hafens reduziert werden.
2. Die im Sedimentfang gebaggerten Sedimente weisen aufgrund ihres hohen marinen Anteils eine vergleichsweise geringe Schadstoffbelastung auf und können daher in weiter stromabwärts gelegene Umlagerungsstellen verbracht werden.
3. Es sollen die Baggeraktivitäten im Bereich des Sedimentfangs wirtschaftlich und zeitlich konzentriert werden.
4. Grundsätzlich soll eine Überprüfung der maßnahmebedingten Auswirkungen auf die Umwelt positiv ausfallen.

Eine abschließende Beurteilung der Wirksamkeit des Sedimentfangs anhand der zuvor genannten vier Maßnahmenziele wird im Abschlussbericht auf Grundlage aller maßgeblichen Ergebnisse dieser Berichtsreihe zum Sedimentfangmonitoring getroffen (vgl. Tabelle 1-1).

3.3 Hydraulik und Hydrologie

3.3.1 Überprüfung der Auswirkungsprognose Strömungsgeschwindigkeit

Den Einvernehmensbehörden der Länder Schleswig Holstein und Niedersachsen lag die Prognose einer nur *geringen Abnahme der vertikal gemittelten Strömungsgeschwindigkeit* vor |► **Auswirkungsprognose Strömungsgeschwindigkeit**. Die Wertung „gering“ bedeutet in diesem Fall eine im Strömungsmodell festgestellte Abnahme der vertikal gemittelten Strömungsgeschwindigkeit von weniger als 6 cm/s (BAW, 2008).

Im Nahbereich des Sedimentfangs werden seit März 2008 an vier Dauermessstationen Strömungsgeschwindigkeiten kontinuierlich oberflächen- und sohnah aufgezeichnet (siehe Abbildung 3-1).

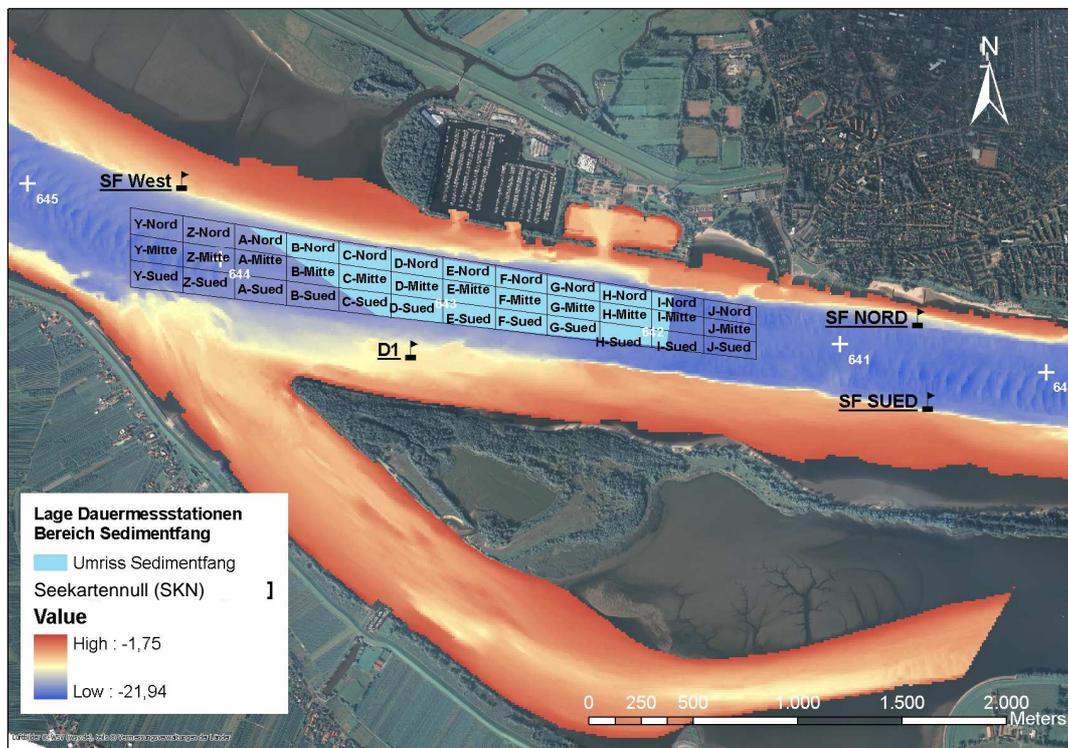


Abbildung 3-1: Lage der Dauermessstellen D1, SF West, SF Nord und SF Süd im Bereich des Sedimentfangs vor Wedel

Die Aufzeichnung erfolgt in jeweils ca. 50 bis 80 cm Abstand von der Gewässersohle und von der Wasseroberfläche. Beide Distanzen sind unabhängig vom aktuellen Wasserstand. An der Dauermessstation D1 liegen Strömungsdaten seit 1998 vor. Diese Station ist Bestandteil der Beweissicherung zur letzten Fahrrinnenanpassung der Innen- und Aussenelbe für die Containerschiffahrt. Aus nautischen Gründen liegen sämtliche Stationen nicht im direkten Maßnahmenbereich des Sedimentfangs, da dieser sich ausschließlich über die gesamte Breite der Fahrrinne erstreckt. Bis auf die Dauermessstation D1 liegen die anderen drei Stationen

alle in Fließquerschnitten ober- und unterhalb des Sedimentfangs. Die jeweiligen Fließquerschnitte dieser Stationen bleiben durch Herstellung und Unterhaltung des Sedimentfangs in ihrer Geometrie unverändert⁶. Aus diesem Grund und in Anlehnung an die Untersuchungsmethodik, dargestellt in BfG (2010), wird die maßgebliche Wirkung des Sedimentfangs auf die Strömungsverhältnisse an der Dauermessstation D1 untersucht. Der Referenzzustand für die Strömungsgeschwindigkeiten bezogen auf den Zeitraum Juni 1998 bis zum Beginn der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs im Mai 2008 ist ebenfalls in BfG (2010) beschrieben und dargestellt.

Fortsetzung der Überprüfung der Auswirkungsprognose Strömungsgeschwindigkeit

In BfG (2010) sind die Monitoringdaten zu Strömungsgeschwindigkeiten an der Dauermessstation D1 im Zeitraum März 2008 bis Dezember 2009 bereits auf mögliche Auswirkungen durch den Sedimentfang geprüft worden. Während der Flutstromphase ist kein signifikanter Einfluss des voll hergestellten - daher hydraulisch am wirksamsten - Sedimentfangs festgestellt worden. Bei den über die Ebbestromphase gemittelten Strömungsgeschwindigkeiten ist jedoch eine sprunghafte Absenkung um einen Betrag von ca. 6 cm/s stets zu Zeiten während und kurz nach den Baggerarbeiten zur Herstellung bzw. Unterhaltung des Sedimentfangs beobachtet worden.

Die Überprüfung dieser Auswirkung soll hier anhand der in Abbildung 3-2 dargestellten aktuellen Zeitreihe der Strömungsgeschwindigkeiten (Mittelwerte Ebbe- und Flutstrom) zu Zeiten der 4. und 5. Unterhaltung des Sedimentfangs fortgesetzt werden. Zum Zweck der Orientierung sind in Abbildung 3-2 nochmals die mittleren Strömungsgeschwindigkeiten zu Zeiten der 2. und 3. Unterhaltung des Sedimentfangs dargestellt, für die in BfG (2010) während des Ebbestroms eine Absenkung um ca. 6 cm/s beschrieben ist.

Eine solche Absenkung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit bei Ebbestrom ist auch weiterhin zu beobachten. Während der 4. Unterhaltung des Sedimentfangs kann mit ca. 14 cm/s eine sogar noch stärker ausgeprägte Absenkung beobachtet werden. Die Absenkung bei der nachfolgenden 5. Unterhaltungskampagne hat wiederum in der Größenordnung von ca. 6 cm/s gelegen.

Eine Auswirkung des Sedimentfangs auf die mittleren Flutstromgeschwindigkeiten konnte auch in der aktuellen Messzeitreihe nicht erkannt werden. Dies ist plausibel, da im Gegensatz zum Ebbestrom, der auf einer Fließstrecke mit Gesamtlänge von mehr als 1 km durch den vertieften Sedimentfang beeinflusst wird, der Flutstrom die Position der Dauermessstation D1 nahezu unbeeinflusst erreicht (siehe Abbildung 3-1); denn stromab der Position von D1 wird der Sedimentfang in stets abnehmender Breite hergestellt.

⁶ Hierzu sei angemerkt, dass die Positionen der Dauermessstationen Sedimentfang (SF)-Süd, SF-West und SF-Nord prioritär für die Erfassung von Veränderungen beim Schwebstofftransport und nicht für die Erfassung von Strömungsverhältnisse ausgewählt und eingerichtet wurden.

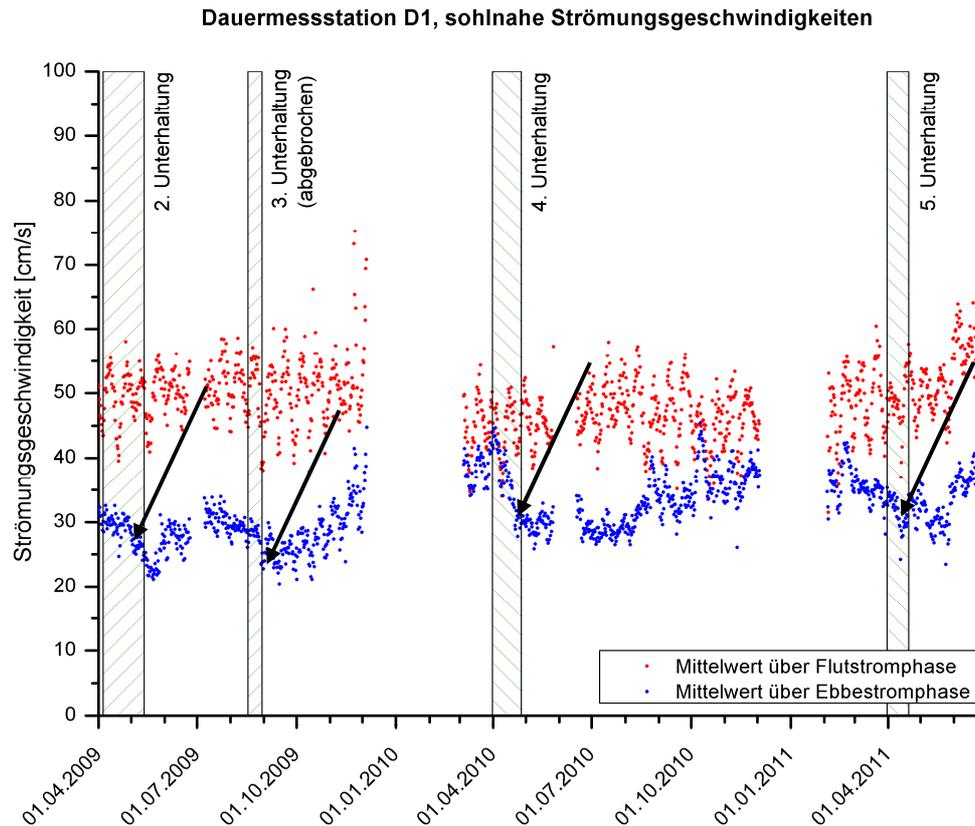


Abbildung 3-2: Über die Flut- bzw. Ebbestromphase mittleren, sohlnahen Strömungsgeschwindigkeiten an der Dauermessstation D1, Zeitraum April 2009 bis Juni 2011

Überprüft werden soll die vorangegangene Schlussfolgerung im Umkehrschluss mit Hilfe der Messergebnisse an der Dauermessstation SF West, welche etwas stromab des Sedimentfangs auf der gegenüberliegenden Seite der Fahrrinne positioniert ist. Die Station SF West bzw. die Geometrie des Fließquerschnitts an dieser Station bleibt durch die Unterhaltung des Sedimentfangs unbeeinflusst. Daher sollte die an der Station D1 beobachtete sprunghafte Absenkung der Strömungsgeschwindigkeiten an der Station SF West ausbleiben. Hierzu sind in Abbildung 3-3 die bereits in Abbildung 3-2 gezeigte Messzeitreihe an der Station D1 zusammen mit der Messzeitreihe an der Station SF West dargestellt.

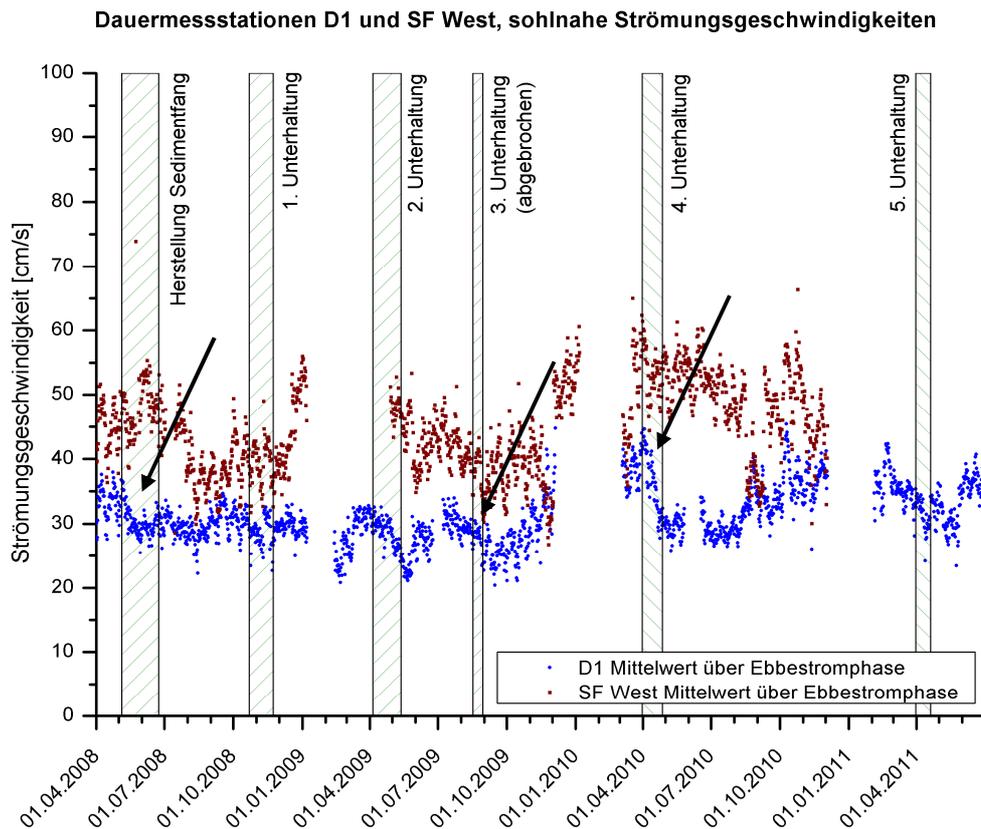


Abbildung 3-3: Über die Ebbestromphase mittleren, sohnnahe Strömungsgeschwindigkeiten an den Dauermessstation D1 und SF West, Zeitraum April 2008 bis Juni 2011 (D1) bzw. Dez 2010 (SF West)

Der Vergleich beider Stationen in Abbildung 3-3 zeigt, dass eine solche Absenkung der Strömungsgeschwindigkeit an der Station SF West (rötlich-braune Punkte) weder bei der Herstellung des Sedimentfangs noch bei der 3. und 4. Unterhaltung des Sedimentfangs zu erkennen ist. Damit ist ein weiterer Hinweis gegeben, dass durch (Wieder-) Herstellung des Sedimentfangs eine messbare Absenkung der ebbestrom-gemittelten Strömungsgeschwindigkeiten – in etwa vergleichbarer Größenordnung zur Auswirkungsprognose – erreicht worden ist.

3.3.2 Auswirkungen des Sedimentfangs auf den Wasserstand

In BfG (2010) haben die Untersuchungsergebnisse eine messbare Beeinflussung der Wasserstandsganglinie durch den Sedimentfang ausgeschlossen. Diese Untersuchung soll hier trotzdem um die aktuellen Daten ergänzt und fortgeführt werden. Dargestellt in Abbildung 3-4 sind die Zeitreihen für die mittleren Monatswerte des Tidehoch- und Tideniedrigwassers an den zum Sedimentfang benachbarten Pegeln Lühort (stromab bei Elbe-km 645,5) und Schulau (stromauf bei Elbe-km 641) sowie an dem 12 km entfernten und damit durch den Sedimentfang unbeeinflussten Pegel Stadersand (stromab bei Elbe-km 654,8).

Zwischen allen Pegeln ist stets ein gleichgerichteter Verlauf sowohl im Referenzzeitraum vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs als auch während und kurz nach den Baggerphasen zu erkennen. Die gilt auch weiterhin für den Zeitraum kurz nach der 4. und 5. Unterhaltung des Sedimentfangs in den Frühjahren 2010 und 2011. Ein messbarer Einfluss des Sedimentfangs auf den Wasserstand kann demzufolge weiterhin ausgeschlossen werden.

Mittlere Monatswerte Thw und Tnw im Zeitraum November 2005 bis Mai 2011

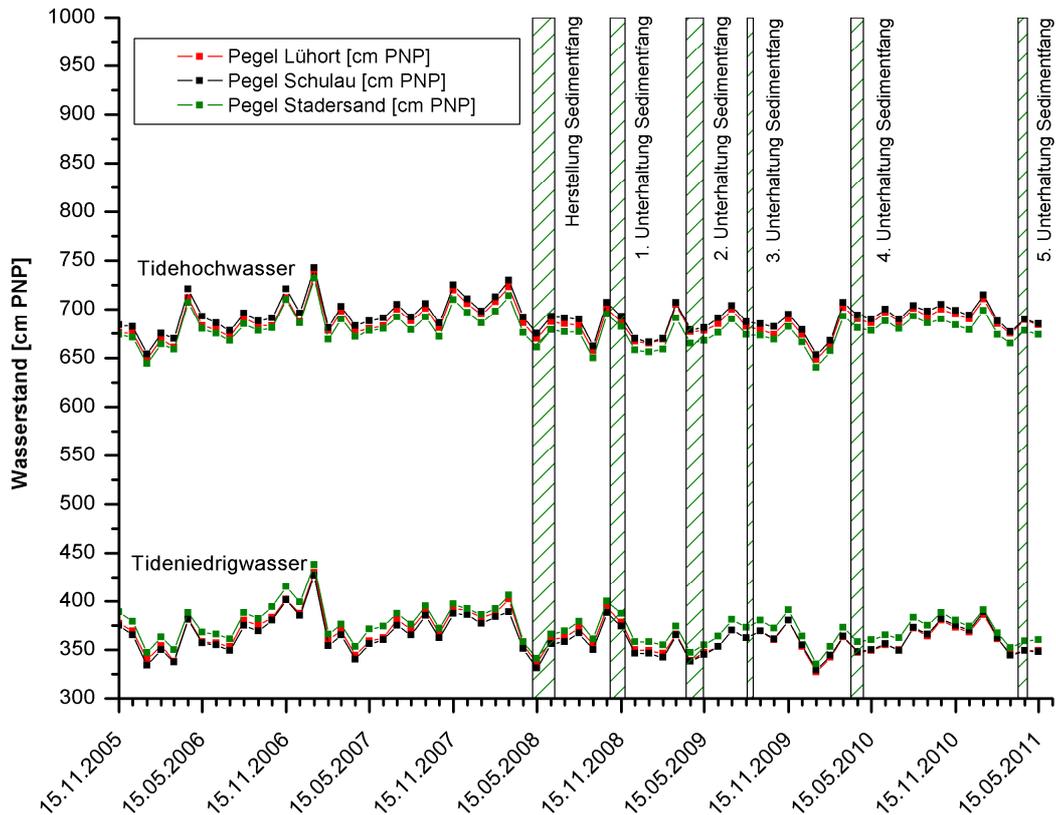


Abbildung 3-4: Mittlere Monatswerte Tidehoch- und Tideniedrigwasser an den zum Sedimentfang benachbarten Pegeln Lühort, Schulau und Stadersand

3.4 Morphologie

Die nachfolgenden vier Auswirkungsprognosen betreffen den Themenbereich Morphologie und werden in den nachfolgenden Unterkapiteln bearbeitet:

- ▶ **Auswirkungsprognose Baggergutmenge und –beschaffenheit**
- ▶ **Auswirkungsprognose Sedimentationsrate**
- ▶ **Auswirkungsprognose Geometrie Sedimentfang**
- ▶ **Auswirkungsprognose Sedimentkonzentration**

3.4.1 Überprüfung der Auswirkungsprognose Baggergutmenge und -beschaffenheit

Den Einvernehmensbehörden lag die Prognose einer Baggergutmenge von ca. 0,8 Mio. m³ Laderaumvolumen schluffiger Sedimente vor, die jeweils bei Herstellung und Unterhaltung des Sedimentfangs gebaggert und umgelagert werden muss |► **Auswirkungsprognose Baggergutmenge und -beschaffenheit**. Die Schadstoffbelastungen bzw. das ökotoxikologische Potenzial des anfallenden Baggerguts werden zum einen im Rahmen der rechtlich verbindlichen Freigabeuntersuchung (Ebene 1) untersucht. Die Beurteilung des Baggerguts erfolgt entsprechend der in der GÜBAK bzw. HABAK-WSV enthaltenen Richtwerten (siehe Kapitel 2). Zum anderen werden diese beiden Aspekte gesondert im Zuge einer Überprüfung der |► **Auswirkungsprognose Schadstoffkonzentration und ökotoxikologisches Potenzial** behandelt (siehe Kapitel 3.5).

In Anlehnung an das methodische Vorgehen im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) werden nachfolgend die Schadstoffbelastung und das ökotoxikologische Potenzial nicht unter dem Begriff Baggergutbeschaffenheit subsumiert. Im Sinne der zu überprüfenden Auswirkungsprognose definiert die Korngrößenverteilung die Beschaffenheit des Baggerguts. Zunächst wird die Baggergutmenge bilanziert und im Anschluss die Baggergutbeschaffenheit im Sinne der zuvor genannten Definition untersucht.

3.4.1.1 Baggergutmenge

Der den Sedimentfang umfassende Flussabschnitt ist ein Baggerschwerpunkt im Elbeästuar, der regelmäßig das Eingreifen der WSV zur Sicherung der Fahrwassertiefe erfordert. Nach Herstellung und Unterhaltung des Sedimentfangs waren auch im unmittelbaren Maßnahmenbereich weitere Baggerungen erforderlich gewesen, da es häufig noch vor der nächsten Unterhaltung des Sedimentfangs dort zu Sedimentationsmächtigkeiten von mehr als 2 m und daher zu Untiefen im Fahrwasser gekommen war. Es hat sich gezeigt, dass sich diese WSV-seitigen Baggerungen vor allem auf den Bereich um die nordwestliche Spitze sowie am südlichen Randbereich des Sedimentfangs konzentriert haben. Die Entwicklung der Baggergutmengen, die in den Revieren des WSA Hamburg und der HPA gebaggert und verbracht werden mussten, ist in Abbildung 3-5 um die aktuellen Baggermengendaten des Jahres 2010 ergänzt worden. Die Baggergutmengenenwicklung im Zeitraum vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs entspricht dem Referenzzustand, der im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) näher beschrieben wird. In Anlehnung an BfG (2010) werden die nachfolgenden Bilanzbereiche unterschieden und in dieser Farbgebung dargestellt:

- Baggerabschnitt Wedel, Baggergut bei der Herstellung (Gelb) und Unterhaltung (Rot) des Sedimentfangs
- WSV Unterhaltungsbaggergut im Baggerabschnitt Wedel (Elbe-km 638,9 – 644/645) zur Sicherung der Fahrwassertiefe (Blau)
- WSV Unterhaltungsbaggergut in den übrigen Baggerabschnitten im Revier des WSA Hamburg stromabwärts von Wedel bis Amtsgrenze (Elbe-km 644/645 – 689) zur Sicherung der Fahrwassertiefe (Hellgrau)

- Unterhaltungsbaggergut im Revier der HPA (Delegationsstrecke und Bereich Hamburger Hafen) zur Sicherung der Fahrwassertiefe (Dunkelgrau)
- Die Entwicklung der Menge an Unterhaltungsbaggergut im Bereich Wedel (Sicherung Fahrwassertiefe plus Unterhaltung Sedimentfang) (in Blau schraffierter Bereich)

In dieser Statistik nicht berücksichtigt sind die Baggergutmengen durch Aufträge Dritter und der durch Wasserinjektionsverfahren lokal umgelagerten Sedimentmengen, die aber gering im Vergleich zu den voran genannten Mengen sind. Ebenfalls nicht erfasst sind die Baggergutmengen im Revier des WSA Cuxhaven. Sowohl bei diesen Baggergutmengen als auch bei den mittels Wasserinjektionsverfahren gebaggerten Sedimenten handelt es sich um zumeist stark sandiges Baggergut. Der Sedimentfang ist aber als Maßnahme zur Bewirtschaftung des Feinsedimenthaushaltes (Ton und Schluff sowie Feinsand) konzipiert und hergestellt worden.

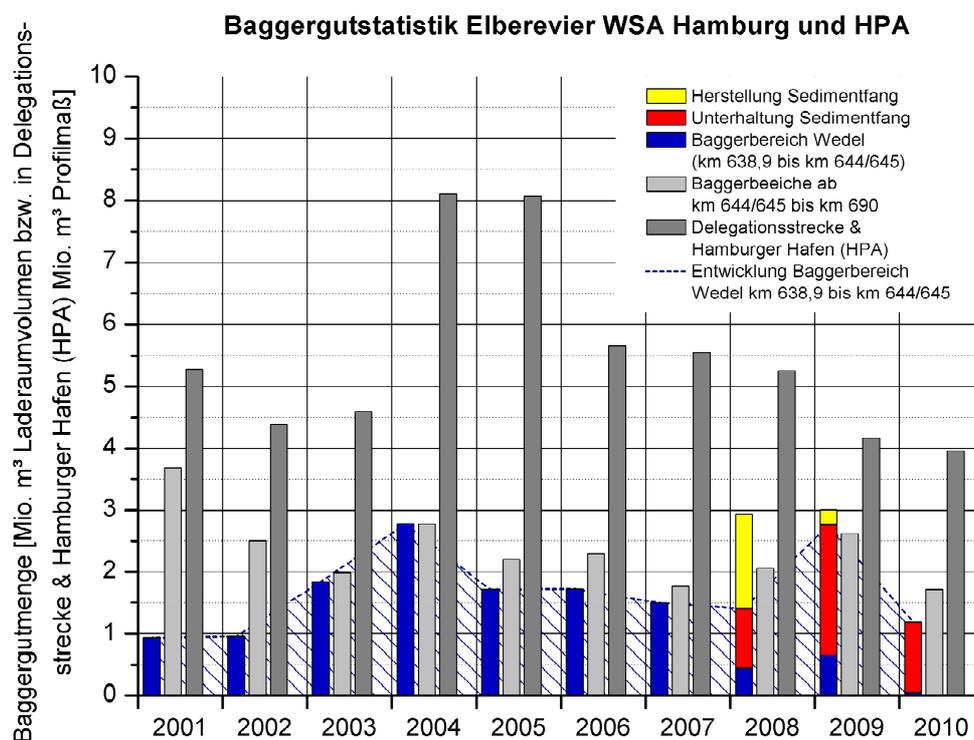


Abbildung 3-5: Entwicklung der Mengen an gebaggerten Feinsedimenten (Feinsand und Schluff) von 2001 – 2010 gemäß Baggergutmengenstatistik der WSA Hamburg und Cuxhaven sowie HPA. Durch Wasserinjektionsverfahren umgelagertes Grobsediment ist in dieser Statistik mengenmäßig nicht erfasst.

Überprüfung der Auswirkungsprognose Baggergutmenge

In 2010 ist im Baggerabschnitt Wedel (Elbe-km 638,9 – 644/645) die Gesamtmenge an Unterhaltungsbaggergut zur Sicherung der Fahrwassertiefe im Vergleich zu den Jahren 2008 und 2009 deutlich zurückgegangen und liegt etwa auf dem Niveau der Jahre 2001 und 2002. Zugleich lagen Mengen in den Baggergutabschnitten stromab von Elbe-km 644/645 bis 690 sowie in der Delegationsstrecke und im Hamburger Hafen auf dem niedrigsten Stand seit

2001. Diese Entwicklung steht sicher im Zusammenhang mit dem ganzjährig hohen Oberwasserabfluss in 2010 (vgl. Abbildung 3-6). Geringer als im Vorjahr 2009 ist die Baggergutmenge aus der Unterhaltung des Sedimentfangs, welche in 2010 aufgrund der geringen Sedimentation nur einmal im Frühjahr durchgeführt worden ist. Diese Daten lassen erkennen, dass der Sedimentfang seit seiner erstmaligen Herstellung in 2008 kontinuierlich eine deutliche Reduktion der WSV-seitigen Baggergutmengen bewirkt hat. In 2010 konnten die WSV-seitig durchgeführten Baggerungen bis auf wenige Baggerumläufe reduziert werden. Die 5. Unterhaltung des Sedimentfangs hat im Frühjahr 2011 stattgefunden und konnte daher - wie auch die Baggergutmengen aus den übrigen Baggerabschnitten – in der Statistik nicht berücksichtigt werden.

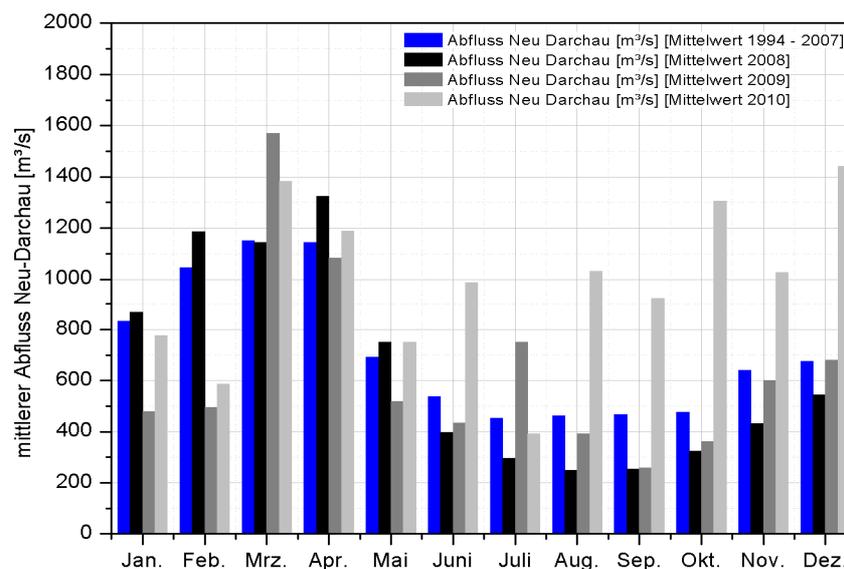


Abbildung 3-6: Monatsmittelwerte für den Oberwasserzufluss am binnenseitigen Pegel Neu-Darchau (Elbe-km 536,44), Quelle BfG (2010)

Die Baggergutstatistik in Abbildung 3-5 zeigt erhebliche Schwankungsbreiten bei den Baggergutmengen in allen bilanzierten Bereichen. Das Wissen über die genauen Wirkungszusammenhänge ist unzureichend, um daraus den Einfluss des Sedimentfangs aus der Baggergutstatistik zu bestimmen; denn dieser Einfluss ist überlagert von weiteren Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Baggergutmengen. Diese weiteren Faktoren auf das Sedimentationsgeschehen im Sedimentfang sind Gegenstand nachfolgender Untersuchungen, deren Ergebnisse im Abschlussbericht (vgl. Tabelle 1-1) dargestellt werden.

Tabelle 3-2 fasst nochmals die bislang bei Herstellung und Unterhaltung des Sedimentfangs gebaggerten Sedimentmengen - ergänzt um die Mengen aus 2010 und 2011 (soweit verfügbar) - zusammen. In den Jahren 2010 und 2011

- ist der Sedimentfang jeweils einmal im Frühjahr unterhalten worden. Eine zweite Unterhaltungsbaggerung des Sedimentfangs in 2011 ist zum Zeitpunkt der Berichtserstellung nicht geplant.
- ist im Zuge der Unterhaltung des Sedimentfangs kein Baggergut aus der gewachsenen Sohle, sondern es ist ausschließlich frisch sedimentiertes Material entnommen worden.

Damit sind in den bisherigen fünf Kampagnen zur Unterhaltung des Sedimentfangs insgesamt 5,003 Mio. m³ frisch sedimentiertes Sediment gebaggert und im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 umgelagert worden. Dies entspricht einer mittleren Menge von ca. 1 Mio. m³ (Laderaumvolumen) pro Unterhaltungskampagne gegenüber einer gegebenen Auswirkungsprognose von ca. 0,8 Mio. m³ (Sohlvolumen). Ein unmittelbarer Vergleich beider Mengenangaben ist aufgrund der unterschiedlichen Bezugsvolumina nicht möglich.

Tabelle 3-2: Zusammenfassung der Laderaumvolumina [m³] und Feststoffmassen [t Trockensubstanz, TS] an Sedimenten, die bei Herstellung und Unterhaltung des Sedimentfangs gebaggerten und umgelagert worden sind. Zusätzlich erfasst wird die im Bereich Wedel zur Sicherung der Fahrwassertiefe anfallende Baggergutmenge.

Zusammenfassung Baggararbeiten im Baggerabschnitt Wedel inklusive Sedimentfang			
	Stark sandiges Baggergut	feinsandig- schluffiges Baggergut	TOTAL
[1] Erstmalige Herstellung - HPA (Mai bis Juni 2008)	290.437 m ³ 488.213 t TS	1.235.285 m ³ 693.099 t TS	1.525.722 m ³ 1.181.312 t TS
[2] 1. Unterhaltung - HPA (Oktober – November 2008)	0 m ³ 0 t TS	975.993 m ³ 548.867 t TS	975.993 m ³ 548.867 t TS
[3] Sicherung Fahrwassertiefe Baggerabschnitt Wedel - WSV (Januar – Dezember 2008)	0 m ³ 0 t TS	436.639 m ³ k.A.	436.639 m ³ k.A.
[4] 2. Unterhaltung - HPA *1) (April – Mai 2009)	245.528 m ³ 359.071 t TS	1.404.758 m ³ 614.514 t TS	1.650.286 m ³ 973.585 t TS
[5] 3. Unterhaltung - HPA *2) (August 2009)	0 m ³ 0 t TS	694.746 m ³ 188.020 t TS	694.746 m ³ 188.020 t TS
[6] Sicherung Fahrwassertiefe Baggerabschnitt Wedel - WSV (Januar – Dezember 2009)	0 m ³ 0 t TS	658.366 m ³ k.A.	658.366 m ³ k.A.
[7] 4. Unterhaltung – HPA (März - April 2010)	0 m ³ 0 t TS	1.138.234 m ³ 604.523 t TS	1.138.234 m ³ 604.523 t TS
[8] Sicherung Fahrwassertiefe Baggerabschnitt Wedel - WSV (Januar – Dezember 2010)	0 m ³ 0 t TS	54.898 m ³ k.A.	54.898 m ³ k.A.
[9] 5. Unterhaltung – HPA (März - April 2011)	0 m ³ 0 t TS	789.276 m ³ 374.306 t TS	789.276 m ³ 374.306 t TS
[10] Sicherung Fahrwassertiefe Baggerabschnitt Wedel - WSV (Januar – Dezember 2011)	<i>Angaben liegen noch nicht vor!</i>		

Fortsetzung Tabelle 3-2

	Stark sandiges Baggergut	Stark feinsandig- schluffiges Baggergut	TOTAL
Jahressumme 2008 =([1]+[2]+[3])	290.437 m ³ 488.213 t TS	2.647.917 m ³ k.A.	2.938.354 m ³ k.A.
Jahressumme 2009 =([4]+[5]+[6])	245.528 m ³ 359.071 t TS	2.757.870 m ³ k.A.	3.003.398 m ³ k.A.
Jahressumme 2010 =([7]+[8])	0 m ³ 0 t TS	1.193.132 m ³ k.A.	1.193.132 m ³ k.A.
HPA Baggergut gesamt aus gewachsener Gewässersohle (Herstellung Sedimentfang) =([1]+[4 / stark sandiges Baggergut])	535.965 m ³ 847.284 t TS	1.235.285 m ³ 693.099 t TS	1.771.250 m ³ 1.540.383 t TS
HPA Baggergut gesamt, welches zuvor frisch sedimentiert ist (nur Unterhaltung Sediment- fang) = ([2]+[4 / stark feinsan- dig-schluffiges Bagger- gut+[5]+[7]+[9])	0 m ³ 0 t TS	5.002.995 m ³ 2.330.230 t TS	5.002.995 m ³ 1.351.401 t TS
WSV Baggergut gesamt aus Sicherung Fahrwassertiefe =[3]+[6]+[8]+[10]* ³⁾	0 m ³ k.A.	1.149.903 m ³ k.A.	1.149.903 m ³ k.A.

*1) Sedimentfang wurde erstmals flächig auf die maximale Tiefe von -16,3 m SKN gebracht

*2) Baggerung vorzeitig beendet, Sedimentfang nicht vollständig wiederhergestellt, vgl. BfG (2010)

*3) Mengenangaben für das Jahr 2011 liegen zum Zeitpunkt der Berichterstattung nicht vor.

3.4.1.2 Baggergutbeschaffenheit

Vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs hat es eine Beprobung der Sohlsedimente im Maßnahmenbereich und damit des späteren Baggerguts über seine Schnitttiefe gegeben. Die Ergebnisse dieser Nullbeprobung am 07. März 2008 bilden den Referenzzustand für den Vergleich mit der Baggergutbeschaffenheit bei jeder nachfolgenden Unterhaltungskampagne des Sedimentfangs. Die Ergebnisse der ersten drei Kampagnen sind im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) beschrieben. Die aktuellen Ergebnisse der beiden Kampagnen aus den Frühjahren 2010 und 2011 werden in diesem Kapitel dargestellt und analysiert.

Die Ergebnisse der Nullbeprobung sind in den nachfolgenden Abbildung 3-7 und Abbildung 3-8 in der Farbe Blau dargestellt. Die Ergebnisse der aktuellen Sedimentuntersuchungen vom 03. März 2010 und 22. März 2011 sind in der Farbe Gelb gehalten. Nicht dargestellt sind die Ergebnisse der Sedimentproben, die im östlichen Bereich des Sedimentfangs in den Auswertern G-Süd, H-Nord, H-Mitte und H-Süd (siehe u.a. Abbildung 3-1) genommen worden sind. In diesem stark mittelsandigen Bereich ist zwar Baggergut zur erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs entnommen worden, aber seither ist es dort zu keiner nennenswerten

Sedimentation und daher auch zu keiner weiteren Baggerung von Sedimenten bei der Unterhaltung des Sedimentfangs gekommen. Die Ergebnisse der Beprobung vom 03. August 2010 werden hier nicht dargestellt, da im Anschluss keine Unterhaltung des Sedimentfangs stattgefunden hat und die Sedimente daher zu einem späteren Zeitpunkt in der Beprobung vom 07. März 2011 zusammen mit oben aufliegenden, neueren Sedimenten erfasst worden sind.

Vergleich Nullbeprobung (07.03.2008 In Blau) versus Freigabebeprobung (03.03.2010 In Gelb)

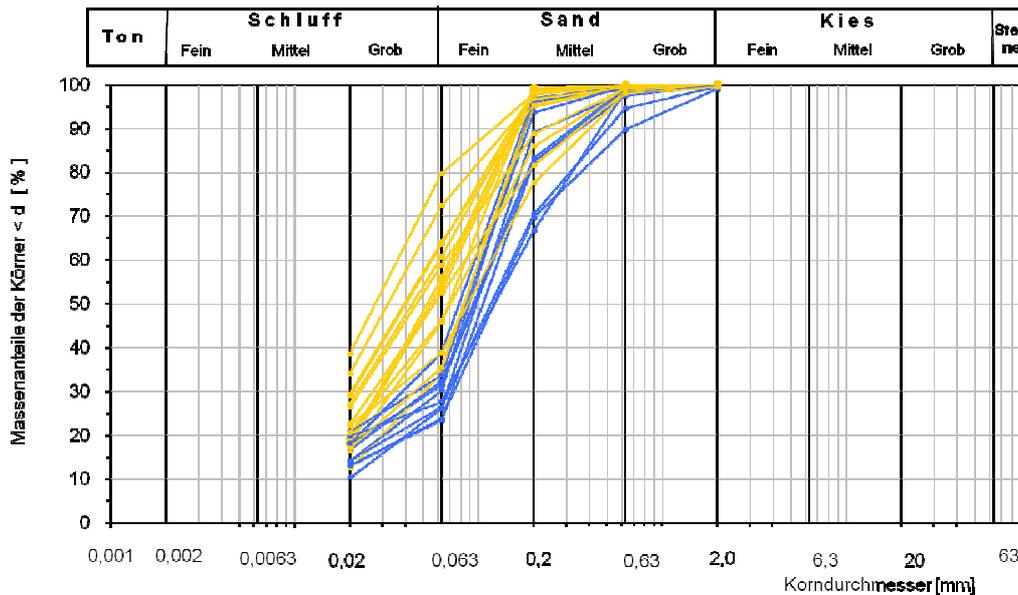


Abbildung 3-7: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Sedimentbeprobungen vom 03.03.2010 mit den Ergebnissen der Nullbeprobung vom 07.03.2008

Vergleich Nullbeprobung (07.03.2008 In Blau) versus Freigabebeprobung (22.03.2011 In Gelb)

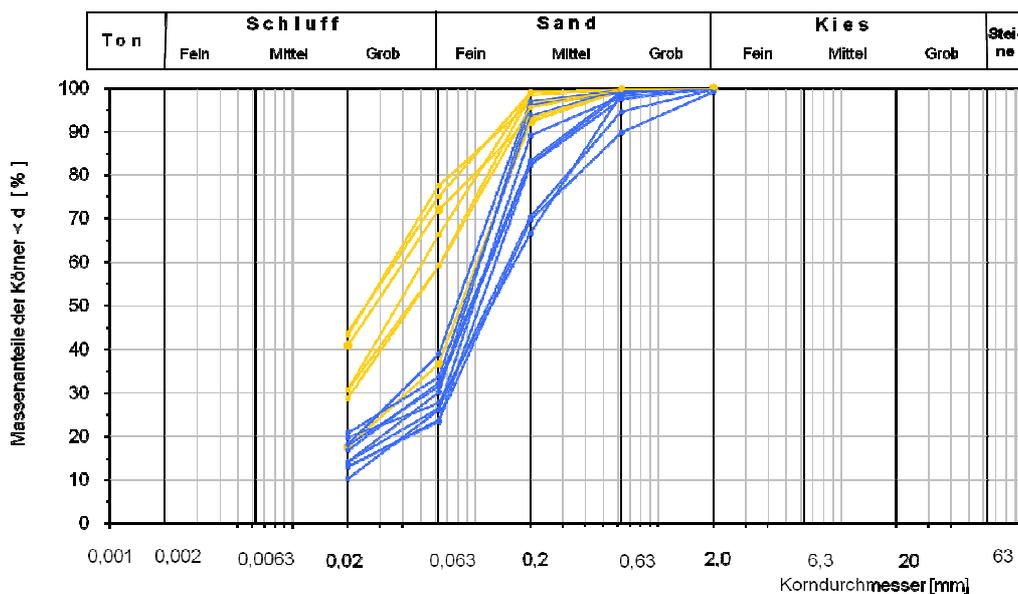


Abbildung 3-8: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Sedimentbeprobungen vom 22.03.2011 mit den Ergebnissen der Nullbeprobung vom 07.03.2008

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen der ersten drei Unterhaltungskampagnen aus 2008 und 2009 (vgl. BfG, 2010) weist auch das aktuell beprobte Sediment bzw. Baggergut einen im Vergleich zum Referenzzustand deutlich höheren Massenanteil der schluffigen Sedimentfraktion auf. Dieser Anstieg der Schluffanteile ist wiederholt zu Lasten der Massenanteile der Fraktionen Feinsand und Mittelsand erfolgt. Das Sediment, welches sich im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs abgesetzt hat, ist demzufolge deutlich feiner als das beprobte Referenzsediment (Nullbeprobung). Es handelt sich im Mittel über alle Positionen um einen stark feinsandigen Schluff. Diese Schlussfolgerung trifft auf alle vier Freigabebeprobungen sowie auf die beiden nachfolgenden Sedimentbeprobungen zu, die seit der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs erfolgt sind. Bei dem in der Nullbeprobung erfassten Referenzsediment hat es sich jedoch im Gegensatz zum Unterhaltungsbaggergut zum größten Teil nicht um frische Sedimente sondern um Ablagerungen aus Zeiträumen zu Beginn des Holozäns gehandelt, die vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs unterhalb der WSV-seitig unterhaltenen Fahrrinnensohle angestanden haben.

In Abbildung 3-9 ist die Korngrößenverteilung der beprobten Sedimente bzw. Baggerguts in einer Boxplotdarstellung anhand statistischer Kennwerte beschrieben. Das bei Unterhaltung des Sedimentfangs anfallende Baggergut war nicht nur feinkörniger als das bei der Nullbeprobung erfasste Sediment, sondern es war auch jedes Mal in seiner Zusammensetzung sehr ähnlich. Dies zeigt der Vergleich der fraktionsspezifischen Mittelwerte (dargestellt in Abbildung 3-9 als kleines Quadrat) der prozentualen Gewichtsanteile über sämtliche Proben (siehe Tabelle 3-3).

Tabelle 3-3: Fraktionsspezifische Mittelwerte der prozentualen Gewichtsanteile

Frakt. [µm]	Mrz. 08	Fraktionsspezifische Mittelwerte [Gew.-%] bei Probenahmen						Auswertung Sept. 08 bis Mrz. 10 (bzw. Mrz. 11)		
		Sept. 08	Mrz. 09	Juli 09	Mrz. 10	Aug. 10	Mrz.* 11	Min.	Max.	Δ
< 20	16	30	29	29	24	24	35	24	(35) 30	6
20-63	14	31	25	23	32	29	31	23	32	9
63- 200	54	36	42	40	39	39	31	(31) 36	42	6
200- 630	14	2	4	7	5	5	3	2	7	5

* hierbei handelt es sich um eine ergänzende Beprobung an 8 der 16 im Zuge der Freigabeuntersuchungen erfassten Positionen im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs.

Die Spannweite zwischen dem maximalen und minimalen Mittelwert beträgt je nach Fraktion zwischen 5 und 9 Gew.-%. Die Ergebnisse vom März 2011 wurden bei dieser Berechnung der Spannweite (Δ) nicht berücksichtigt, da bei dieser Beprobung nur Proben an 8 der ursprünglich 16 Positionen im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs genommen worden sind.

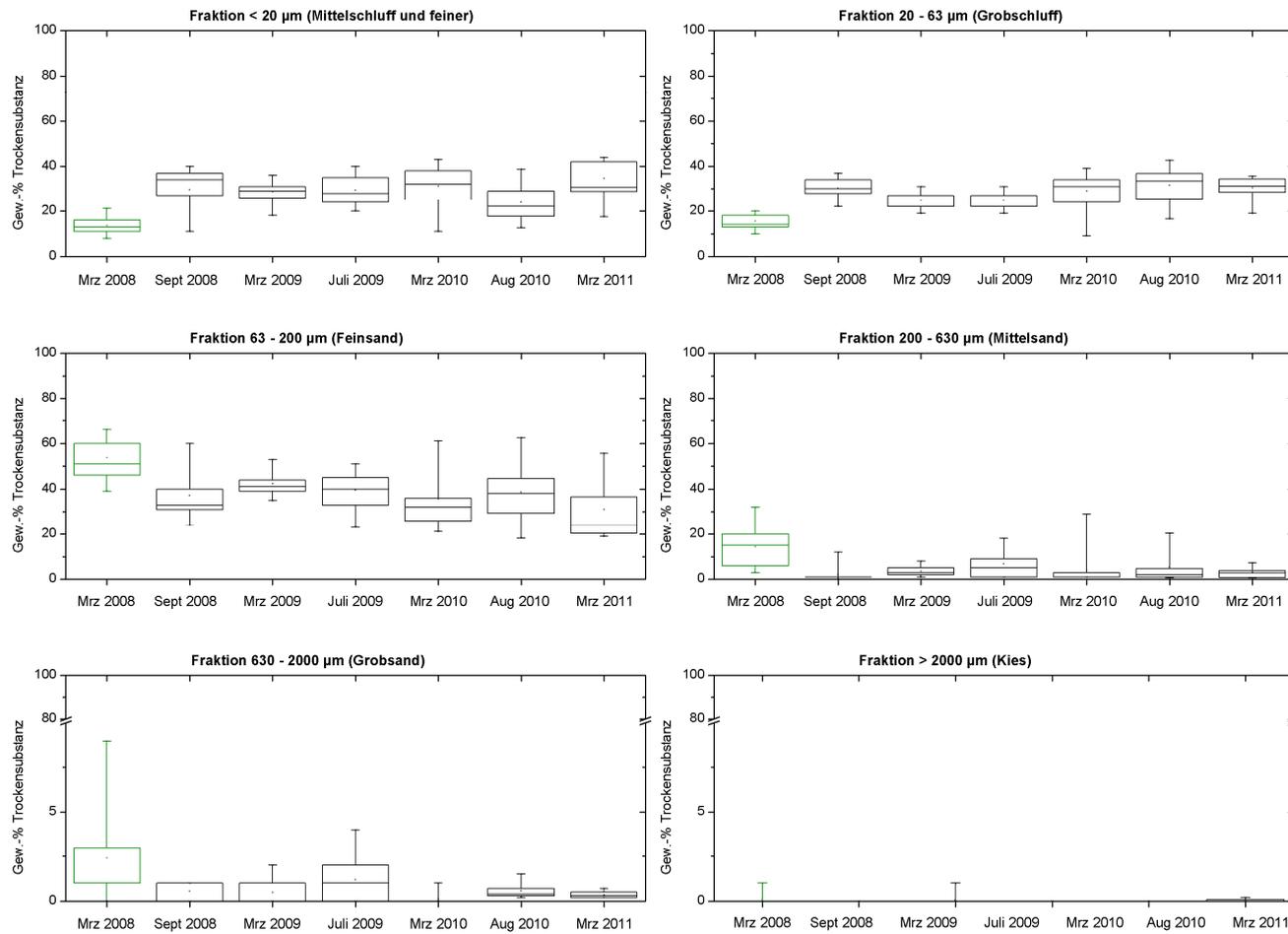


Abbildung 3-9: Mittelwerte (Punkt) und Quantile (95 %, 75 %, 50 %, 25 % und 5 %) des auf Korngrößenverteilung untersuchten Baggerguts vor erstmaliger Herstellung des Sedimentfangs (Nullbeprobung) und jeder nachfolgenden Freigabe- bzw. Sedimentbeprobung

3.4.2 Überprüfung der Auswirkungsprognose Sedimentationsraten

Es wurde prognostiziert, dass sich *im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs eine erhöhte Sedimentationsrate einstellen* wird | ► **Auswirkungsprognose Sedimentationsrate**. Sedimentationsraten können durch Auswertung der 2- bis 4-wöchentlichen Flächenpeilungen (Monitoringmaßnahme Nr. 7, siehe Tabelle 4-1) berechnet werden.

Erste Auswertungen zu Sedimentationsraten sind im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) beschrieben. Die weiteren, im Bericht 2009/2010 (BfG, 2011) beschriebenen Untersuchungsergebnisse zur Sedimentationsdynamik sowie die fortgesetzte Auswertung aktueller Peilungen bilden die Datengrundlage für die abschließende Überprüfung der gegebenen Auswirkungsprognose. Im Sinne dieser Prognose ist zu prüfen, ob zu Zeiten eines voll hergestellten Sedimentfangs sich höhere Sedimentationsraten eingestellt haben als zu Zeiten eines stark bis vollgefüllten Sedimentfangs. Defacto würde dies bedeuten, dass der Sedimentfang in einem voll hergestellten Zustand einen verstärkenden Einfluss auf das Sedimentationsgeschehen besitzt und damit ein wirksamer Einflussfaktor darauf ist.

Eine Übersicht über die Zeiträume eines voll hergestellten bzw. voll gefüllten Zustands gibt Tabelle 3-4. Je nach Länge des Zeitraums liegen für unterschiedlich viele Teilzeiträume Differenzenplots vor. Die entsprechenden Zeiträume wurden mittels der vorhandenen Zeitreihe an Flächenpeilungen und der darin erfassten Veränderungen der mittleren Sohllage im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs bestimmt⁷. Für die in der Tabelle genannten Zeiträume eines voll hergestellten (bzw. eines nur wenig gefüllten) Sedimentfangs liegen insgesamt 14 Differenzenplots von Fächerecholotpeilungen vor. In den Zeiträumen eines vollgefüllten (bzw. eines sehr stark gefüllten) Sedimentfangs liegen insgesamt 18 Differenzenplots von Fächerecholotpeilungen vor.

Tabelle 3-4: Zeiträume eines voll hergestellten bzw. voll gefüllten Sedimentfangs

Zeitpunkte Herstellung / Unterhaltung Sedimentfang	Zeiträume eines voll hergestellten bzw. wenig gefüllten Sedimentfangs	Zeiträume eines vollge- füllten bzw. stark gefüllten Sedimentfangs
Nach erstmaliger Herstellung	25.06.2008 – 22.07.2008	08.09.2008 – 17.10.2008
Nach 1. Unterhaltung	24.11.2008 – 28.01.2009	25.02.2009 – 25.03.2009
Nach 2. Unterhaltung	11.06.2009 – 22.06.2009	04.08.2009 – 12.08.2009
Nach 4. Unterhaltung	29.04.2010 – 19.07.2010	17.08.2010 – 23.03.2010
Nach 5. Unterhaltung	06.05.2011 – 07.06.2011	keine Daten verfügbar

⁷ Dem Anhang zu diesem Bericht beigelegt ist die hier genannte zeitliche Entwicklung der mittleren Sohllage seit 2008.

Flächenhafte Peilungen mit Hilfe eines Fächerecholots wurden im Baggerabschnitt vor Wedel erst ab Juli 2007 durchgeführt. Zuvor hat das WSA Hamburg die Fahrwassertiefe mittels Linienpeilung überwacht. Daher wurde das Sedimentationsgeschehen erst ab dem Zeitpunkt der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs im Juni 2008 für den Zweck dieser Untersuchung analysiert.

Für jeden Differenzenplots ist im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs zunächst die mittlere Sedimentationsrate bestimmt worden. Anschließend wurde diese um den Einfluss von WSV-seitigen Unterhaltungsbaggerungen zur Sicherung der Fahrwassertiefe korrigiert. Das dieser Korrektur zugrunde liegende methodische Vorgehen ist ausführlich im Bericht 2009/2010 (BfG, 2011) beschrieben. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Abbildung 3-10 dargestellt.

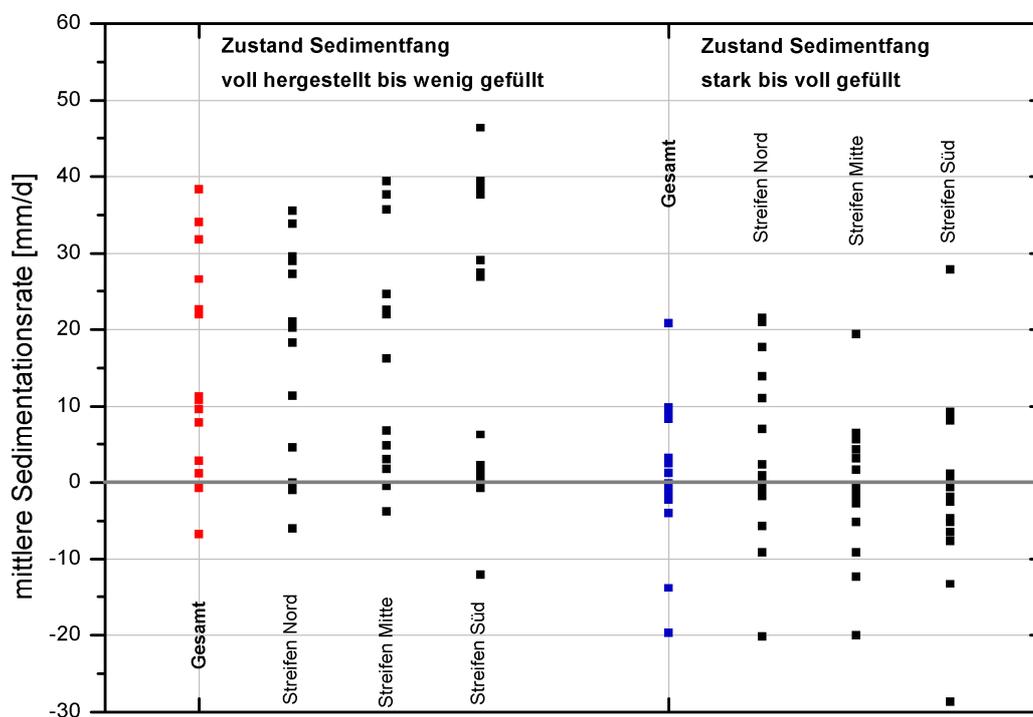


Abbildung 3-10: Einfluss unterschiedlicher Befüllungszustände des Sedimentfangs auf das Sedimentationsgeschehen innerhalb des Sedimentfangs

Gezeigt werden in Abbildung 3-10 sämtliche Sedimentationsraten zu Zeiten eines voll hergestellten Sedimentfangs (rote Punkte) bzw. zu Zeiten eines vollgefüllten Sedimentfangs (blaue Punkte). Neben den farblich markierten Punkten sind nochmals differenziert die Teilergebnisse für die nördlichen, mittleren und südlichen Teilbereiche des Sedimentfangs dargestellt. Der Gesamtwert entspricht dem Mittelwert über die zeitgleichen Einzelwerte in den drei Streifen.

Die Ergebnisse zeigen insgesamt für den Maßnahmenbereich des Sedimentfangs die Tendenz zu höheren Sedimentationsraten während der Zeiträume eines voll hergestellten Sedimentfangs verglichen zu den Raten, die sich während der Zeiträume eines voll bzw. stark gefüllten Sedimentfangs dort eingestellt haben. Dieselbe Schlussfolgerung gilt ebenfalls für den

Vergleich der nördlichen, mittleren und südlichen Teilbereiche des Sedimentfangs untereinander. Der Vergleich der maximal negativen Sedimentationsraten untereinander zeigt, dass eine starke Abnahme der Füllhöhe des Sedimentfangs vor allem im Zustand eines vollgefüllten Sedimentfangs beobachtet werden kann. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die mittels der Differenzenplots berechneten Sedimentationsraten eine integrale Größe über die Teilprozesse Deposition, Erosion und Konsolidierung für einen mehrwöchigen Zeitraum repräsentieren. Erosion und Konsolidierung bewirken beide eine Abnahme der mittleren Sohlhöhe. Erosion bedeutet im Gegensatz zur Konsolidierung jedoch einen Massenverlust an Sediment. Eine detaillierte Bilanzierung auf Ebene der Teilprozesse wäre wünschenswert, ist jedoch auf Grundlage der vorliegenden Messdaten nicht möglich.

Das Erfahrungswissen an der Tideelbe bestätigt, dass vor allem der Oberwasserabfluss, gemessen am Pegel Neu-Darchau, aber auch die Wassertemperatur als Einflussfaktoren auf das Sedimentationsgeschehen und damit auf die Entwicklung der mittleren Sohlhöhe berücksichtigt werden müssen. Eine umfassende Untersuchung über den Einfluss dieser beiden sowie weiterer Parameter auf das Sedimentationsgeschehen ist Gegenstand des Auswerteprogramms der Ebene 3. Die Ergebnisse hierzu werden im Abschlussbericht dieser Berichtreihe beschrieben (vgl. Tabelle 1-1). Erforderliche Teilergebnisse zum Einfluss beider Einflussfaktoren sollen aber bereits für diesen Bericht im Vorgriff verwendet werden.

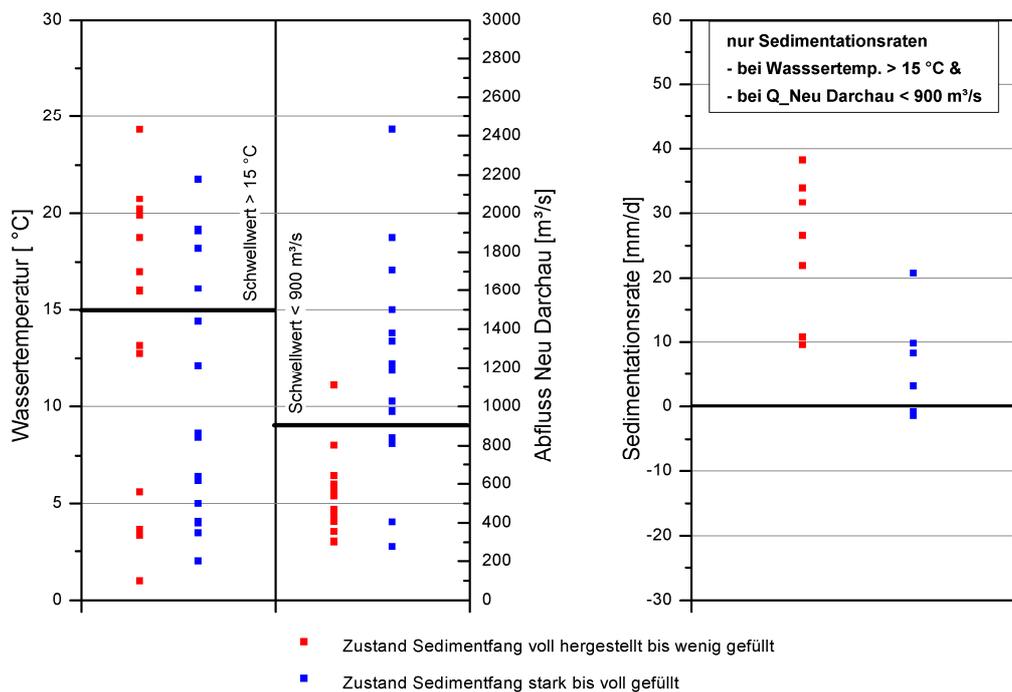


Abbildung 3-11: Wassertemperatur und Oberwasserabfluss an Pegel Neu-Darchau bei Erfassung Sedimentationsrate (links), resultierender Einfluss Zustand Sedimentfang auf Sedimentationsgeschehen im eigenen Maßnahmenbereich (rechts)

Aufgetragen in Abbildung 3-11 (links) sind die in Bezug auf die Sedimentationsraten zeitgleichen, mittleren Oberwasserabflüsse am Pegel Neu-Darchau und durchschnittlichen Wassertemperaturen gemessen an den Dauermessstationen im Bereich des Sedimentfangs. Die Auswertung der Wassertemperatur zeigt, dass die Fächerecholotpeilungen, welche die Datengrundlage zur Bestimmung der Sedimentationsraten sind, in Bezug auf die Messgröße Wassertemperatur in etwa gleichhäufig zu Zeiten eines voll hergestellten und eines vollgefüllten Sedimentfangs durchgeführt worden sind. In derselben linken Abbildung nebenan ist jedoch eindeutig zu erkennen, dass im Zustand eines voll hergestellten Sedimentfangs die Sedimentationsraten häufiger zu Zeiten geringer Oberwasserabflüsse erfasst worden sind. Im Gegensatz dazu sind die Sedimentationsraten im Zustand eines vollgefüllten Sedimentfangs vor allem zu Zeiten hoher Oberwasserabflüsse erfasst worden. Dieser Sachverhalt ist damit zu erklären, dass die Unterhaltung des Sedimentfangs bis auf die 1. Unterhaltung stets in den Monaten Mai bis September abgeschlossen worden ist. Dies ist aber der Zeitraum der geringsten Abflüsse verglichen mit dem Abflussgeschehen während der (Winter-)Monate Januar bis Ende März (vgl. Abbildung 3-6).

Die Auswertungen im Abschlussbericht werden zeigen, dass hohe Sedimentationsraten im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs häufig zu Zeiten geringer Oberwasserabflüsse in Kombination mit hohen Wassertemperaturen eingetreten sind. Um die vorliegende Datenbasis für die abschließende Überprüfung der Auswirkungsprognose bestmöglich um den Einfluss dieser beiden Parameter „Oberwasserabfluss“ und „Wassertemperatur“ zu bereinigen, sind aus Abbildung 3-11 (links) sämtliche Sedimentationsraten entfernt worden, die zu Zeiten von Wassertemperaturen $< 15\text{ °C}$ oder von Abflüsse mit $Q > 900\text{ m}^3/\text{s}$ erfasst worden sind. Die in der Datenbasis verbliebenen Sedimentationsraten, die das Monitoring in Bezug auf Wassertemperatur und Oberwasserabfluss zu vergleichbaren Bedingungen erfasst hat, sind abschließend in Abbildung 3-11 (rechts) gegeneinander aufgetragen.

Die Ergebnisse zeigen für den Maßnahmenbereich des Sedimentfangs weiterhin im Mittel deutlich höhere Sedimentationsraten zu Zeiten eines voll hergestellten Sedimentfangs (rote Datenpunkte) im Vergleich zu den Raten zu Zeiten eines vollgefüllten Sedimentfangs (blaue Datenpunkte). Daraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass es eine Tendenz zu höheren Sedimentationsraten bei einem voll hergestellten Sedimentfang im Vergleich zu Zeiten eines vollgefüllten Sedimentfangs gibt.

Wie bereits zuvor beschrieben, gibt es jedoch weitere, noch zu untersuchende Randbedingungen mit Einfluss auf das Sedimentationsgeschehen. Diese können auch zu Zeiten eines voll hergestellten Sedimentfangs sogar in Kombination mit einem geringen Oberwasserabfluss und einer hohen Wassertemperatur ein ebenso schwaches oder gar negatives Sedimentationsgeschehen bewirken. Dabei nicht vernachlässigt werden darf der Einfluss sämtlicher Faktoren auf die Teilprozesse Erosion und Konsolidierung. Die hier gegebene Schlussfolgerung ist Anknüpfungspunkt für die im Abschlussbericht fortgesetzten Untersuchungen im Zuge des weitergehenden Auswerteprogramms (Ebene 3).

3.4.3 Überprüfung der Auswirkungsprognose Geometrie des Sedimentfangs

HPA hat die Prognose gegeben, dass *innerhalb des Sedimentfangs eine ortstabile Böschungskante mit einer natürlichen Neigung von 1:4 zwischen Fahrriinsensohle (-14,3 m SKN) und Sollsohle Sedimentfang (-16,3 m SKN) erwartet* wird (HPA, 2008) | ► **Auswirkungsprognose Geometrie Sedimentfang**. Die Untersuchungsergebnisse im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) haben gezeigt, dass die bei einer Unterhaltung des Sedimentfangs hergestellten Böschungskanten ortstabil sind und dass ein Trend für eine Zunahme der Neigung ausgeschlossen werden kann. Im Zuge der 4. und 5. Unterhaltung des Sedimentfangs wurde dieser in einer zu den vorangegangenen Kampagnen vergleichbaren Tiefenlage und Geometrie hergestellt. Daher bedarf es in Bezug auf diese Auswirkungsprognose keiner weiteren Untersuchungen.

3.4.4 Überprüfung der Auswirkungsprognose Sedimentkonzentration

Infolge der Herstellung des Sedimentfangs haben die Modellrechnungen der BAW (siehe BAW, 2008) sowohl für den Ebbe- als auch für den Flutstrom eine geringe Verlagerung der Sedimentkonzentration (= Schwebstoffkonzentration) vertikal nach unten gezeigt. Entsprechend beschreibt die zu untersuchende Auswirkungsprognose eine Verlagerung der hohen Sedimentkonzentration vertikal nach unten und einer Abnahme derselben in den oberen Wasserschichten | ► **Auswirkungsprognose Sedimentkonzentration**.

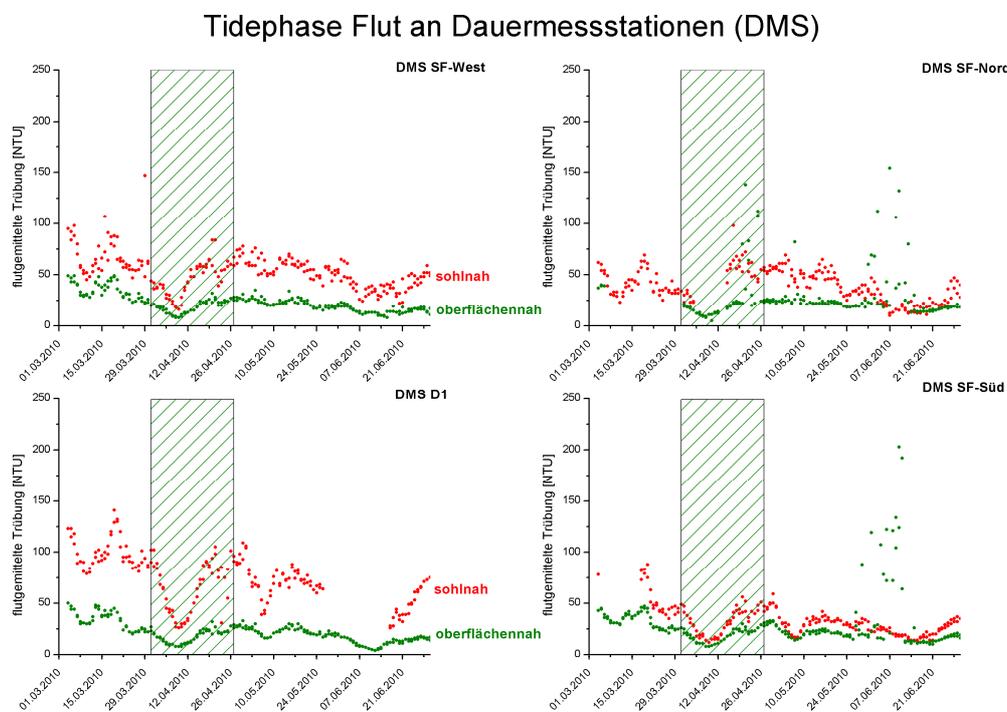


Abbildung 3-12: Über die Flutphase gemittelte Trübungswerte, Dauermessstationen D1, SF West, SF Nord und SF Süd, Zeitraum 4. Unterhaltungskampagne Sedimentfang

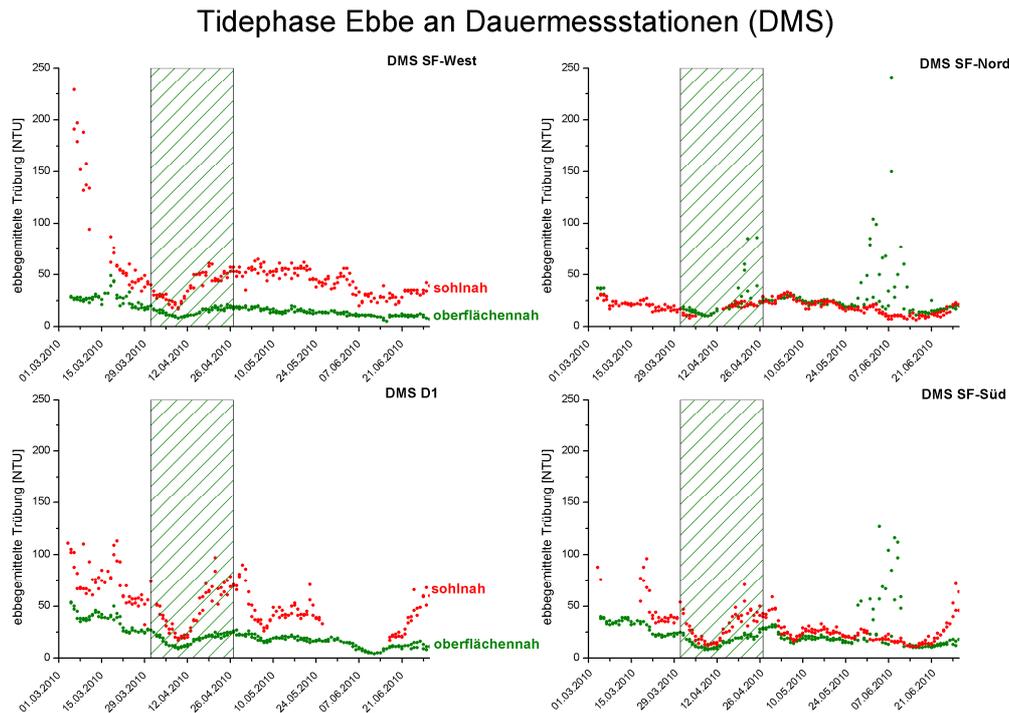


Abbildung 3-13: Über die Ebbe gemittelte Trübungswerte, Dauermessstationen D1, SF West, SF Nord und SF Süd, Zeitraum 4. Unterhaltungskampagne Sedimentfang (dargestellt in Abbildung als grün schraffierter Bereich)

Die Sedimentkonzentration in der Wassersäule – im Text auch als der Schwebstoffgehalt bezeichnet – wurde kontinuierlich bis Ende 2010 an vier Dauermessstationen (Monitoringmaßnahme 4) jeweils punktuell in zwei Ebenen (wasserstandsunabhängig jeweils ca. 50 cm bis 80 cm über der Gewässersohle und unterhalb der Wasseroberfläche) aufgezeichnet. Dabei wird der tatsächliche Schwebstoffgehalt nur indirekt mittels Trübungssonden erfasst. Eine Umrechnung von Trübung in einen korrespondierenden Schwebstoffgehalt ist zurzeit nicht möglich. Es gelte daher nachfolgend die Annahme, dass ein hoher Trübungswert auf einen hohen Schwebstoffgehalt hinweist und entsprechend eine höhere Trübung auch mit einem höheren Schwebstoffgehalt korreliert.

Im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010) ist die Messzeitreihe bis Jahresende 2009 für alle Zeiträume unmittelbar nach (Wieder-)Herstellung des Sedimentfangs untersucht worden. Es konnte bei diesen Untersuchungen eine systematische, sprunghafte Veränderung des mittleren Trübungsniveaus an den vier Dauermessstationen ausgeschlossen werden. Seit 2011 werden in Absprache mit HPA und BfG bis auf die Dauermessstation D1 die übrigen Messstation nicht mehr durch das WSA Hamburg betrieben (vgl. Kapitel 4). Daher liegen neu erhobene Messzeitreihen nur noch für den Zeitraum während und nach der 4. Unterhaltung des Sedimentfangs (31. März bis 27. April 2010) vor (siehe Abbildung 3-12 und Abbildung 3-13). Die Analyse dieser neuen Daten lässt erneut keinen Einfluss des Sedimentfangs auf den lokalen Schwebstoffhaushalt erkennen. Daher kann eine weiträumig messbare und daher erhebliche Auswirkung des Sedimentfangs auf den lokalen Schwebstoffhaushalt in diesem Elbabschnitt ausgeschlossen werden.

Die zuvor beschriebene Schlussfolgerung basiert nicht nur auf der optischen Prüfung der Messzeitreihe an den vier Dauermessstationen. Diese wird zusätzlich durch den Vergleich der mittleren Verhältnisse von Trübung im Gesamtzeitraum Juni 2008 bis Dezember 2010 (für Beschreibung der mittleren Verhältnisse siehe BfG, 2010) mit dem Vergleichszeitraum März bis Juni 2010 (Zeitraum während und nach der 4. Unterhaltung des Sedimentfangs, siehe Abbildung 3-13) bestätigt. Die Ergebnisse dieses Vergleichs sind in Tabelle 3-5 zusammengefasst. Nach Abschluss der Baggerarbeiten hat im Bereich des Sedimentfangs eine maximale Aufweitung des Fließquerschnitts vorgelegen, welche kurzfristig den maximal möglichen Einfluss auf den Schwebstoffhaushalt (bzw. stellvertretend die Verhältnisse von Trübung) zugelassen hat.

Tabelle 3-5: Vergleich der mittleren Trübungsverhältnisse an den Dauermessstationen D1, SF-West, SF-Süd und SF-Nord

Nr.	Mittlere Verhältnisse Zeitraum Juni 2008 bis Dezember 2010 (vgl. BfG, 2011 dort Kapitel 2.1.1)	Abweichung zu Vergleichszeitraum Unterhaltung Sedimentfang (März bis Juni 2010)
Mittleren sohnnahen Trübungsverhältnisse		
1a	Höhere Trübungswerte bei Flutstrom an D1 und SF-Nord im Vergleich zu SF-West und SF-Süd	Trübungswerte an SF-Nord etwas geringer im Vergleich zu SF-West
1b	Bei Ebbestrom geringste Trübung an SF-Nord (Mittelwert)	Keine Abweichung
1c	Zunahme Trübung bei Flut- und Ebbestrom zwischen SF-West und SF-Nord	Leichte Tendenz zur Abnahme der Trübung bei Flutstrom, keine Abweichung bei Ebbestrom
1d	Abnahme Trübung bei Flutstrom zwischen D1 und SF-Süd, keine Änderung bei Ebbestrom	Keine Abweichung bei Flutstrom, Anstieg der Trübung bei Ebbestrom
Mittleren oberflächennahen Trübungsverhältnisse		
2a	Vergleichbare Mittelwert für Trübung bei D1 und SF-West bzw. SF-Süd und SF-Nord bei Flut- und Ebbestrom	Keine Abweichung bei D1 und SF-West, ein etwas höherer Mittelwert für Trübung bei SF-Süd im Vergleich zu SF-Nord
2b	Abnahme Trübung bei Ebbestrom zwischen Messprofil 1 (SF-Nord / SF-Süd) und Messprofil 2 (SF-West / D1)	Nur geringe bis keine Abnahme Trübung bei Ebbestrom, bei Einzelmesspunkten stark erhöhte Trübung bei SF-Nord und SF-Süd

Fortsetzung Tabelle 3-5

Nr.	Mittlere Verhältnisse Zeitraum Juni 2008 bis Dezember 2010 (vgl. BfG, 2011 dort Kapitel 2.1.1)	Abweichung zu Vergleichszeitraum Unterhaltung Sedimentfang (März bis Juni 2010)
2c	Bei Flutstrom Zunahme Trübung zwischen SF-West und SF-Nord, vergleichbare Trübungsverhältnisse zwischen D1 und SF-Süd	Keine Zunahme sondern vergleichbare Trübungsverhältnisse, abgesehen von Einzelmesspunkten stark erhöhte Trübung bei SF-Nord und SF-Süd
Mittleren oberflächennahen und sohlnahen Trübungsverhältnisse im Vergleich		
3a	Sohlnahen Trübungsverhältnisse liegen deutlich über den oberflächennahen Verhältnissen (an allen Stationen sowohl bei Ebbe als auch bei Flut)	Keine Abweichung

Infolge der gegebenen Auswirkungsprognose ist zu überprüfen, ob der voll hergestellte Sedimentfang im Vergleichszeitraum eine Zunahme der sohlnahen Trübungsverhältnisse sowie eine gleichzeitige Abnahme der oberflächennahen Verhältnisse bewirkt hat. Bei der Überprüfung des zeitlichen Verlaufs der ebbe- bzw. flutstrom-gemittelten Trübungsdaten im Vergleichszeitraums (siehe Abbildung 3-12 und Abbildung 3-13) konnte ein signifikanter Einfluss des Sedimentfangs ausgeschlossen werden.

Der Vergleich der mittleren Trübungsverhältnisse (Zeitraum Juni 2008 bis Dezember 2010) mit den kurzfristigen Verhältnissen während und kurz nach den Baggararbeiten zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs ist ebenfalls unauffällig. Es wurden im Vergleichszeitraum entweder keine Veränderungen bezogen auf den Gesamtzeitraum oder nur geringe Veränderungen festgestellt; welche zum Teil sogar der gestellten Prognose widersprechen. Einzig im Sinne der Auswirkungsprognose wurde im Vergleich zum Gesamtzeitraum ein Anstieg der sohlnahen Trübungsverhältnisse bei Ebbestrom zwischen den Stationen SF-Süd und D1 festgestellt (siehe Nr. 1d in Tabelle 3-5). Diese Analyse bestätigt die Einschätzung, dass der Einfluss des Sedimentfangs auf den Schwebstoffhaushalt bzw. stellvertretend auf die Verhältnisse von Trübung geringfügig und auch im Nahbereich des Sedimentfangs an den Dauermessstationen messtechnisch nicht nachweisbar ist.

3.5 Schadstoffbelastung und das ökotoxikologische Potenzial der Sedimente

Die Prüfung der Umlagerungsfähigkeit von Baggergut erfolgt gemäß HABAK-WSV bzw. seit der 4. Unterhaltungskampagne gemäß GÜBAK und beinhaltet Untersuchungen verschiedener Fachaspekte, für die maßnahmenbedingte Auswirkungen nicht ausgeschlossen werden können. So erfolgt eine Analyse des Baggerguts auf relevante Schadstoffe und deren Stoffkonzentrationen sowie eine ökotoxikologische Potenzialanalyse, bei der die integrale toxikologische Belastung des Baggergutes erfasst wird. Eine Nullbeprobung der Sedimente

vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs (siehe BfG, 2009) und die Freigabeuntersuchungen (siehe Kapitel 2 in diesem Bericht sowie BfG, 2010) sind Bestandteil der Ebene 1 des Monitoringkonzepts für den Sedimentfang.

3.5.1 Überprüfung der Auswirkungsprognose Herkunft der Sedimente

Es ist die Auswirkungsprognose zu prüfen, ob sich im Sedimentfang vor Wedel verstärkt marine und daher überwiegend gering belastete Sedimente von Unterstrom ablagern |► *Auswirkungsprognose Herkunft der Sedimente*. Trifft dies zu, wäre im Vergleich zum Belastungsniveau vor Herstellung des Sedimentfangs mit einer Verringerung der Schadstoffbelastung im Baggergut und des ökotoxikologischen Potenzials zu rechnen. Die Auswertung der im Zuge des Sedimentfangmonitorings erhobenen Daten zu Schadstoffbelastungen zeigt vor allem eine hohe Variabilität, die diesen Datensatz prägt. Eine Veränderung der Zusammensetzung der Sedimente und damit einhergehend eine veränderte Schadstoffbelastung kann vor dem Hintergrund dieser bestehenden Variabilität nicht erkannt werden. Dies werden die Ergebnisse im nachfolgenden Kapitel 3.5.2 zeigen.

3.5.2 Überprüfung Auswirkungsprognose Schadstoffkonzentration und ökotoxikologisches Potenzial

Für den Fall dass sich überwiegend Sedimente mit mariner Herkunft im Sedimentfang ablagern, sollten die im Unterhaltungsbaggergut festgestellte Schadstoffbelastung und das ökotoxikologische Potenzial im Vergleich zum Belastungsniveau vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs geringer werden |► *Auswirkungsprognose Schadstoffkonzentration und ökotoxikologisches Potenzial*. Zugleich muss der mögliche Einfluss der stromauf bei Elbe-km 637 liegenden Verbringstelle Neßsand auf das Sedimentationsgeschehen im Sedimentfang beachtet werden. Eine Verdriftung des auf der Verbringstelle Neßsand umgelagerten Baggerguts könnte gleichzeitig die Schadstoffbelastung und das entsprechende ökotoxikologische Potenzial der Sedimente im Sedimentfang wieder erhöhen. Ebenso ist der Einfluss des Oberwasserabflusses zu prüfen, der einen durch den Betrieb des Sedimentfangs bedingten eventuellen Rückgang der Schadstoffgehalte durch verstärkten Eintrag schadstoffbelasteter Sedimente aus der Binnenelbe überlagern würde. Sowohl die Baggergutverbringung bei Neßsand als auch der Oberwasserabfluss können das Belastungsniveau der an der BfG-Dauermessstation Wedel bei Elbe-km 642 erfassten Schwebstoffproben sowie der im Sedimentfang abgelagerten Sedimente beeinflussen. Die Station Wedel dient als Referenzstation zur Beurteilung der in Proben aus dem Sedimentfang ermittelten Schadstoffbelastung.

Zur Überprüfung der Auswirkungsprognose liegen Ergebnisse von 2008 bis 2011 vor. Es handelt sich hierbei um Ergebnisse aus der Nullbeprobung im März 2008, aus vier Freigabe-beprobungen im Zeitraum September 2009 bis März 2010 sowie zwei weiteren Beprobungen aus 2010 und 2011 zur Prüfung der Qualität der Sedimente im Sedimentfang. Die Daten sowie deren fachliche Beurteilung sind entweder dem Kapitel 2 in diesem Bericht oder den Vorgängerberichten zum Sedimentfangmonitoring zu entnehmen. Für die Beurteilung der Schadstoffbelastung der Sedimente aus dem Sedimentfang wurden Dreijahresmittelwerte an der BfG-Dauermessstation Wedel sowohl für den Referenzzustand 2005 bis 2007 als auch für

den Zeitraum 2008 bis 2010 nach der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs herangezogen. Bei der Nullbeprobung sind ökotoxikologische Untersuchungen an nur drei Sedimentproben durchgeführt worden. Daher wurden zur Überprüfung der gegebenen Auswirkungsprognose die Ergebnisse vorhergehender ökotoxikologischer Untersuchungen aus dem WSV Baggerabschnitt Wedel / Wedeler Au durch die BfG aus den Jahren 2002, 2005 und 2006 (siehe BfG, 2008) ebenfalls betrachtet.

Schadstoffe

Im Folgenden wird die Entwicklung der Belastung der Sedimente mit ausgewählten elbetyptischen Schadstoffen aus dem Sedimentfang bewertet. Darüber hinaus erfolgt eine vergleichende Bewertung gegenüber dem an der BfG-Dauermessstation Wedel erfassten Referenzzustand (Referenzzeiträume 2005-2007 und 2008-2010). Die Berechnung der Datensätze erfolgt hier auf der Grundlage der arithmetischen Monatsmittelwerte. Für Zink und Kupfer wurden wegen einer temporären und lokalen Störung in den Jahren 2005 und 2006 nur die Daten für den Referenzzustand des 2. Zeitraums 2008-2010 verwendet. Alle Schwermetalle sind in der Fraktion < 20 µm gemessen worden. Die organischen Schadstoffe wurden auf die Fraktion < 20 µm normiert, um im Vergleich zur Normierung auf die Fraktion < 63 µm trennschärfere Ergebnisse zu bekommen.

Zur Prüfung der Signifikanzniveaus zwischen den Gruppen wird als Post-Hoc Test der parametrische Tukey-HSD Test eingesetzt, auch wenn die Bedingungen auf Normalverteilung und Varianzhomogenität nicht stringent erfüllt sind. Dieser Test lässt sich im Rahmen einer Varianzanalyse zur Bestimmung von signifikanten Unterschieden zwischen Gruppenmittelwerten verwenden. Im Vergleich zu nichtparametrischen Tests werden die Niveaus trennschärfer erkannt und ermöglichen eine plausible Interpretation.

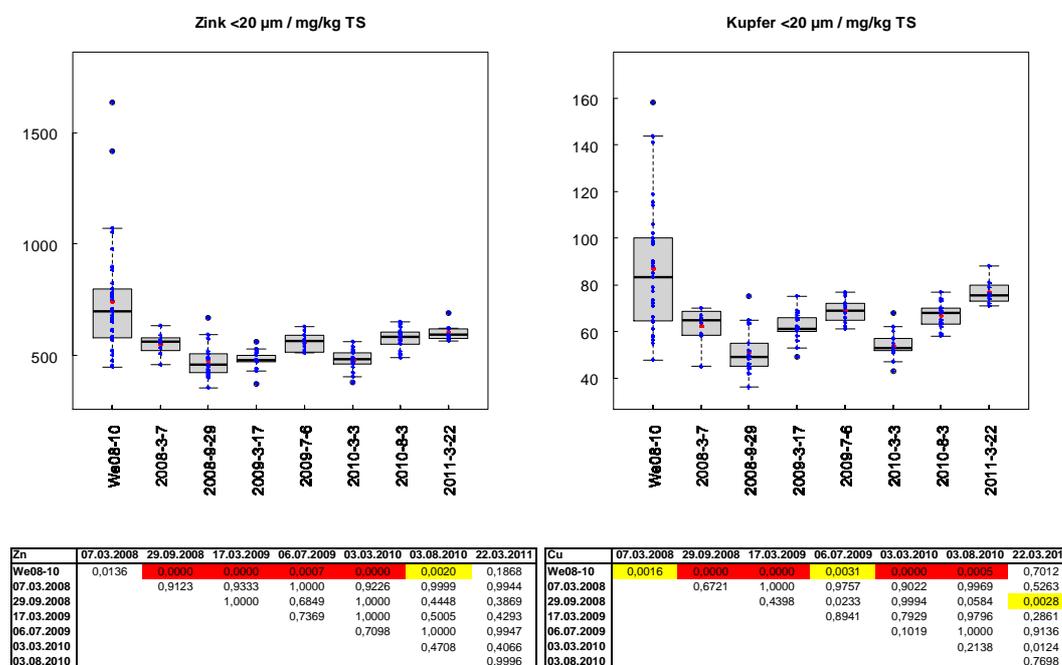


Abbildung 3-14: Entwicklung der tiefengemittelten Schwermetallbelastung von Zink und Kupfer in Sedimentkernen aus dem Sedimentfang vs. Referenzbelastung an der BfG-Dauermessstelle Wedel (Proben der Jahre 2008 bis 2010 von schwebstoffbürtigem Sediment, We 08-10). Alle Schwermetalle gemessen in der Fraktion < 20 µm.

Monitoring der
morphologischen, ökologischen und naturschutzfachlichen Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel an der Tideelbe

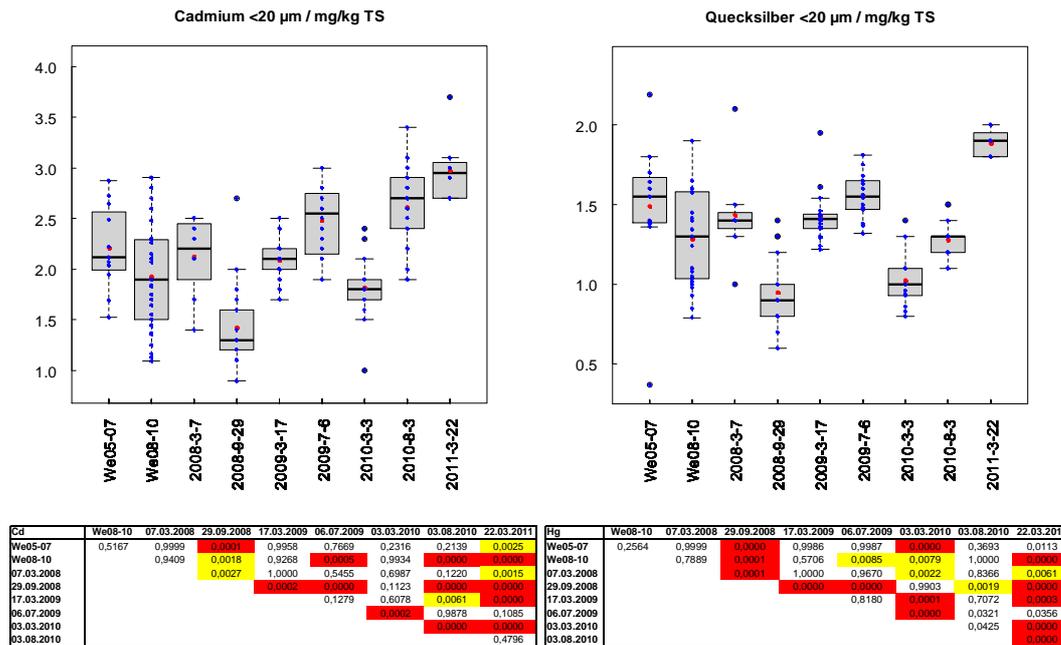


Abbildung 3-15: Entwicklung der tiefengemittelten Schwermetallbelastung von Cadmium und Quecksilber in Sedimentkernen aus dem Sedimentfang vs. Referenzbelastung an der BfG-Dauermessstelle Wedel (Proben der Jahre 2005 bis 2009/7 sowie 2008 bis 2010 von schwebstoffbürtigem Sediment, We 05-07 bzw. We 08-10). Alle Schwermetalle gemessen in der Fraktion < 20 µm.

Die Boxplots in Abbildung 3-14 und Abbildung 3-15 sowie Abbildung 3-17 zeigen die oberen und unteren Quartile sowie den Medianwert. Die Whisker, welche die Streuung der Ergebnisse widerspiegeln, entsprechen dem 1,5-fachen Interquartilabstand. Des Weiteren sind gekennzeichnet: Median als schwarze Linie, der arithmetische Mittelwert als roter Punkt sowie die Einzelwerte als blaue Punkte. Die festgestellten Signifikanzniveaus werden mit dem hiernach beschriebenen Farbcodex dargestellt:

- Hochsignifikant: rot, Niveau zwischen 0 und 0,001 (99,9% Vertrauensbereich)
- Signifikant: gelb, Niveau zwischen 0,001 und 0,01 (99% Vertrauensbereich)

Die Ergebnisse der Datenreihen zeigen im Verlauf der Freigabebehebungen und weiteren Kampagnen weder einen Trend abnehmender noch zunehmender Belastungen. Sowohl die Gehalte der Schwermetalle als auch die der organischen Schadstoffe bewegen sich in einem zur Referenzstation Wedel vergleichbaren Wertebereich.

Eine Ausnahme bilden die Referenzwerte 2008-2010 an der Dauermessstation Wedel für die Elemente Zink und Kupfer. Diese sind signifikant höher im Vergleich zu den an Sedimentproben aus dem Sedimentfang festgestellten Konzentrationen dieser Elemente (siehe Abbildung 3-14). Es ist noch zu prüfen, ob eine Beeinflussung der Referenzwerte durch regionale Schadstoffquellen vorliegt. Da die an der Station Wedel in der Regel monatlich entnommenen Proben generell die Schadstoffgehalte bei verschiedenen Abflusssituationen widerspiegeln, ist die Streuung der Ergebnisse deutlich größer als die der Ergebnisse der einzelnen Freigabebehebungen bzw. nachfolgenden Kampagnen, bei denen Sedimentkerne

im Bereich des Sedimentfangs entnommen und auf deren mittlere Schadstoffbelastung untersucht worden sind.

Auffällig sind die bei der Kampagne am 22.03.2011 festgestellten Schwermetallgehalte (siehe Abbildung 3-14 und Abbildung 3-15), die in der Tendenz über dem Belastungsniveau der vorangegangenen Kampagnen liegen. Insbesondere trifft dies auf die Schwermetalle Quecksilber und Kupfer zu. Es sind bei dieser Kampagne jedoch nur an 8 anstatt der sonst üblichen 16 Positionen Proben entnommen worden. Generell zeigen die in Sedimenten und Schwebstoffen gemessenen Schwermetallgehalte eine hohe Variabilität abhängig von der Ganglinie des Oberwasserzuflusses (vgl. Abbildung 3-16 für das Schwermetall Cadmium, siehe auch BfG, 2011). Dies ist gut am Beispiel der ausgedehnten Niedrigwasserphase von Juli bis September 2008 zu erkennen.

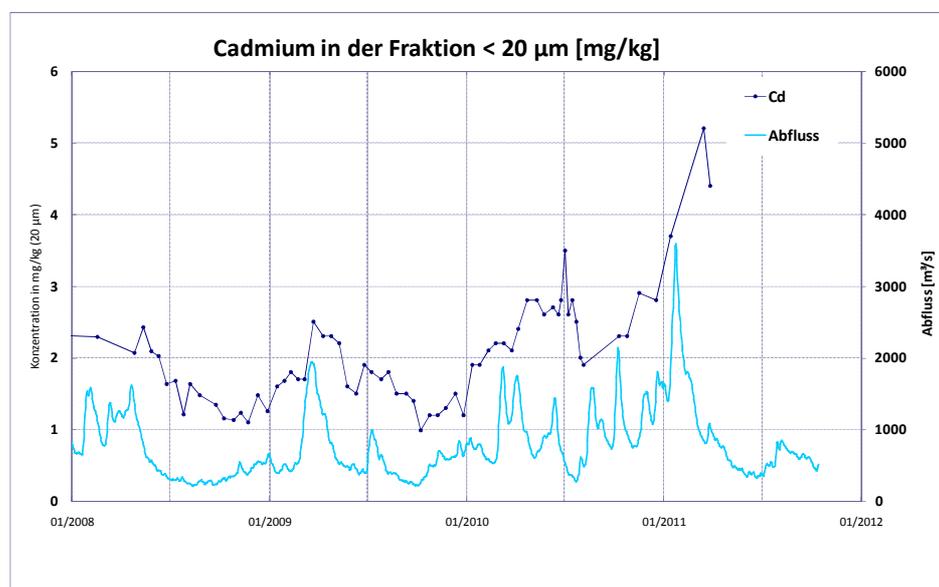


Abbildung 3-16: Gehalte von Cadmium, gemessen in schwebstoffbürtigem Sediment an der BfG Dauermessstation Wedel (Elbe-km 642)

Die im Anschluss an diese Niedrigwasserphase erfassten Schadstoffgehalte (Freigabebeprobung vom 29.09.2008) sind sehr gering, z.B. gegenüber den Ergebnissen der Freigabebeprobung vom 06.07.2009. Der letzteren Beprobung sind zwei Hochwasserereignisse im Einzugsgebiet der Elbe mit entsprechend hohen Oberwasserzuflüssen und einem Anstieg der Schadstoffkonzentrationen in den schwebstoffbürtigen Sedimentproben der Dauermessstelle Wedel vorausgegangen. Anders der Fall im Winterhochwasser Anfang 2011. An der Dauermessstation Wedel erreicht hier die Belastung mit Cadmium eine seit 2008 maximale Konzentration. Zugleich wird diese Spitzenbelastung in den Proben aus Sedimentkernen vom 22.03.2011 nicht wiedergefunden. Es kann ein geringer Anstieg in den Messdaten erkannt werden, dieser ist jedoch verglichen mit den Ergebnissen der Sedimentbeprobung vom 03.08.2010 nicht signifikant. Dasselbe gilt auch für die Zink- und Kupfergehalte der Sedimente, die in Abbildung 3-14 dargestellt sind. Eine schlüssige Erklärung hierfür ist das Sedimentationsgeschehen zwischen den beiden Zeitpunkten der Probenahmen. Hier haben die 2-wöchentlich erstellten Peilpläne nämlich keine weitere Sedimentation und sogar eine geringe Abnahme der mittleren Füllhöhe des Sedimentfangs, vermutlich bedingt durch

Konsolidierungsprozesse, gezeigt. Es muss daher davon ausgegangen werden, dass an beiden Probenahmeterminen durch die Sedimentkerne zum überwiegenden Teil identisches Material erfasst worden ist. Eine Ausnahme bildet die in Relation zu den vorangegangenen Probenahmen hohe Quecksilberbelastung der Sedimentproben vom 22.03.2011, die auf der Grundlage der vorliegenden Daten und bekannten Prozesse nicht erklärt werden kann.

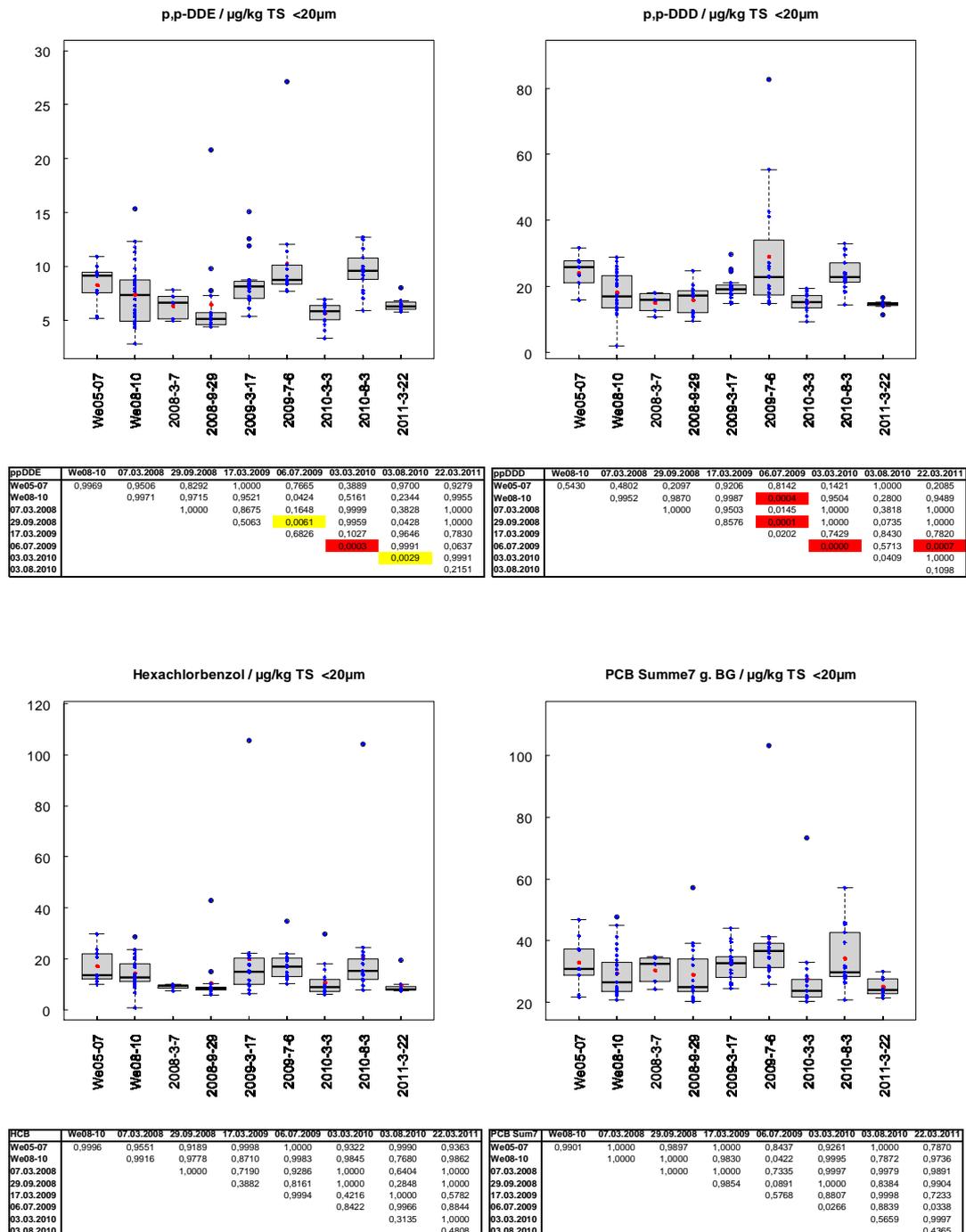


Abbildung 3-17: Entwicklung Belastung der Sedimente mit organischen Schadstoffen im Vergleich zur Referenzbelastung (Mittelwert der Jahre 2008-2010 bzw. 2005-2007), gemessen an schwebstoffbürtigem Sediment an der BfG-Dauermessstelle Wedel (Elbe-km 642). Alle organischen Schadstoffe normiert anhand der Fraktion < 20 µm

Für die Gruppe der in Abbildung 3-17 dargestellten organischen Schadstoffe ist bei der Beprobung vom 22.03.2011 ein mit den Ergebnissen vom 03.08.2010 ähnliches oder sogar geringeres Belastungsniveau festgestellt worden; obwohl der sehr hohe Oberwasserzufluss im Anschluss an das Winterhochwasser 2011 vergleichbar zu der Ganglinie Schwermetallkonzentrationen in Abbildung 3-16 erhöhte Konzentrationen organischer Schadstoffe in das Ästuar der Elbe eingetragen hat. Dies zeigt in Abbildung 3-18 stellvertretend für die übrigen organischen Schadstoffe die Ganglinie von HCB an der Dauermessstation Wedel. Dies bestätigt die im Fall der Schwermetalle genannte Vermutung, dass bei beiden Probenkampagnen identisches Material beprobt worden ist. Die Unterschiede bei den Konzentrationen können sowohl aus der geringen Probenanzahl, nämlich acht Proben am 22.03.2011 anstatt der sonst üblichen 16 Proben als auch aus der größeren Messunsicherheit bei der Bestimmung der organischen Schadstoffbelastungen im Vergleich zu den Schwermetallen resultieren. Die Messunsicherheit wird zusätzlich durch einen Wechsel des mit der Untersuchung der Proben beauftragten Labors bei den verschiedenen Kampagnen erhöht.

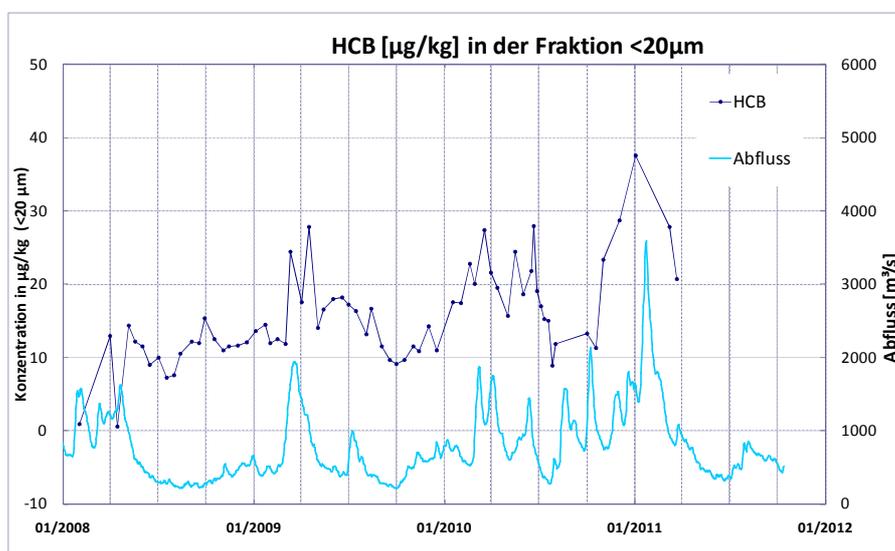


Abbildung 3-18: Gehalte von HCB, gemessen in schwebstoffbürtigem Sediment an der BfG Dauermessstation Wedel (Elbe-km 642)

In BfG (2010) sind die im vorliegenden Bericht fortgeführten Auswertungen auf Grundlage der zum damaligen Zeitpunkt vorliegenden Ergebnisse begonnen worden. Einen Einfluss der Maßnahme Sedimentfang auf die Belastung der sich hier abgelagerten Sedimente konnte in BfG (2010) nicht festgestellt werden. Auch nach Auswertung der weiteren, nun vorliegenden Untersuchungsergebnisse kann die durch die Prognose gegebene Abnahme der Schadstoffbelastungen nicht bestätigt werden. Bislang noch nicht überprüft worden ist der eventuelle Einfluss einer zeitgleichen Umlagerung von Baggergut auf die benachbarte Verbringstelle Neßsand. Dieser Aspekt soll im Abschlussbericht ergänzend betrachtet werden. Anhand der vorliegenden Messdaten kann jedoch bestätigt werden, dass das Unterhaltungsbaggergut aus dem Sedimentfang maßnahmenbedingt nicht mit systematisch erhöhten Schadstoffkonzentrationen belastet gewesen ist.

Die hier beschriebenen Beobachtungen bestätigen die Auswirkungsprognose zunächst nicht. Die Auswertung verdeutlicht aber, dass Aussagen über die Herkunft der im Sedimentfang abgelagerten Sedimente bzw. deren marinen / fluviatilen Anteile nur auf Grundlage einer sehr detaillierten und sowohl räumlich als auch zeitlich differenzierten Auswertung der Messdaten aus Sedimentbeprobungen, der Dauermessstelle Wedel und vor allem des Sedimentationsgeschehens möglich sein können. Die abschließende Untersuchung dieser Fragestellung ausschließlich durch Betrachtung und Auswertung von mittleren Schadstoffbelastungen ist vor dem Hintergrund der Komplexität des natürlichen Prozessgeschehens zu ungenau.

Eine detailliertere Auswertung wird im Rahmen der laufenden Auswertungen zum Sedimentfangmonitoring nicht erfolgen können, verbleibt aber ein wichtiger Aspekt bei zukünftigen Untersuchungen zur weiteren Verbesserung des Systemverständnisses. Im kommenden Abschlussbericht sollen dann die Gesamtheit der relevanten Daten über die Schadstoffbelastung der im Sedimentfang abgelagerten Sediment zusammengefasst dargestellt werden.

Ökotoxikologisches Potenzial

Die Ergebnisse aller Freigabeuntersuchungen des Baggergutes aus dem Sedimentfang mit Ausnahme der Freigabeuntersuchung vor der 2. Unterhaltungskampagne (siehe Kapitel 2 sowie BfG, 2010) weisen ein mit der Nullbeprobung im März 2008 und vorangegangener Untersuchungen (siehe BfG, 2008) vergleichbares ökotoxikologisches Belastungspotenzial auf. Die Freigabeuntersuchung zur 2. Unterhaltungskampagne (siehe BfG, 2010) wies im Vergleich zu den vorangegangenen Untersuchungen in diesem Bereich der Jahre 2002, 2005 und 2006 (vgl. BfG, 2008), zur Nullbeprobung im März 2008 vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs (vgl. BfG, 2009) und zu den anderen Freigabeuntersuchungen (vgl. BfG 2010) ein in der Tendenz geringeres ökotoxikologisches Belastungspotenzial auf. Diese tendenziell geringeren Toxizitäten bei der 2. Freigabeuntersuchung im Frühjahr 2009 wurden in den folgenden Freigabeuntersuchungen in den Jahren 2009, 2010 und 2011 nicht erneut festgestellt. In diesen Jahren lagen die Belastungspotenziale der Sedimente wieder in dem für dieses Gebiet erwarteten Bereich. Hiervon auszunehmen ist lediglich die ergänzende Sedimentbeprobung im August 2010. Bei der Untersuchung dieser Sedimente wurden tendenziell erhöhte Belastungspotenziale festgestellt. Die Ursache für die aufgetretenen Unterschiede bzw. Schwankungen in der Sedimentbelastung sind unbekannt, allerdings treten diese Veränderungen bislang nicht systematisch und nicht längerfristig auf.

Aufgrund der Ergebnisse der Biotestuntersuchungen konnte das Baggergut des Sedimentfangs aus ökotoxikologischer Sicht sowohl bei der Herstellung als auch bei jeder Unterhaltungsbaggerung ohne spezielle Einschränkungen im Verbringstellenbereich bei Elbe-km 690 umgelagert werden. Eine systematische Erhöhung der Toxizitätsklassen und somit des ökotoxikologischen Belastungspotenzials der Sedimente aus dem Maßnahmenbereich des Sedimentfangs war im Vergleich zum Referenzzustand nicht zu verzeichnen. Ebenfalls waren keine längerfristigen und systematischen Verringerungen des ökotoxikologischen Belastungspotenzials festzustellen. Saisonalitätseffekte im ökotoxikologischen Belastungspotenzial wurden auf Basis der vorliegenden Untersuchungsdaten der Sedimente nicht ermittelt.

3.6 Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt

Es ist die Prognose zu überprüfen, dass es zu keiner wesentlichen zusätzlichen Beeinträchtigung der Sauerstoffversorgung der in diesem Abschnitt ansässigen Lebensgemeinschaften kommen wird | ► **Auswirkungsprognose Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt**. Die Überprüfung der sowohl oberflächennahen (Zeitraum 18. März 2009 bis Jahresende 2009) als auch sohlennahen (Zeitraum 22. Oktober 2008 bis Jahresende 2009) Aufzeichnungen des Sauerstoffgehalts an der Dauermessstation D1 hat keine Auswirkungen des Sedimentfangs auf den Sauerstoffhaushalt erkennen lassen, ebenfalls auch nicht während der vorangegangenen Baggerkampagnen zur Unterhaltung des Sedimentfangs (vgl. BfG, 2010). Gegenstand dieser Untersuchungen sind die aktuelle Messzeitreihen der Jahre 2010 und 2011 (soweit vorliegend) über den Sauerstoffgehalt an derselben Dauermessstation D1.

3.6.1 Generelle Einordnung der Sauerstoffgehalte in der Tideelbe im Jahr 2010 und im 1. Halbjahr 2011

Die Auswertung der an der Station D1 oberflächennah und sohlennah gemessenen Sauerstoffdaten erfolgt zunächst bezogen auf Tagesmittelwerte (Abbildung 3-19 und Abbildung 3-20), da sich diese Werte auch mit anderen Messzeitreihen aus der Tideelbe vergleichen lassen. Grundlage für die Mittelwerte an der Station D1 sind 5 min Messwerte, wichtige daraus abgeleitete Kennwerte sind Tab.1 und 2 gelistet.

Tabelle 3-6: Mittelwerte sowie gemittelte Tagesminima an der Dauermessstation D1 im Jahr 2010

Messebene	oben	sohl nah		oben	sohl nah	
	Mittelwert Sauerstoffgehalt [mg O ₂ /l]		Anzahl Messwerte [-]	Mittleres Tagesminimum Sauerstoffgehalt [mg O ₂ /l]		Anzahl Messwerte [-]
Vegetationszeitraum 1.April – 17.Okt.	7,7	7,4	57312	6,6	6,6	199
Baggerzeitraum im April 2010	10,6	10,8	7776	10,0	10,2	27

Tabelle 3-7: Mittelwerte sowie gemittelte Tagesminima an der Dauermessstation D1 im 1. Halbjahr 2011

Messebene	oben	sohl nah		oben	sohl nah	
	Mittelwert Sauerstoffgehalt [mg O ₂ /l]		Anzahl Messwerte [-]	Mittleres Tagesminimum Sauerstoffgehalt [mg O ₂ /l]		Anzahl Messwerte [-]
Vegetationszeitraum 1.März – 30.Juni	6,8	6,7	35156	6,8	5,8	91
Baggerzeitraum im April 2011	8,9	-	5760	8,6	-	20

Beim Vergleich zwischen den oberflächennahen und sohlnahen Messungen des Sauerstoffgehalts an der Dauermessstationen D1, welche seitlich des Sedimentfangs im Hauptstrom aber nicht unmittelbar im Bereich der Fahrrinne positioniert ist (vgl. Abbildung 3-1), sind in der Vegetationsperiode von April bis Oktober 2010 nur sehr geringe Unterschiede im Tagesmittel der Sauerstoffgehalte (7,7 bzw. 7,4 mg O₂/l) zu erkennen (Tabelle 3-6). Dabei lagen die über den gesamten Zeitraum gemittelten Sauerstoffgehalte in der sohlnahen Messebene leicht unter den Werten der oberflächennahen Messebene, während das mittlere Tagesminimum (6,6 mg O₂/l) annähernd identisch war. Für das 1. Halbjahr 2011 (1. März bis 30. Juni) wurden für die Station D1 vergleichbare Mittelwerte für den Sauerstoffgehalt (10,6 bzw. 10,8 mg O₂/l) für die oberflächennahe und sohlnahe Messebene ermittelt. Das mittlere Tagesminimum war sohlnah jedoch um 1 mg O₂/l geringer. Dieser geringere Wert ist u.a. durch den Ausfall der sohlnahen Sonde im Zeitraum 25. März bis 06. Mai 2011 verursacht. Die in diesem Zeitraum vergleichsweise hohen Tagesminima an der oberflächennahen Sonde haben deren mittleres Tagesminimum angehoben.

Vergleicht man für die Jahre 2010 und 2011 die Sauerstoffgehalte an der Dauermessstation D1 mit den Gehalten der stromauf des Sedimentfangs gelegenen Stationen Blankenese und Seemannshöft (betrieben durch FGG Elbe⁸), so treten in Abhängigkeit von Jahreszeit und Oberwasserabfluss unterschiedliche Relationen auf. Im Frühjahr und Frühsommer (2010 bis Anfang Juli, 2011 nur bis Mai) und im Herbst (2010 im September und Oktober) treten in der Regel höhere Sauerstoffgehalte im Bereich des Hamburger Hafens bzw. in Blankenese auf als an der Station D1 (vgl. Abbildung 3-19 und Abbildung 3-20). Im Sommer (2010 im Juli und August, 2011 bereits ab Mai bis Juni) kehrt sich die Relation um und an der Station D1 liegen höhere Sauerstoffgehalte vor als stromauf. Zu diesen Zeiten ist dann das Zentrum des Sauerstofftals der Tidelbe in den Hamburger Hafen gewandert. Diese „Stromauf-Verschiebung“ wird im Wesentlichen durch zurückgehende Oberwasserabflüsse und höhere Wassertemperaturen hervorgerufen. Entsprechend der jahreszeitlichen bzw. oberwasserabhängigen Lage des „Sauerstofftals“ in der Tidelbe lagen somit an der Station D1 in den Baggerzeiträumen April der Jahre 2010 und 2011 geringe Sauerstoffgehalte vor als im Hamburger Hafenbereich.

⁸ Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe, ehemals Arbeitsgemeinschaft (ARGE) Elbe

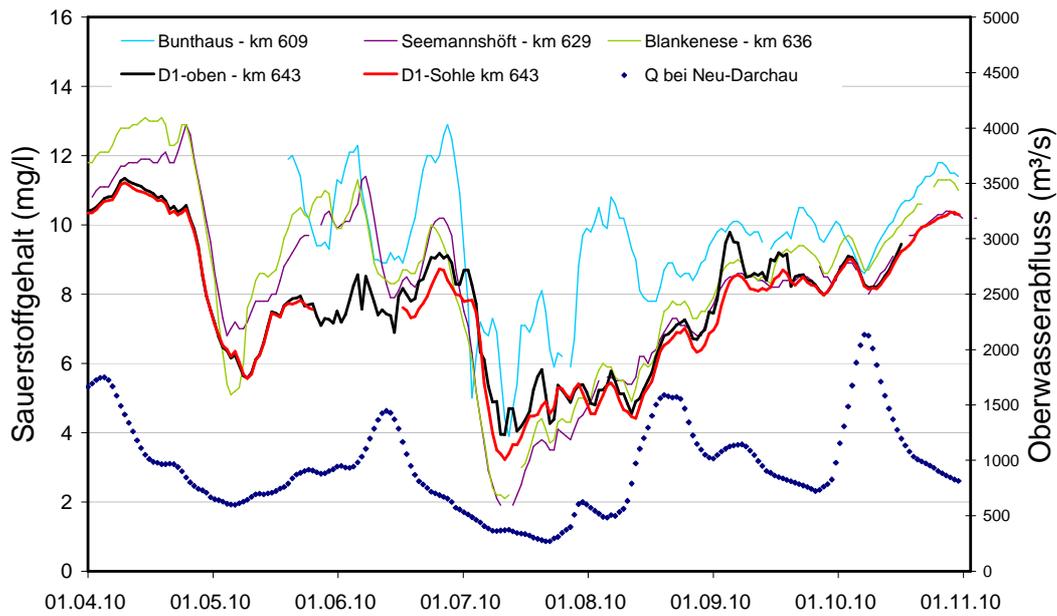


Abbildung 3-19: Tagesmittelwerte des Sauerstoffgehaltes an der Station D1 im Vergleich mit den Stationen Bunthaus, Seemannshöft und Blankenese (betrieben durch FGG Elbe) sowie die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu-Darchau im Jahr 2010

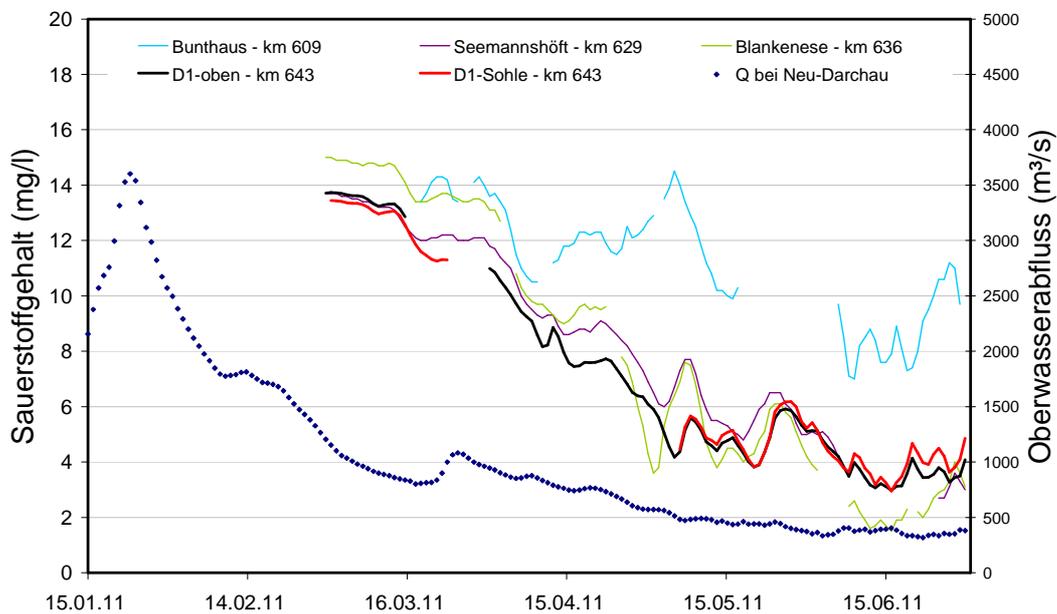


Abbildung 3-20: Tagesmittelwerte des Sauerstoffgehaltes an der Station D1 und im Vergleich mit den Stationen Bunthaus, Seemannshöft und Blankenese (betrieben durch FGG Elbe) sowie die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu-Darchau im 1. HJ 2011

3.6.2 Betrachtung der Baggerzeiträume 2010 und 2011

Im Zeitraum 31. März 2010 bis 27. April 2010 hat die Baggerkampagne zur 4. Unterhaltung des Sedimentfangs stattgefunden. Bei der Darstellung zeitlich höher aufgelöster Daten werden tideabhängige und kleinräumigere Unterschiede sichtbar (Abbildung 3-21). Im Baggerzeitraum April 2010 wurden an der Station D1 oberflächennah Sauerstoffgehalte zwischen 9,28 und 12,14 mg O₂/l gemessen, sohlennah wurden Werte zwischen 9,05 und 11,82 mg O₂/l gemessen. Der mittlere Sauerstoffgehalt lag an der oberflächennahen Sonde mit 10,8 mg O₂/l leicht höher als der Mittelwert der sohlennahen Sonde, der 10,6 mg O₂/l betrug (Tabelle 3-6). Die Differenzen der Tagesminima des Sauerstoffgehaltes betragen somit 0,2 mg O₂/l bei einer Schwankungsbreite von 0,06 bis zu 0,33 mg O₂/l. Diese regelmäßigen Sauerstoffdifferenzen zwischen der oberflächennahen und der sohlennahen Messsonde könnten ein Hinweis auf eine geringe sohlennahe Sauerstoffabsenkung in Folge der Baggeraktivitäten sein.

Im Zeitraum 31. März 2011 bis 20. April 2011 hat die Baggerkampagne zur 5. Unterhaltung des Sedimentfangs stattgefunden. Da für den Zeitraum vom 25.03. bis 06.05.2011 die sohlennahen Messungen an der Station D1 ausgefallen waren (s.o.), kann keine vergleichende Betrachtung der oberflächennahen mit der sohlennahen Sonde durchgeführt werden.

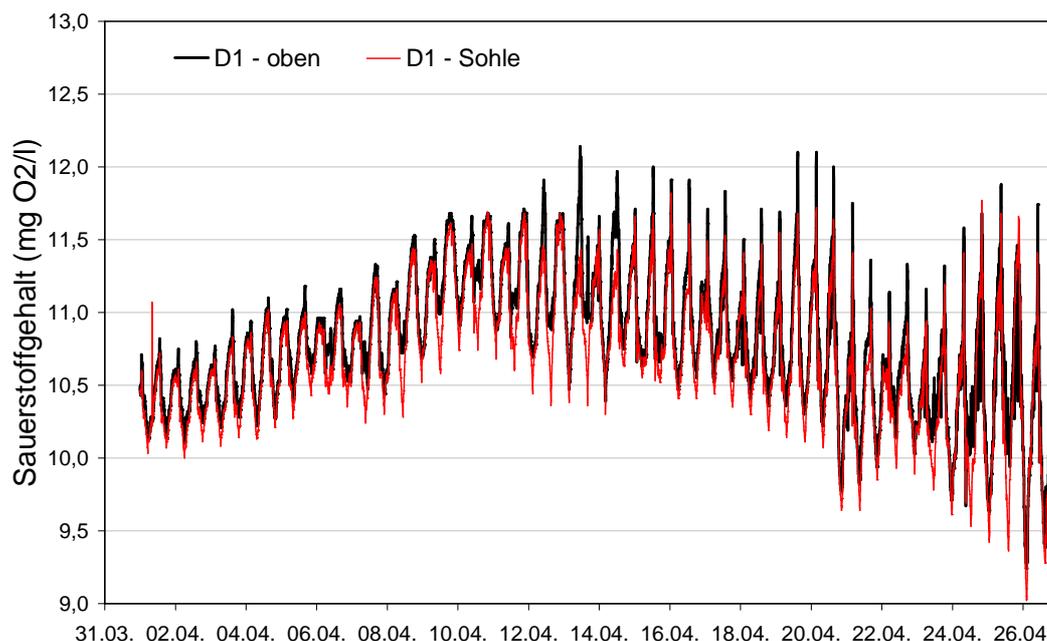


Abbildung 3-21: Sauerstoffgehalte (5 min. Messwerte) an der Station D1 im Baggerzeitraum während der 4. Unterhaltung des Sedimentfangs, 31.03.-27.04.2010.

3.6.3 Zusammenfassende Beurteilung

Die großräumige Verteilung der Sauerstoffgehalte in der Tideelbe vom Hamburger Hafen bis an die Station D1 bei Elbe-km 643 ist durch jahreszeitliche bzw. oberwasserabhängige Faktoren geprägt. Eine Beeinflussung der Sauerstoffgehalte durch den Sedimentfang ist wie

der Vergleich mit Dauermessungen der Stationen Seemannshöft und Blankenese (betrieben durch FGG Elbe) zeigt, nicht erkennbar. Die Baggerungen im April der Jahre 2010 und 2011 fanden bei hohen Sauerstoffgehalten (Tagesmittelwerte und –minima $> 10 \text{ mg O}_2/\text{l}$) statt. Geringe Differenzen zwischen den oberflächennahen und den sohnahen Messwerten an Station D1 könnten auf eine kleinräumige Beeinflussung des Sauerstoffgehaltes durch die Baggerungen im April 2010 hinweisen. Die geringen sohnahen Sauerstoffabsenkungen fanden aber bei sehr hohen Sauerstoffwerten statt, so dass eine nachteilige Auswirkung auf Organismen nicht vorlag.

3.7 Schutzgebiete

Eine Voreinschätzung der Auswirkungen auf die Erhaltungsziele der Natura 2000-Gebiete durch Herstellung und Betrieb des Sedimentfangs in KifL (2008) schlussfolgert, dass eine Beeinträchtigung der Sauerstoffversorgung der Lebensgemeinschaften des FFH-Lebensraums (1130) Ästuarien und der Fisch- und Neunaugenarten des Anhangs II der FFH Richtlinie nicht zu erwarten sei |► **Auswirkungsprognose Schutzgebiete**. Wie im vorangegangenen Kapitel 3.6 zu Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt beschrieben, kann auch bei den neueren Messungen in 2010 und 2011 keine zusätzliche Beeinflussung der Sauerstoffgehalte durch den Sedimentfang erkannt werden. Daher ist basierend auf den seit März 2008 im Zuge des Monitorings erfassten Messzeitreihen nicht mit einem relevanten Risiko für die Erhaltungsziele der Natura 2000 Gebiete aufgrund von Sauerstoffbelastungen infolge des Sedimentfangs zu rechnen.

3.8 Zusammenfassung der Ergebnisse zu den fachspezifischen Auswirkungsprognosen

Tabelle 3-8: Zusammenfassung der Ergebnisse (Monitoringzeitraum Juni 2008 bis August 2011) zu den fachspezifischen Auswirkungsprognosen

Auswirkungsprognose für	In Zwischenbericht 2009/2010 (BfG, 2010) festgestellte Auswirkungen	Ergebnis der fortgesetzten Untersuchung/Auswertung der Monitoringdaten aus 2010 und 2011
Wirksamkeit Sedimentfang (Suspensionstransport) Absenkung der Strömungsgeschwindigkeit um 10% -15% wird nicht erreicht, damit auch keine deutliche Verringerung der Transportkapazität	<i>In diesem Bericht nicht untersucht!</i>	<i>In diesem Bericht nicht untersucht!</i>
Wirksamkeit Sedimentfang (sohlnaher Sedimenttransport) <i>Hinweis: „Keine Auswirkungsprognose gegeben“</i>	<i>In diesem Bericht nicht untersucht!</i>	<i>In diesem Bericht nicht untersucht!</i>
Strömungsgeschwindigkeit Nur geringe Absenkung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit	Möglicherweise sprunghafte Absenkung der mittleren Strömungsgeschwindigkeit um ca. 6 cm/s unmittelbar nach Unterhaltung Sedimentfang.	Bestätigung der Schlussfolgerung aus BfG, 2010, in einem Fall sogar sprunghafte Absenkung von ca. 14 cm/s festgestellt
Tidecharakteristika <i>Hinweis: „Keine Auswirkungsprognose gegeben“</i>	Keine signifikante Auswirkung des Sedimentfangs auf Wasserstandsganglinie festgestellt.	Bestätigung der Schlussfolgerung aus BfG (2010), keine signifikante Auswirkung auf Wasserstandsganglinie festgestellt.
Turbulenz Keine verstärkte Turbulenz mit Einfluss auf die Gewässermorphologie erwartet	<i>In diesem Bericht nicht untersucht!</i>	<i>In diesem Bericht nicht untersucht!</i>
Baggergutmengen und -beschaffenheit Pro Baggerkampagne 0,8 Mio. m ³ Fassungsvermögen, überwiegend schluffiges Sediment	Bislang in 3 Unterhaltungskampagnen 3,1 Mio. m ³ Laderaumvolumen an feinsandig-schluffigem Baggergut; also ca. 1,0 Mio. m ³ pro Unterhaltungskampagne, Verfeinerung der Sedimente gegenüber Nullzustand vor erstmaliger Herstellung Sedimentfang.	Bislang in 5 Unterhaltungskampagnen ca. 5 Mio. m ³ Laderaumvolumen an feinsandig-schluffigem Baggergut; also ca. 1 Mio. m ³ pro Unterhaltungskampagne, Verfeinerung der Sedimente gegenüber Nullzustand vor erstmaliger Herstellung Sedimentfang.

Fortsetzung Tabelle 3-8

Auswirkungsprognose für	In Zwischenbericht 2009/2010 (BfG, 2010) festgestellte Auswirkungen	Ergebnis der fortgesetzten Untersuchung/Auswertung der Monitoringdaten aus 2010 und 2011
<p>Sedimentationsrate</p> <p>Höhere Sedimentationsrate im Bereich des Sedimentfangs erwartet</p>	<p>Sedimentationsraten von bis zu 14 m/a in einem Zweiwochenzeitraum festgestellt. Kein Vergleichswert für Referenzzeitraum vorhanden.</p>	<p>Erhöhte Sedimentationsraten zu Zeiten eines voll hergestellten Sedimentfangs festgestellt. Einflussfaktor Sedimentfang jedoch von wesentlich geringerer Bedeutung als gewässerkundliche Faktoren wie z.B. Oberwasserabfluss.</p>
<p>Geometrie Sedimentfang</p> <p>Ortstabile Böschungskante mit einer natürlichen Neigung von 1:4</p>	<p>Unmittelbar nach Baggerung festgestellte Neigung ist geringer als 1:4, danach Verflachung Böschungskante</p>	<p><i>Keine weiteren Untersuchungen durchgeführt.</i></p>
<p>Schwebstoffkonzentration</p> <p>Verlagerung der hohen Sedimentkonzentrationen vertikal nach unten und einer Abnahme derselben in den oberen Wasserschichten</p>	<p>Keine signifikanten Auswirkungen auf den Schwebstoffhaushalt an den Dauermessstationen erkennbar.</p>	<p>Bestätigung der Schlussfolgerung aus BfG (2010), keine signifikanten Auswirkungen auf den Schwebstoffhaushalt an den Dauermessstationen erkennbar.</p>
<p>Herkunft der Sedimente</p> <p>Unsichere Prognose: überwiegend marine Herkunft, oder Durchmischung mit Sedimenten bzw. abgelagertem Baggergut von Oberstrom</p>	<p><i>In diesem Bericht nicht untersucht!</i></p>	<p>Bislang keine Aussage möglich, ob sich maßnahmebedingt verstärkt marine und daher überwiegend gering belastete Sedimente von Unterstrom im Sedimentfang abgesetzt haben.</p>
<p>Sauerstoff- und Nährstoffhaushalt</p> <p>Geringe Abnahme der Sauerstoffkonzentrationen durch Betrieb des Sedimentfangs</p>	<p>An Dauermessstation D1 keine Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt erkennbar, auch nicht während der Baggerkampagnen.</p>	<p>An Dauermessstation D1 keine Auswirkungen auf den Sauerstoffhaushalt erkennbar. Möglicherweise kann es jedoch einen geringen und kleinräumigen Effekt durch Baggerungsarbeiten während der 4. Unterhaltungskampagne gegeben haben.</p>

Fortsetzung Tabelle 3-8

Auswirkungsprognose für	In Zwischenbericht 2009/2010 (BfG, 2010) festgestellte Auswirkungen	Ergebnis der fortgesetzten Untersuchung/Auswertung der Monitoringdaten aus 2010 und 2011
<p>Schadstoffkonzentration und ökotoxikologisches Potenzial</p> <p>Bei hohem Anteil mariner Sedimente: verringerte Schadstoffbelastung und ökotoxikologisches Potenzial. Bei hohem Anteil fluviatiler Sedimente: Schadstoffbelastung und ökotoxikologisches Potenzial abhängig von Oberwasserzufluss, Belastung oberstromiger Schwebstoffe und ggf. von dem im Bereich Neßsand umgelagerten Baggergut</p>	<p>Keine signifikanten Auswirkungen auf die Schadstoffgehalte und das ökotoxikologische Potenzial erkennbar.</p>	<p>Bestätigung der Schlussfolgerung aus BfG (2010), eine maßnahmebedingte und systematisch verringerte oder sogar erhöhte Belastung des Unterhaltungsbaggergutes mit Schadstoffen kann ausgeschlossen werden.</p>
<p>Makrozoobenthos</p> <p>Im Bereich Sedimentfang bereits sehr hohe Umlagerungs- und Baggeraktivitäten. Keine weiteren Auswirkungen auf vorliegende, artenarme Benthos-Lebensgemeinschaft erwartet</p>	<p><i>Monitoringkonzept umfasst keine weiteren Untersuchungen zu Makrozoobenthos</i></p>	<p><i>Monitoringkonzept umfasst keine weiteren Untersuchungen zu Makrozoobenthos</i></p>
<p>Fischfauna</p> <p>Im Bereich Sedimentfang bereits sehr hohe Umlagerungs- und Baggeraktivitäten. Durch Sedimentfang kein relevanter Einfluss auf Fischbestände erwartet</p>	<p><i>Monitoringkonzept umfasst keine weiteren Untersuchungen zu Fischfauna – siehe hierzu Gutachten von Limnobios (Limnobios, 2009)</i></p>	<p><i>Monitoringkonzept umfasst keine weiteren Untersuchungen zu Fischfauna – siehe hierzu Gutachten von Limnobios (Limnobios, 2009)</i></p>
<p>Schutzgebiete</p> <p>Keine Beeinträchtigung der Sauerstoffversorgung der ansässigen Lebensgemeinschaften</p>	<p>Kein relevantes Risiko für die Erhaltungsziele der Natura 2000 Gebiete aufgrund von Sauerstoffbelastungen infolge des Sedimentfanges erkennbar</p>	<p>Bestätigung der Schlussfolgerung aus BfG (2010), weiterhin kein relevantes Risiko für die Erhaltungsziele der Natura 2000 Gebiete aufgrund von Sauerstoffbelastungen infolge des Sedimentfanges erkennbar</p>

4 Monitoringkonzept

Seit März 2008 wird am Sedimentfang ein Monitoringprogramm durchgeführt, welches auf einem gemeinsam durch HPA, der WSÄ Hamburg und Cuxhaven, der BfG sowie der BAW erarbeiteten Konzept basiert. Da es sich bei dem Sedimentfang um eine Maßnahme mit Pilotcharakter handelt und für diese Maßnahme auch keine vergleichbaren Erfahrungen an der Tidelbe oder in anderen Ästuargewässern vorliegen, wurde das Monitoringkonzept erstmals Ende 2009 überprüft und angepasst. Diese ersten Modifikationen sind im Zwischenbericht 2009 (BfG, 2010 in Kapitel 4) beschrieben. Die weiteren, im Laufe des Jahres 2010 erfolgten Modifikationen am Monitoringkonzept bzw. -programm werden nachfolgend aufgezeigt, in Tabelle 4-1 zusammengefasst und im Anschluss erläutert.

- 1) Analyse der Sedimentproben (Greiferproben) nur noch an Positionen im unmittelbaren Maßnahmenbereich des Sedimentfangs
- 2) Veränderung Intervall der Freigabebeprobungen auf drei Jahre
- 3) Abbau und Aufgabe Messbetrieb an den Dauermessstationen SF West, SF Nord und SF Süd ab Jahresende 2010.
- 4) Durchführung erweiterter Messungen zu Sedimentdichten und -horizonten im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs

Der Sedimentfang vor Wedel ist als 3-jährlicher Pilotversuch geplant worden. Dieser Zeitraum endet zum Jahresabschluss 2011. Zugleich endet damit die Umsetzung des Monitoringprogramms im Laufe des Jahres 2011. Über diese Abschlussphase bzw. über die letzten Messtermine wird in Kapitel 5 berichtet.

Tabelle 4-1: Übersicht über das Monitoringprogramm

Nr.	Maßnahme	Beschreibung und Ort der Durchführung	Intervall	Geräte / Sonden	Veränderungen zum ursprünglichen Monitoringkonzept seit 2008
1	Sedimentbeprobung (Greiferproben)	Sedimententnahme als Greiferprobe an 31 Positionen, davon <ul style="list-style-type: none"> ▪ 17 Proben innerhalb des Sedimentfangs ▪ 5 Proben oberhalb bzw. unterhalb des Sedimentfangs ▪ 6 Proben in den Randbereichen des Sedimentfangs ▪ 3 Proben im Einfahrtbereich zur Hahnöfer Nebeneibe 	2-monatlich	Greifer	Auswertung der Sedimentproben nur noch an Positionen im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs. An Positionen außerhalb des Sedimentfangs werden Rückstellproben genommen.
2	Sedimentbeprobung (Kernproben)	Kernentnahme an 16 Positionen innerhalb des Sedimentfangs	bis Herbst 2009: vor Herstellung und jeder Unterhaltung ab Herbst 2010: Wiederholung Freigabeuntersuchung nur noch alle drei Jahre	Kolbenlot, Greifbagger	Reduktion der ökotoxikologischen Untersuchungen von 16 auf 10 Sedimentproben (vgl. BfG, 2010)
3	Geräteträger	Sohl nah und in maximal möglicher Nähe zur Fahrrinne eingebrachter Geräteträger, jedoch nur außerhalb eines 150 m breiten Streifen um die Radarlinie herum (75 m nördlich und 75 m südlich)	Regelmäßige Kampagnen, jedoch nicht während Herstellung bzw. Unterhaltung Sedimentfang, Bergung geplant alle 2 bis 4 Wochen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ARGUS Optical Backscatter Sonden ▪ 2 CTD 157 Multisonden der Firma Sea&Sun angeordnet in 2 Ebenen ▪ 6 Schwebstofffallen angeordnet in 2 Ebenen 	<i>unverändert fortgesetzt</i>

Fortsetzung Tabelle 4-1

Nr.	Maßnahme	Beschreibung und Ort der Durchführung	Intervall	Geräte / Sonden	Veränderung
4	Dauermessstationen an 4 Positionen	Dauermessung (sohl- und oberflächennah) in 2 Messprofilen ober- und unterhalb des Sedimentfangs	Kontinuierliche Messung mit 5 min Messintervall	2 Aanderaa RCM9 Multisonden angeordnet sohl- und oberflächennah	Dezember 2010: Aufgabe Stationen SF West, SF Nord und SF Süd. Umrüstung Station D1 auf Aanderaa Seaguard RCM
5	Einsatz Akustisches Doppler Gerät (ADCP)	Trübungs- und Strömungsverhältnisse in 2 Querprofilen ober- und unterhalb des Sedimentfangs	¼ jährlich in Kampagnen über eine gesamte Tide	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ADCP Messgerät ▪ Entnahme Schwebstoffproben unter Mitführung CTD-Multisonde und Echolot 	<i>unverändert fortgesetzt</i>
6	Entnahme Schwebstoffproben	Schwebstoffgehalte in 3 Querprofilen aus verschiedenen Tiefen	¼ jährlich in Kampagnen über eine gesamte Tide	Entnahme mittels Cux-Sampler bzw. Pumpproben unter Mitführung von ADCP (Nr. 5)	<i>unverändert fortgesetzt</i>
7	Flächenpeilungen	Hydrographische Aufnahme des Gewässerbodens	2- bis 4-wöchentlich	mit den auf den Peilschiffen der HPA verfügbaren Einrichtungen	Erweiterung Peilgebiet nach stromauf und stromab des Sedimentfangs, Peilung der ufernahen Randbereiche nur noch 2-monatlich (BfG, 2010)
8	Mehrfrequenzpeilungen	Wahrnehmung von Dichtehorizonten in der Gewässersohle im Bereich des Sedimentfangs	2- bis 4 monatlich	Echolotschwinger (15 kHz oder 33 kHz und 210 kHz je nach Verfügbarkeit)	Einmalige Messkampagne mit 3 Terminen im März, Mai und August 2010, dabei Einsatz der folgenden
9	Sedimentecholotung	Parametrisierte Mehrfrequenzpeilung mit dem ADMODUS Verfahren	2- bis 4 monatlich zusammen mit Mehrfrequenzpeilung	ADMODUS Sonar angekoppelt an Echolotschwinger	Messsysteme zur Erfassung von Sedimentdichten und -horizonten.

4.1 Modifikation der Monitoringmaßnahme Nr. 1 (Sedimentbeprobung durch Greiferproben)

Das Monitoringkonzept sieht eine 2-monatliche Entnahme von Sedimentproben an 31 Positionen sowohl im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs als auch außerhalb dieses Bereiches vor. In Abstimmung mit dem WSA Hamburg und der BfG wurden ab 2011 zwar weiterhin an sämtlichen 31 Positionen Sedimentproben entnommen, es werden jedoch nur die 17 innerhalb des Sedimentfangs genommenen Proben labortechnisch auf Korngrößenverteilung und Schadstoffbelastung untersucht. Die restlichen 14 Proben werden als Rückstellprobe aufgehoben. Falls erforderlich können diese bis Ende 2011, dem Abschluss aller Auswertungen, nachträglich noch labortechnisch untersucht werden. Diese Modifikation wurde erstmals bei der Greiferbeprobung am 15. Februar 2011 berücksichtigt.

4.2 Modifikation der Monitoringmaßnahme Nr. 2 (Freigabeuntersuchung)

Auf Antrag der HPA ist im Januar 2011 durch das WSA Hamburg gemeinsam unter Einbeziehung der BfG eine Fortschreibung der Regeln für die Freigabeuntersuchungen (Monitoringmaßnahme Nr. 2) beschlossen worden. Ab sofort ist eine umfassende Freigabeuntersuchung alle drei Jahre erforderlich, auf deren Grundlage über eine Fortsetzung der Umlagerung von Sedimenten aus dem Sedimentfang entschieden wird. Die erste Freigabeuntersuchung gemäß dieser Fortschreibung hat rückwirkend am 03. März 2010 stattgefunden (vgl. Kapitel 2.1). Die nächste Freigabeuntersuchung wäre demnach 2013 erforderlich. Zu dokumentarischen Zwecken werden jedoch weiterhin jährlich nach Abschluss der Umlagerungen bei Neßsand und vor Beginn der Unterhaltung des Sedimentfangs Sedimentproben über die Schnitttiefe des Baggerguts an acht Positionen entnommen und auf Korngrößenverteilung sowie Schadstoffbelastung untersucht (vgl. Kapitel 2.3). Im Einzelfall können zusätzlich ökotoxikologische Untersuchungen erforderlich sein, wenn Untersuchungen des WSA Hamburg erhöhte Toxizitäten in den Sedimenten aus der Wedeler Baggerstrecke ergeben.

4.3 Modifikation der Monitoringmaßnahme Nr. 4 (Dauermessstationen an 4 Positionen)

Das WSA Hamburg hat in Absprache mit der HPA und der BfG den Messbetrieb an den Dauermessstationen SF West, SF Nord und SF Süd zum Jahresende 2010 eingestellt. Dieser Entschluss ist im Zuge einer Umstellung von Aanderaa RCM9 Multisonden auf die neue Baureihe des Typs Seaguard RCM (siehe www.aadi.no) gefasst worden. Die Messungen an der Dauermessstationen D1 sind in 2011 weiterhin fortgesetzt worden.

4.4 Ergänzung Monitoringmaßnahmen Nr. 8 und Nr. 9 durch einmalige Messkampagne zu Sedimentdichten und –horizonten

In BfG (2010) wird über die Baggerkampagne zur 3. Unterhaltung des Sedimentfangs im August 2009 berichtet. Diese Kampagne ist vorzeitig abgebrochen worden, weil sich das im Sedimentfang angetroffene Sediment aufgrund unzureichender Konsolidierung als nicht baggerfähig erwiesen hat. Dieses war Anlass für eine nähere Untersuchung der vorliegenden Sedimentdichten und –horizonte im darauffolgenden August 2010. Es wurden dazu innerhalb von nur einer Woche Messungen im Bereich des Sedimentfangs mit diesen, am freien Markt angebotenen Messsystemen durchgeführt.

- DSLP Technologie, Messungen durchgeführt durch General Acoustics e.K., Kiel, www.generalacoustics.com
- Silas EBP-10 System, Messungen durchgeführt durch STEMA Survey Services B.V., Geldermalsen in den Niederlanden, www.stema-systems.nl
- ADMODUS System, Messungen durchgeführt durch Hydroacoustics GmbH, Bremerhaven, www.hydroacoustics.de

Ergänzt worden ist diese Messkampagne durch eine anschließende Probebaggerung mit dem Hopperbagger „James Cook“ der Firma Jan de Null aus Belgien. Bei dieser Probebaggerung am 31.08. und 01.09.2010 sind in fünf Umläufen insgesamt 55.716 m³ Laderaumvolumen (25.705 t TS) an Sedimenten gebaggert und an anderer Stelle im Gewässer umgelagert worden. Die mittlere Laderaumdichte hat bei dieser Probebaggerung 1,27 t TS betragen. Ziel der Baggerung war die Überprüfung der mit Sedimentecholotsystem erhobenen Dichtemessungen mit real zu erzielenden Dichten durch einen Hopperbagger. Zu dieser ergänzenden Monitoring- und Untersuchungskampagne wird es im Laufe des Jahres 2012 einen Zusatzbericht geben, welcher die dann abgeschlossene Berichtsreihe zum Sedimentfangmonitoring um die Ergebnisse dieser Kampagne noch ergänzen wird.

5 Berichterstattung über das Monitoringprogramm

Tabelle 5-1: Gesamtanzahl Naturmesskampagnen bis einschließlich August 2011 im Zuge des Sedimentfangmonitorings

	Monitoringmaßnahmen	Gesamtanzahl Naturmesskampagnen und Termin der letzten Messung	Kommentare
1	Sedimentbe- probung (Greiferproben)	17 Kampagnen	
2	Sedimentbe- probung (Kernproben)	7 Kampagnen	Beprobung am 22.03.2011 an nur 8 der eigentlich 16 Positionen
3	Geräteträger	Einsatzzeit 93 Tage verteilt auf 5 Kampagnen	2 Kampagnen im Zeitraum April 2010 bis August 2011 21.05.-14.06.2011 16.05.-09.06.2011
4	Dauermessstationen an 4 Positionen	Kontinuierliche Messung an 4 Stationen seit dem 28.03.2008, ab Januar 2011 Fortsetzung der Messungen nur an Station D1	Einstellung der Messungen an den Stationen SF West, SF Nord und SF Süd zum Jahresende 2011, Fortsetzung Messung an Station D1 auch nach August 2011
5	Einsatz Akustisches Doppler Gerät (ADCP)	8 Kampagnen	
6	Entnahme Schwebstoffproben	6 Kampagnen	Jeweils mit Einsatz von Pumpprobenträger
7	Flächenpeilungen	78 Peilungen	Fortsetzung Monitoring auch nach August 2011
8	Mehrfrequenzpeilungen	23 Peilungen	
9	Sedimentecholotung	4 Kampagnen	Keine weiteren Kampagnen im Zeitraum April 2010 bis August 2011

6 Literatur

ANONYMUS (2009): Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (GÜBAK)

BAW (2008): Stellungnahme zur Planung eines Sedimentfangs in der Fahrrinne am Hanskalbsand. Bundesanstalt für Wasserbau, Hamburg

BfG (1999): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich (HABAK-WSV). 2. überarbeitete Fassung, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1100

BfG (2000): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland (HABAB-WSV). 2. überarbeitete Fassung, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1251.

BfG (2007): BfG-Merkblatt "Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung" - Ökotoxikologische Untersuchung von Sedimenten, Eluaten und Porenwässern. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, Stand März 2007

BfG (2008): WSV-Sedimentmanagement Tideelbe, Strategien und Potenziale – eine Systemstudie. Ökologische Auswirkungen der Umlagerung von Wedeler Baggergut. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1584

BfG (2009): Monitoring der morphologischen, ökologischen und naturschutzfachlichen Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel – Bericht 2008. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1655

BfG (2010): Monitoring der morphologischen, ökologischen und naturschutzfachlichen Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel – Zwischenbericht 2009. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1692

BfG (2011): Monitoring der morphologischen, ökologischen und naturschutzfachlichen Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel – Bericht 2009 / 2010. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1716

Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen und Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie den für Umwelt bzw. Verkehr zuständigen Landesministerien der Länder Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (2001): Konzept zur Handhabung von Tributylzinn (TBT)-belastetem Baggergut im Küstenbereich. (zitiert als BMVBM et al., 2001)

Folk R.L., Ward W.C. (1957): Brazos river bar: a study of significant of grain size parameters. J. Sediment. Petrol. 27 : 3-26

GKSS (2007): Sedimenttransportgeschehen in der tidebeeinflussten Elbe, der Deutschen Bucht und in der Nordsee, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Geesthacht

HPA & WSV (2008): Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tideelbe. Hamburg Port Authority & Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Hamburg

HPA (2008): Optimierung der Wassertiefenunterhaltung mit Hilfe eines Sedimentfangs im Bereich der bestehenden Fahrrinne bei Wedel zwischen Elbe-km 6481,8 und 643,8. Hamburg Port Authority, Hamburg

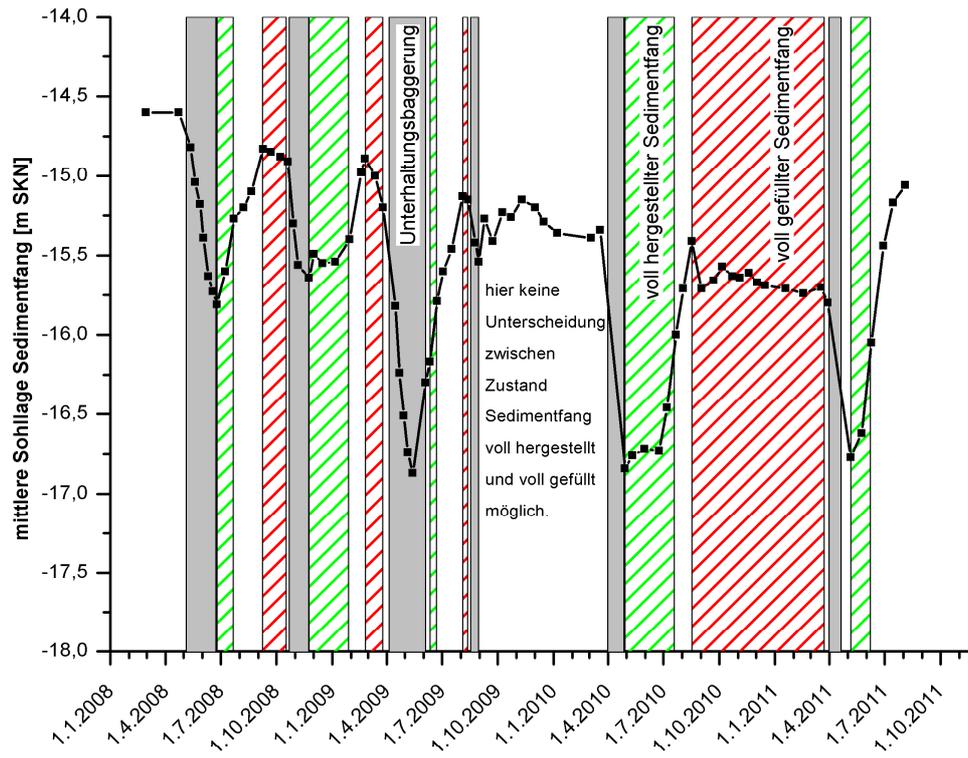
Limnobios (2009): Das Fischlarvenaufkommen im Bereich des Sedimentfangs bei Wedel. Hamburg

Wahrendorf (2005): Wirkung von Ammonium-Stickstoff auf den Wachstumshemmtest mit der Grünalge *Desmodesmus subspicatus* nach DIN 38412-L33. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1468

WSA Hamburg und HPA (2008): Vereinbarung über die Herstellung und Unterhaltung eines Sedimentfangs vor Wedel. Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg & Hamburg Port Authority, Hamburg

7 Anhang

Anhang 1: Zeitliche Entwicklung der mittleren Sohlage Sedimentfang und Definition der Zeiträume eines voll hergestellten bzw. voll gefüllten Sedimentfangs



Monitoring der
morphologischen,
ökologischen und
naturschutz-
fachlichen
Auswirkungen
eines Sediment-
fangs vor Wedel
an der Tideelbe

Anhang 2: Freigabebeprobung vom 03.03.2010, Schadstoffgehalte (Metalle: in < 20 µm, organische Schadstoffe: in < 2 mm; Labor 1)

Probennummer	Einheit	WK_AN_030310_1	WK_BM_030310_1	WK_BN_030310_1	WK_CM_030310_1	WK_CN_030310_1	WK_CS_030310_1	WK_DN_030310_1	WK_DS_030310_1	WK_EM_030310_1	WK_EM2_030310_1	WK_EN_030310_1	WK_ES_030310_1	WK_FM_030310_1	WK_FN_030310_1	WK_FS_030310_1	WK_GN_030310_1	WK_GS_030310_1	
Feststoffe																			
Trockensubstanz	Gew.% OS	60,6	58,6	60,5	48	57,5	55	65,9	52,5	50,2	50,7	50,3	50,5	56,5	48,7	47,5	55,7	44,9	
TOC Feststoff	Gew.-% TS	1,2	1,4	1,3	2,7	2	2,1	1,1	2,5	2,6	2,6	2,2	2,4	2,1	2,7	2,8	2	2,9	
Siebanalyse																			
Fraktion <20 µm	Gew.-% TS	16,8	24,7	17,6	42,9	26,2	30,5	10,8	33,6	41,1	37,7	34,9	36,6	30,1	37,8	40,9	31,8	42,1	
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	19	9,3	23,5	34,2	38,8	24,2	22,7	32,1	34,2	35,3	38,6	30,7	33	35,8	33,1	28,9	25,7	
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	25,5	13,2	22,8	16,3	26,4	24,7	33,5	22,2	18,9	19,8	21,6	23	27,4	22,7	19,9	23,7	19,6	
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	35,4	22,3	33,2	4,6	6,1	16,4	27,1	10,1	4,5	5,6	4,1	8,8	8,1	3,1	5,2	8,9	11	
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	3	28,7	2,7	1,4	2,1	3,7	5	1,8	1,1	1,2	0,6	0,7	0,9	0,5	0,6	5,8	1,1	
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	0,1	1,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6	0,1
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	<0,1	0,4	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,2	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	35,8	34,0	41,1	77,1	65,0	54,7	33,5	65,7	75,3	73,0	73,5	67,3	63,1	73,6	74,0	60,7	67,8	
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	61,3	47,2	63,9	93,4	91,4	79,4	67,0	87,9	94,2	92,8	95,1	90,3	90,5	96,3	93,9	84,4	87,4	
Nährstoffe																			
Stickstoff	mg/kg TS	1140	1310	1250	2890	2010	1970	841	2480	3000	2780	2210	2520	2570	2930	3200	1830	3500	
Schwefel	mg/kg TS	1400	1500	1600	3100	2300	2400	1100	2600	2700	3400	2800	2600	2500	2900	3100	2400	3100	
Phosphor	mg/kg TS	520	490	600	1100	810	820	450	910	950	1200	1000	920	940	1000	1100	830	1100	
Metalle in der Fraktion < 20 µm																			
Arsen	mg/kg TS	34	34	38	35	32	29	37	32	34	34	42	35	36	38	30	33	35	
Blei	mg/kg TS	85	75	91	80	76	71	87	85	78	83	98	87	83	90	75	80	90	
Cadmium	mg/kg TS	1,7	1	1,9	1,8	1,5	1,6	1,7	2,1	1,8	1,9	1,9	1,9	2,3	1,7	1,9	1,8	2,4	
Chrom	mg/kg TS	57	79	61	76	52	49	65	53	79	80	73	55	82	67	46	50	56	
Kupfer	mg/kg TS	52	43	57	52	47	47	53	62	52	53	60	57	57	55	53	51	68	
Nickel	mg/kg TS	36	43	40	42	35	31	41	36	42	43	46	38	43	43	31	34	38	
Quecksilber	mg/kg TS	0,93	0,8	1	1	0,86	0,83	0,93	1,4	0,96	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,94	0,94	1,3	
Zink	mg/kg TS	481	379	514	469	421	404	484	510	470	482	541	488	527	486	447	461	560	
Mineralölkohlenwasserstoffe																			
Mineralöl	mg/kg TS	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	59	51	<50	<50	<50	<50	<50	<50	
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25	
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	25	<25	26	42	38	32	<25	31	39	53	43	31	31	40	40	28	40	
Polycyclische Aromate																			
Naphthalin	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	0,048	0,025	0,026	<0,02	0,025	0,035	0,034	0,032	0,03	0,03	0,03	0,033	0,022	0,038	
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Fluoren	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Phenanthren	mg/kg TS	0,045	0,032	0,045	0,085	0,069	0,052	0,036	0,064	0,081	0,098	0,078	0,061	0,072	0,07	0,075	0,052	0,082	
Anthracen	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	0,028	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,026	0,047	0,024	<0,02	0,024	0,021	0,024	<0,02	0,026	
Fluoranthren	mg/kg TS	0,079	0,055	0,09	0,15	0,12	0,088	0,066	0,11	0,14	0,16	0,14	0,11	0,13	0,12	0,14	0,099	0,14	
Pyren	mg/kg TS	0,067	0,046	0,076	0,13	0,1	0,074	0,056	0,096	0,12	0,13	0,12	0,091	0,11	0,1	0,11	0,084	0,12	
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,039	0,029	0,048	0,073	0,059	0,043	0,035	0,06	0,074	0,078	0,071	0,054	0,069	0,06	0,069	0,049	0,075	
Chrysen	mg/kg TS	0,038	0,028	0,054	0,068	0,057	0,042	0,033	0,057	0,071	0,075	0,07	0,051	0,064	0,058	0,067	0,045	0,073	
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,037	0,046	0,052	0,1	0,07	0,052	0,03	0,068	0,1	0,084	0,079	0,063	0,072	0,076	0,086	0,054	0,097	
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,023	0,02	0,027	0,044	0,033	0,025	<0,02	0,032	0,044	0,046	0,039	0,028	0,039	0,036	0,041	0,025	0,049	
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,035	0,027	0,044	0,065	0,048	0,034	0,03	0,045	0,063	0,069	0,056	0,038	0,06	0,049	0,059	0,035	0,081	
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	0,022	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,022	
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,039	0,037	0,049	0,076	0,06	0,042	0,031	0,043	0,082	0,089	0,076	0,051	0,074	0,07	0,079	0,038	0,098	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,04	0,04	0,051	0,082	0,06	0,041	0,032	0,042	0,088	0,095	0,076	0,048	0,079	0,071	0,084	0,036	0,1	
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	0,25	0,23	0,31	0,52	0,39	0,28	0,21	0,34	0,52	0,54	0,47	0,34	0,45	0,42	0,49	0,29	0,57	
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	0,56	0,48	0,66	1,03	0,80	0,62	0,49	0,74	1,00	1,09	0,94	0,73	0,90	0,84	0,95	0,64	1,06	
Polychlorierte Biphenyle																			
PCB 28	µg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
PCB 52	µg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,54	0,52	<0,5	<0,5	<0,5	0,51	<0,5	<0,5	0,51	
PCB 101	µg/kg TS	0,61	0,53	0,61	1,2	0,93	0,7	0,84	0,87	1,2	1,2	1,1	0,97	0,98	1	1,1	0,76	1,3	
PCB 118	µg/kg TS	<0,5	<0,5	<0,5	0,74	0,62	<0,5	<0,5	0,54	0,71	0,69	0,64	0,61	0,6	0,63	0,65	<0,5	0,81	
PCB 138	µg/kg TS	0,91	0,87	1,1	1,9	1,4	1,2	1,6	1,5	2	2	2,1	1,8	1,6	1,6	1,7	1,3	2,4	
PCB 153	µg/kg TS	1,3	1,3	1,5	2,9	2	1,7	2,2	2,1	3	2,9	2,9	2,6	2,4	2,4	2,6	1,9	3,4	
PCB 180	µg/kg TS	0,86	0,8	1,1	1,8	1,2	1,1	1,8	1,3	1,8	1,8	2,3	1,7	1,5	1,6	1,6	1,3	2,4	
PCB Summe 6 g. BG	µg/kg TS	4,7	4,5	5,3	8,8	6,5	5,7	7,4	6,8	9,0	8,9	9,4	8,1	7,5	7,6	8,0	6,3	10,5	
PCB Summe 7 g. BG	µg/kg TS	5,2	5,0	5,8	9,5	7,2	6,2	7,9	7,3	9,8	9,6	10,0	8,7	8,1	8,2	8,7	6,8	11,3	
Hexachlorcyclohexane																			
alpha-HCH	µg/kg TS	0,2	0,14	0,23	0,26	0,28	0,17	0,14	0,18	0,3	0,3	0,33	0,26	0,23	0,23	0,27	0,16	0,3	
beta-HCH	µg/kg TS	0,35	0,29	0,34	0,52	0,36	0,31	0,23	0,31	0,52	0,49	0,49	0,31	0,45	0,43	0,51	0,21	0,52	
gamma-HCH	µg/kg TS	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	0,11	0,1	0,11	0,1	0,11	0,1	0,11	<0,1	0,1	
delta-HCH	µg/kg TS	0,2	0,15	0,18	0,28	0,22	0,2	0,15	0,21	0,26	0,28	0,31	0,18	0,26	0,26	0,28	0,17	0,28	
epsilon-HCH	µg/kg TS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
DDT + Metabolite																			
o,p-DDE	µg/kg TS	<0,5	<0,5																

Anhang 3: Sedimentbeprobung vom 03.08.2010, Schadstoffgehalte (Metalle: in < 20 µm, organische Schadstoffe: in < 2 mm; Labor 1)

Probennummer	Einheit	WK10-08-03_AN	WK10-08-03_AN	WK10-08-03_BN	WK10-08-03_CN	WK10-08-03_CN	WK10-08-03_CS	WK10-08-03_DM	WK10-08-03_DN	WK10-08-03_DS	WK10-08-03_EM	WK10-08-03_EN	WK10-08-03_ES	WK10-08-03_FM	WK10-08-03_FN	WK10-08-03_FS	WK10-08-03_GN	WK10-08-03_GS
Feststoffe																		
Trockensubstanz	Gew.% OS	55,3	55,6	61,8	35,3	50,3	61,8	41,2	49,5	42,7	39,8	48,6	42,1	50,2	37,5	51,6	47,8	59,1
TOC Feststoff	Gew.-% TS	2,1	2	1,1	3,5	1,7	1,4	2,7	1,8	2,3	3,1	2,2	2,7	2	3,1	2,3	2,1	1,4
Siebanalyse																		
Fraktion <20 µm	Gew.-% TS	18,4	17,3	12,7	38,7	16,3	17,1	29,4	19,5	26,5	34,1	17,6	29	20,6	30,1	27,1	22,5	22,1
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	37,5	37,3	21,7	41,1	29,4	18,4	34,7	33,5	32,4	38,3	36,7	34,6	25,6	42,6	33,5	29,7	16,6
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	34,3	35,1	45,2	13,7	42,5	23,2	18	31,3	19,7	17,1	33,5	23,7	18,7	19,6	25,4	18,8	14,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	9,1	9,4	17,3	4,6	10,8	36,4	13,3	13,6	10,3	7,3	11,1	11,2	21,1	5,3	12,6	10,5	24,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	0,6	0,7	2,9	1,6	0,6	4,7	4,2	2	10,3	2,5	0,8	1	12,9	2	1,1	16,9	20,3
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,6	0,4	0,2	0,4	0,7	0,3	0,3	0,9	0,9
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,4	0,1	<0,1	0,6	0,6
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,6
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	55,9	54,6	34,4	79,8	45,7	35,5	64,1	53,0	58,9	72,4	54,3	63,6	46,2	72,7	60,6	52,2	38,7
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	90,2	89,7	79,6	93,5	88,2	58,7	82,1	84,3	78,6	89,5	87,8	87,3	64,9	92,3	86,0	71,0	53,2
Nährstoffe																		
Stickstoff	mg/kg TS	2070	2870	1170	3620	2000	1390	3090	2260	2200	3430	2350	3100	2170	3500	2680	2540	1630
Schwefel	mg/kg TS	2000	1900	1200	3800	2100	1600	2600	1900	2500	3000	2400	2300	1900	3100	2400	2200	1700
Phosphor	mg/kg TS	820	780	520	1200	800	580	960	710	840	1100	890	890	720	1100	900	770	600
Metalle in der Fraktion < 20 µm																		
Arsen <20 µm	mg/kg TS	36	35	41	38	39	39	37	38	38	33	39	33	35	37	37	36	37
Blei <20 µm	mg/kg TS	87	93	88	85	89	85	91	89	87	85	91	92	88	85	89	85	87
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	3,1	3,4	2,9	2	2,7	1,9	2,8	2,9	1,9	2,6	2,8	3	2,6	2,5	2,7	2,4	2,2
Chrom <20 µm	mg/kg TS	57	66	56	63	57	64	59	58	59	54	56	53	54	57	57	75	57
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	74	77	73	59	69	59	69	59	69	58	64	70	73	65	63	68	64
Nickel <20 µm	mg/kg TS	38	42	39	42	39	42	41	42	41	38	39	38	38	39	40	44	39
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	1,5	1,5	1,4	1,1	1,3	1,1	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
Zink <20 µm	mg/kg TS	630	652	598	507	593	490	600	607	500	570	603	640	563	553	583	551	519
Mineralölkohlenwasserstoffe																		
Mineralöl	mg/kg TS	51	54	24	89	44	21	72	42	48	69	46	67	35	63	61	46	25
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	<10	14	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	<10	<10	<10	11	<10
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	42	40	17	78	35	18	64	36	39	60	39	57	30	54	51	35	20
Polycyclische Aromate																		
Naphthalin	mg/kg TS	0,032	0,033	0,018	0,049	0,029	0,021	0,032	0,028	0,029	0,041	0,032	0,038	0,026	0,042	0,036	0,03	0,019
Acenaphthylen	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg TS	0,015	0,015	<0,01	0,018	0,014	<0,01	0,014	0,013	0,012	0,017	0,014	0,016	0,011	0,018	0,015	0,012	<0,01
Phenanthren	mg/kg TS	0,084	0,082	0,048	0,09	0,078	0,048	0,072	0,068	0,059	0,086	0,069	0,082	0,057	0,09	0,08	0,058	0,046
Anthracen	mg/kg TS	0,027	0,026	0,014	0,03	0,027	0,019	0,028	0,029	0,02	0,029	0,023	0,028	0,019	0,029	0,028	0,019	0,014
Fluoranthren	mg/kg TS	0,16	0,15	0,1	0,16	0,14	0,11	0,14	0,13	0,11	0,16	0,13	0,15	0,11	0,16	0,15	0,11	0,084
Pyren	mg/kg TS	0,13	0,13	0,082	0,14	0,12	0,086	0,12	0,11	0,092	0,13	0,11	0,13	0,09	0,13	0,13	0,089	0,07
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	0,08	0,083	0,052	0,09	0,073	0,06	0,075	0,073	0,058	0,082	0,068	0,079	0,058	0,082	0,083	0,058	0,043
Chrysen	mg/kg TS	0,075	0,082	0,05	0,087	0,07	0,055	0,073	0,068	0,06	0,079	0,064	0,079	0,056	0,08	0,082	0,056	0,041
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,093	0,11	0,057	0,13	0,081	0,07	0,093	0,079	0,081	0,1	0,092	0,094	0,079	0,1	0,1	0,076	0,057
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,045	0,046	0,028	0,053	0,041	0,032	0,042	0,04	0,035	0,047	0,04	0,045	0,032	0,048	0,045	0,034	0,025
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,079	0,082	0,05	0,087	0,071	0,056	0,071	0,07	0,059	0,084	0,069	0,08	0,056	0,078	0,079	0,058	0,043
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,016	0,017	<0,01	0,021	0,014	0,012	0,015	0,013	0,014	0,018	0,014	0,019	0,012	0,018	0,018	0,013	<0,01
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,066	0,066	0,039	0,083	0,057	0,045	0,064	0,055	0,059	0,074	0,059	0,071	0,049	0,073	0,065	0,052	0,036
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,071	0,072	0,041	0,088	0,064	0,051	0,068	0,061	0,063	0,081	0,065	0,078	0,052	0,078	0,074	0,057	0,04
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	0,973	0,994	0,579	1,13	0,879	0,665	0,907	0,837	0,751	1,03	0,849	0,989	0,707	1,03	0,985	0,722	0,518
Polychlorierte Biphenyle																		
PCB 28	µg/kg TS	0,36	0,35	0,22	0,55	0,36	0,26	0,44	0,36	0,38	0,52	0,39	0,47	0,29	0,6	0,45	0,43	0,27
PCB 52	µg/kg TS	0,45	0,49	0,23	0,56	0,41	0,25	0,49	0,45	0,37	0,56	0,43	0,54	0,35	0,53	0,57	0,38	0,27
PCB 101	µg/kg TS	1,1	1,1	0,49	1,3	1,2	0,61	1	0,92	1,2	0,97	1,2	0,78	1,2	1,6	0,83	0,58	0,58
PCB 118	µg/kg TS	0,61	0,71	0,29	0,83	0,62	0,37	0,63	0,6	0,56	0,73	0,58	0,69	0,47	0,75	0,83	0,52	0,37
PCB 138	µg/kg TS	1,7	1,6	0,7	2,1	1,9	1	1,7	1,5	1,4	1,9	1,6	1,7	1,2	1,9	2,6	1,4	0,93
PCB 153	µg/kg TS	2,6	2,3	1,1	3,1	2,9	1,5	2,6	2,4	2,2	2,8	2,2	2,7	1,8	2,9	3,9	2	1,4
PCB 180	µg/kg TS	1,5	1,3	0,59	1,8	1,9	0,88	1,6	1,4	1,2	1,7	1,3	1,7	1	1,7	2,4	1,1	0,78
PCB Summe6 g. BG	µg/kg TS	7,7	7,1	3,3	9,4	8,7	4,5	7,8	7,1	6,5	8,7	6,9	8,3	5,4	8,8	11,5	6,1	4,2
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	8,3	7,9	3,6	10,2	9,3	4,9	8,5	7,7	7,0	9,4	7,5	9,0	5,9	9,6	12,4	6,7	4,6
Hexachlorcyclohexane																		
alpha-HCH	µg/kg TS	0,29	0,36	0,17	0,37	0,24	0,13	0,26	0,25	0,23	0,36	0,31	0,28	0,18	0,3	0,25	0,22	0,13
beta-HCH	µg/kg TS	0,8	0,78	0,39	0,91	0,63	0,4	0,75	0,62	0,57	0,8	0,68	0,82	0,49	0,73	0,61	0,61	0,34
gamma-HCH	µg/kg TS	0,11	0,1	0,06	0,13	0,09	0,06	0,1	0,09	0,09	0,12	0,09	0,1	0,07	0,11	0,1	0,08	0,06
delta-HCH	µg/kg TS	0,32	0,38	0,17	0,38	0,3	0,18	0,31	0,3	0,28	0,33	0,3	0,32	0,23	0,37	0,27	0,27	0,17
epsilon-HCH	µg/kg TS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite																		
o,p-DDE	µg/kg TS	0,2	0,19	0,11	0,27	0,17	0,1	0,22	0,18	0,18	0,25	0,19	0,23	0,16	0,26	0,23	0,19	0,11
p,p-DDE	µg/kg TS	2,3	2,2	1,2	3	1,9	1,2	2,6	2,1	2	3	2,2	2,8	1,9	3	2,6	2,2	1,3
o,p-DDD	µg/kg TS	2	2	1	2,7	1,7	1,1	2,3	1,9	1,8	2,6	2	2,4	1,7	2,6	2,2	1,8	1,1
p,p-DDD	µg/kg TS	5,8	5,7	3	7,1	4,8	3,4	6,3	5,3	4,9	7,7	5,5	6,6	4,6	7,3	5,9	5,4	3,2
o,p-DDT	µg/kg TS	0,15	0,16	0,22	0,7													

Monitoring der
morphologischen,
ökologischen und
naturschutz-
fachlichen
Auswirkungen
eines Sediment-
fangs vor Wedel
an der Tideelbe

Anhang 4: Sedimentbeprobung vom 22.03.2011, Schadstoffgehalte (Metalle: in < 20 µm, organische Schadstoffe: in < 2 mm; Labor 1)

Probennummer	Einheit	WK_BN_22032011_1	WK_CM_22032011_1	WK_CN_22032011_1	WK_DS_22032011_1	WK_EI_22032011_1	WK_EN_22032011_1	WK_ES_22032011_1	WK_FM_22032011_1
Feststoffe									
Trockensubstanz	Gew.% OS	60,8	44,7	53,8	54,2	43,9	51,4	42,8	42
TOC Feststoff	Gew.-% TS	1	2,4	1,5	1,7	2,5	1,9	2,4	2,4
Siebanalyse									
Fraktion <20 µm	Gew.-% TS	17,5	40,9	28,9	30,5	43,2	30,7	43,9	41,9
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	19	31,2	30,3	28,5	34,4	35,6	31,3	34,6
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	36,2	13,5	30,2	23,5	13,6	27,2	16,2	14,8
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	19,5	7,5	9,2	13	5,4	5,7	7,7	5,6
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	7,2	6,4	1,2	3,9	2,7	0,5	0,8	2,8
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4	0,1	0,1	0,2
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	<0,1	0,2	0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	36,5	72,1	59,2	59,0	77,6	66,3	75,2	76,5
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	72,7	85,6	89,4	82,5	91,2	93,5	91,4	91,3
Nährstoffe									
Stickstoff	mg/kg TS	1350	3160	2010	2240	3430	2360	3300	3220
Schwefel	mg/kg TS	1400	3100	2200	2400	3200	2600	3200	3200
Phosphor	mg/kg TS	640	1200	900	940	1200	990	1300	1200
Metalle in der Fraktion < 20 µm									
Arsen	mg/kg TS	41	42	43	44	42	44	41	42
Blei	mg/kg TS	103	102	105	105	101	105	101	103
Cadmium	mg/kg TS	3,7	2,9	3,1	2,7	3	3	2,7	2,7
Chrom	mg/kg TS	89	102	99	106	98	104	99,9	102
Kupfer	mg/kg TS	88	75	81	74	76	79	71	72
Nickel	mg/kg TS	44	48	47	49	46	48	46	48
Quecksilber	mg/kg TS	1,9	1,8	2	1,9	2	1,8	1,8	1,9
Zink	mg/kg TS	691	591	621	582	594	617	564	572
Mineralölkohlenwasserstoffe									
Mineralöl	mg/kg TS	45	76	52	58	97	67	79	86
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	<10	10	<10	8	13	10	<10	10
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	38	66	45	50	84	57	70	76
Polycyclische Aromate									
Naphthalin	mg/kg TS	0,019	0,043	0,026	0,028	0,051	0,033	0,047	0,044
Acenaphylen	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaphthen	mg/kg TS	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg TS	<0,01	0,019	0,012	0,013	0,022	0,015	0,02	0,018
Phenanthren	mg/kg TS	0,05	0,1	0,068	0,07	0,11	0,08	0,1	0,091
Anthracen	mg/kg TS	0,014	0,028	0,019	0,021	0,034	0,023	0,03	0,028
Fluoranthren	mg/kg TS	0,089	0,18	0,13	0,14	0,2	0,15	0,19	0,17
Pyren	mg/kg TS	0,074	0,15	0,11	0,12	0,17	0,13	0,16	0,14
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	0,043	0,086	0,065	0,068	0,1	0,076	0,092	0,083
Chrysen	mg/kg TS	0,044	0,086	0,062	0,066	0,095	0,075	0,094	0,079
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	0,058	0,11	0,075	0,098	0,12	0,11	0,12	0,12
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	0,027	0,054	0,04	0,042	0,062	0,048	0,057	0,054
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,047	0,091	0,07	0,073	0,11	0,081	0,093	0,087
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	0,012	0,032	0,023	0,021	0,032	0,025	0,028	0,028
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	0,039	0,095	0,068	0,068	0,1	0,082	0,09	0,086
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	0,041	0,1	0,07	0,071	0,11	0,082	0,098	0,091
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	0,30	0,63	0,45	0,49	0,70	0,55	0,65	0,61
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	0,59	1,19	0,86	0,92	1,34	1,03	1,24	1,14
Polychlorierte Biphenyle									
PCB 28	µg/kg TS	0,22	0,53	0,23	0,3	0,6	0,32	0,45	0,43
PCB 52	µg/kg TS	0,27	0,49	0,34	0,59	0,72	0,41	0,52	0,49
PCB 101	µg/kg TS	0,64	1,4	0,8	0,91	1,4	0,93	1,2	1,2
PCB 118	µg/kg TS	0,35	0,89	0,49	0,55	0,98	0,56	0,76	0,69
PCB 138	µg/kg TS	1	2,8	1,4	1,6	2,5	1,7	2,1	2,2
PCB 153	µg/kg TS	1,5	3,8	1,8	2,1	3,7	2,2	3	2,9
PCB 180	µg/kg TS	0,8	2,4	1,1	1,2	2,2	1,3	1,7	1,9
PCB Summe6 g. BG	µg/kg TS	4,4	11,4	5,7	6,7	11,1	6,9	9,0	9,1
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	4,8	12,3	6,2	7,3	12,1	7,4	9,7	9,8
Hexachlorcyclohexane									
alpha-HCH	µg/kg TS	0,15	0,3	0,31	0,2	0,3	0,87	0,27	0,24
beta-HCH	µg/kg TS	0,38	0,61	0,45	0,48	0,71	0,62	0,68	0,59
gamma-HCH	µg/kg TS	0,05	0,1	0,16	<0,05	0,1	0,64	<0,05	<0,05
delta-HCH	µg/kg TS	0,2	0,36	0,29	0,26	0,4	0,45	0,36	0,36
epsilon-HCH	µg/kg TS	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,13	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite									
o,p-DDE	µg/kg TS	0,12	0,27	0,17	0,18	0,2	0,21	0,27	0,27
p,p-DDE	µg/kg TS	1,4	2,8	1,8	2	2,5	1,9	2,8	2,5
o,p-DDD	µg/kg TS	1,4	3	1,9	2,1	2,3	2,4	3	2,7
p,p-DDD	µg/kg TS	2,9	6,3	4,3	4,5	4,9	4,5	6,3	5,9
o,p-DDT	µg/kg TS	<0,1	0,17	0,1	0,16	0,14	0,15	0,19	0,15
p,p-DDT	µg/kg TS	1,2	1,1	1,2	0,59	0,9	0,72	0,83	0,77
Chlorbenzole									
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	0,55	0,59	0,48	0,55	0,81	0,63	0,74	0,79
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	3,4	3,3	2,2	2,3	4,3	2,5	3,6	3,4
Organozinnverbindungen									
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	27	59	44	42	61	45	53	60
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	4,7	14	9,4	8,9	11	9,6	15	11
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	19	40	33	27	38	35	47	33
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	3,9	17	6,4	2,2	6,1	7,6	13	3,5
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<1	2,8	<1
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1