

Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

Teilbericht Umlagerung von Baggergut nach Neßsand

Bericht über den Zeitraum 1.1. bis 31.12.2011

Inhalt

Überblick	1
1 Randbedingungen	2
1.1 Abflussgeschehen	2
1.2 Gewässergüte	2
2 Baggermengen	3
2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib	3
2.2 Einsatz des Wasserinjektionsverfahrens	4
2.3 Baggermassen	5
2.4 Zeitliche Verteilung	5
3 Peilungen und Volumenvergleich	6
4 Schadstoffuntersuchungen	8
4.1 Schadstoffbelastung der Sedimente	8
4.2 Ökotoxikologische Untersuchungen	10
4.3 Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente	12
4.4 Weitere Untersuchungen	13
5 Berechnung der Schadstofffrachten	13

Anlagen



Überblick

Veranlassung

Gemäß dem Handlungskonzept „Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Stromelbe“ wird hiermit der Bericht für das Kalenderjahr 2011 mit Angaben über die im Hamburger Hafen im Rahmen von Unterhaltungs- und Investitionsmaßnahmen angefallenen und nach Neßsand umgelagerten Baggergutmengen vorgelegt.

Mengen

Bei Unterhaltungsmaßnahmen fielen insgesamt 2,5 Mio. m³ Baggergut an. Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,7 Mio. m³ schlickiges Material zugeführt. Weitere rd. 0,3 Mio. m³ Sand aus der Stromelbe wurden in Francop und Moorburg für Bauzwecke verspült, 800 m³ Boden wurden entsorgt. Insgesamt wurden rund 1,1 Mio. m³ durch Verklappen bei Neßsand im Gewässer umgelagert.

Die gebaggerte Gesamtmenge des Jahres 2011 fällt im Vergleich zum Vorjahr deutlich niedriger aus. Ein wesentlicher Grund dafür ist die vergleichsweise hohe Oberwasserführung des Jahres und auch des Vorjahres.

Umlagerung nach Neßsand

Nach Neßsand wurden rund 1,1 Mio. m³ umgelagert. Eine maximale Wochenmenge von etwa 75.000 m³ fiel im März an. Begrenzungen der Umlagerungen ergeben sich aus der Schadstoffbelastung des Sediments sowie zeitlichen Einschränkungen zum Schutz empfindlicher Gewässerorganismen und der Gewässergüte („Zeitfenster“). Die vereinbarten Begrenzungen wurden eingehalten.

Verbringung in die Nordsee

Das Einvernehmen des Landes Schleswig-Holstein bezüglich einer Verbringung von Baggergut in die Nordsee zur Tonne E3 wurde im Berichtsjahr nicht in Anspruch genommen und ist Ende 2011 ausgelaufen. Über das Monitoring liegt ein separater Bericht vor.

Frachten

Die Landverbringung von Baggergut im Rahmen der Wassertiefeninstandhaltung im Hamburger Hafen hatte auch im Jahr 2011 eine deutliche Schadstoffentlastung von Elbe und Nordsee zur Folge.

Ausblick

Die Gesamtbaggermenge des Jahres 2011 war die geringste seit 1998. Gründe dafür waren insbesondere die hohe Oberwasserführung der Jahre 2010 und 2011 sowie die Umstellungen der Umlagerungen im Bereich des Bundes. Es ist davon auszugehen, dass die Baggermenge des Jahres 2012 wieder höher ausfallen wird.

Eine Erkenntnis des Strombau- und Sedimentmanagementkonzepts für die Tideelbe ist, dass die Unterhaltung der Wassertiefen nur revier- und landesgrenzenübergreifend erfolgen kann. Das wurde auch durch internationale Experten im Rahmen einer Evaluation des Konzepts im Jahre 2011 bestätigt.

Aktuell wird im Auftrag von WSV und HPA durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde eine Systemstudie Feinsedimente Tideelbe erstellt, mit der Verbringoptionen vergleichend untersucht werden. An der Erstellung der Studie sind die Umweltverwaltungen der Länder beteiligt. Die Studie soll Ende des Jahres vorliegen.

Eine Arbeitsgruppe der IKSE erarbeitet ein Sedimentmanagementkonzept für schadstoffbelastete Sedimente der Elbe, das auch Empfehlungen für quellnahe Sanierungen vorsehen soll. Das Ergebnis soll 2013 vorliegen.

1 Randbedingungen

1.1 Abflussgeschehen

Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu-Darchau, lag mit 839 m³/sec im Jahresmittel deutlich über dem langjährigen Mittel von 728 m³/sec. Besonders auffällig ist die kurzzeitige Abflussspitze um 3.500 m³/sec im Januar. Von Ende Mai bis Anfang Juli traten vergleichsweise geringe Mengen auf, worauf hohe Abflusswerte in den Monaten August bis November mit nur wenigen Tagen unterhalb 500 m³/sec folgten. Dieses Abflussgeschehen hat sich positiv auf die zu baggernde Sedimentmenge ausgewirkt.

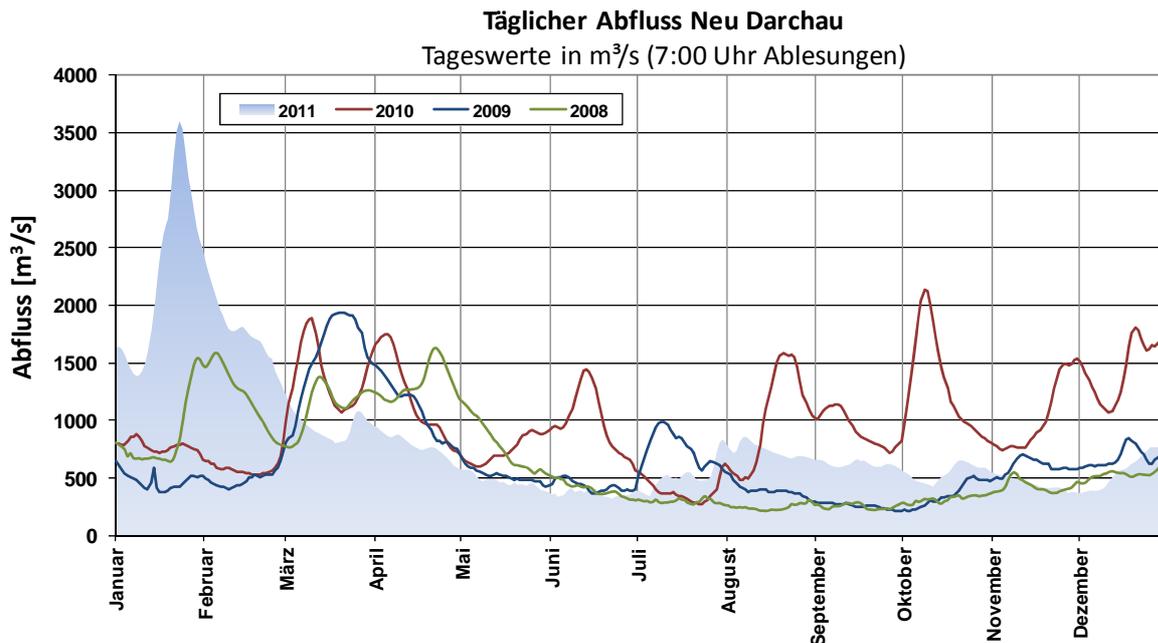


Abbildung 1: Abfluss am Pegel Neu-Darchau der Jahre 2008 bis 2011

1.2 Gewässergüte

An der der Umlagerstelle nahe gelegenen Messstelle Seemannshöft erfolgen kontinuierliche Messungen u. a. der Parameter Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt. In Abbildung 2 sind die entsprechenden Tagesmittelwerte dargestellt.

Im Zeitraum vom 04.04. bis 23.10. und nachfolgend vom 2.11. bis zum 7.11. betrug die Wassertemperatur mehr als 10 °C.

Die Sauerstoffgehalte lagen in der Zeit vom 04.05. bis 30.09. mit Unterbrechungen unterhalb von 6 mg O₂/l (insgesamt 91 Tage). An 30 Tagen lag der Sauerstoffgehalt unterhalb von 3 mg O₂/l. Der geringste gemessene Tagesmittelwert in 2011 betrug 1,5 mg O₂/l. Die Sauerstoffsituation stellt sich damit ungünstiger im Vergleich zum Vorjahr dar. Der Zeitraum mit Wassertemperaturen oberhalb von 10 °C begann im Jahr 2011 etwas früher, verglichen mit den vorangegangenen Jahren.

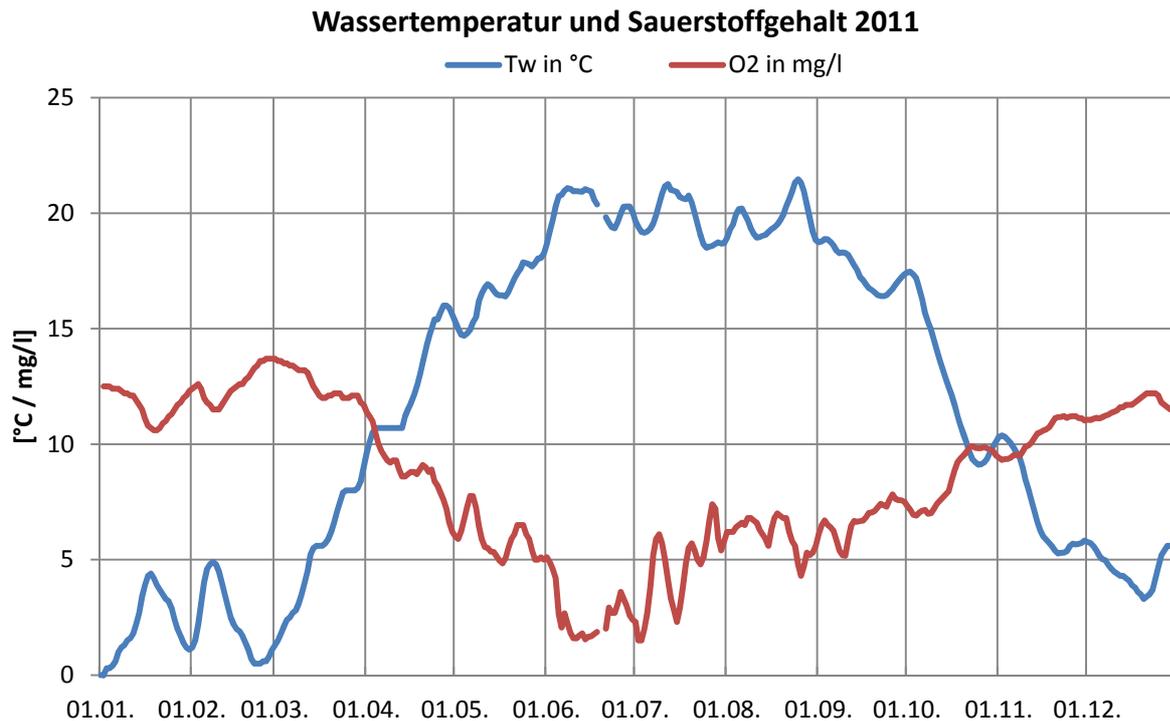


Abbildung 2: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte in 2011 an der Dauermessstelle Seemannshöft

2 Baggermengen

Die Ermittlung der gebaggerten Mengen erfolgt auf der Grundlage der je Transportvorgang (Hopperladung, Schute) dokumentierten Angaben (Datum, Herkunft, Verbleib, Ladungsgewicht, Volumen). Die Angaben erfolgen in m³ Profilmaß und sind das Ergebnis einer empirisch entwickelten Näherungsberechnung aus den ermittelten Massenangaben. Folge dieser Berechnung können unterschiedliche Ergebnisse sein.

2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2011 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe rd. 2,5 Mio. m³ Sediment gebaggert. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2011 nach Verbleib. In der Anlage 1 befindet sich ein Hafenplan mit den Namen der Hafenbecken. In Anlage 2 erfolgt ein detaillierter Überblick der gebaggerten Mengen, unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

Tabelle 1: Baggermengen 2011 nach Verbleib (m³)

Verbleib	Summe
Umlagerung	
▪ Sediment zur Umlagerung bei Neßsand	1.109.400
Landbehandlung	
▪ Mischboden zur Behandlung und Verwertung / Deponierung	729.300
▪ Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	302.300
▪ Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	800
Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen	
▪ Sand für Aufhöhungen	169.400
▪ Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	139.300
Summe (gerundet)	2.450.600 m³

2.2 Einsatz des Wasserinjektionsverfahrens

Bei der Wasserinjektionsbaggerung wird das zu entfernende Sediment durch Wasserinjektion fluidisiert. Quer zur Fahrtrichtung des Schiffes wird in geringem Abstand ein Rohr über die Gewässersohle geführt, in dem in engem Abstand Wasserstrahldüsen angeordnet sind. Durch diese wird Wasser mit relativ geringem Druck in das auf der Gewässersohle befindliche Sediment eingetragen. Die dabei entstehende Suspensionsschicht aus Sediment und Wasser hat aufgrund ihrer höheren Dichte unter der Wirkung der Schwerkraft das Bestreben, sich nach allen Seiten auszubreiten. Dieses Abfließen wird so gesteuert, dass die Suspension in tiefere Gewässerteile fließt und dort erneut sedimentieren kann. Alternativ wird die Suspension in Bereiche größerer Strömung und Turbulenz gelenkt, aus denen der weitere Abtransport natürlich erfolgt.

Die HPA setzt das Verfahren zu Glättung der grobkörnige Riffelstrecke in der Stromelbe ein. Bei lokalen Unterhaltungsarbeiten mit dem Wasserinjektions- oder Planiergerät werden örtlich begrenzte Mindertiefen kleinräumig verteilt (z.B. frisch sedimentierte Linsenkuppen, örtlich eng begrenzte Ablagerungen geringen Umfangs). Ein weiteres wichtiges Einsatzgebiet ist die Nachbearbeitung der Gewässersohle nach Hoppereinsätzen, um eine ebene Gewässersohle zu erzeugen.

Die mit dem Wasserinjektionsverfahren bewegte Sedimentmenge ist schwer zu ermitteln, da nicht immer Vor- und Nachpeilungen zeitnah vorliegen, kleinräumig unterschiedliche Sedimentdichten vorhanden sind oder in der Riffelstrecke in der Bilanz aus einer bearbeiteten Fläche keine Sedimente ausgetragen werden. International werden deshalb Einsatzstunden und keine Mengen angegeben (wie bisher in diesen Berichten).

Im Jahr 2011 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt etwa 1.100 Stunden zum Einsatz. Davon entfallen etwa 290 Stunden auf den Zeitraum April bis Oktober. Rund 2/3 der Einsätze zu dieser Zeit dienten der Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe.

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem von HPA eigenen Arbeitsschiff Otto Stockhausen durchgeführt. In 2011 fielen hierbei insgesamt etwa 1.100 Leistungsstunden an.

2.3 Baggermassen

Die Ermittlung der Massen ist u.a. für die Berechnung der Schadstofffrachten (Kapitel 5) erforderlich. Für die Ermittlung s. Vorbemerkung zu 2.

Tabelle 2: Gebaggerte Massen in 2011 (Tonnen Trockensubstanz)

Verbleib	Sand t TS	Schlick t TS
Umlagerung nach Neßsand	63.800	361.300
Baggergut zur Behandlung Francop und Moorburg	108.800	232.500
Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	470.000	5.600
Sand für Aufhöhungen	261.400	3.800
Boden für Strombaumaßnahmen	125.600	28.000
Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	100	200
Summe	1.029.700	631.400

2.4 Zeitliche Verteilung

Die Umlagerungen zur Klappstelle Neßsand erfolgen auf Grundlage des mit der Umweltbehörde vereinbarten Handlungskonzepts „Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Stromelbe“. In den Bereich des Strom-Km 638 am südlichen Fahrwasserrand im Bereich des Tonnenstrichs vor der Landesgrenze wurden rund 1,1 Mio. m³ und damit 1,3 Mio. m³ weniger als im Vorjahr umgelagert. Die Umlagerungen bei Neßsand finden ausschließlich bei ablaufendem Wasser (Ebbstrom) statt.

Von der Möglichkeit, Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke in die Nordsee zur Tonne E3 zu verbringen, wurde im Jahr 2011 nicht Gebrauch gemacht. Das Einvernehmen des Landes Schleswig-Holstein ist Ende Dezember 2011 ausgelaufen. Zu dieser Maßnahme liegt ein separater Teilbericht vor.

Abbildung 3 zeigt die wöchentlichen Baggergutmengen zur Umlagerung und zur Landbehandlung in Francop und Moorburg.

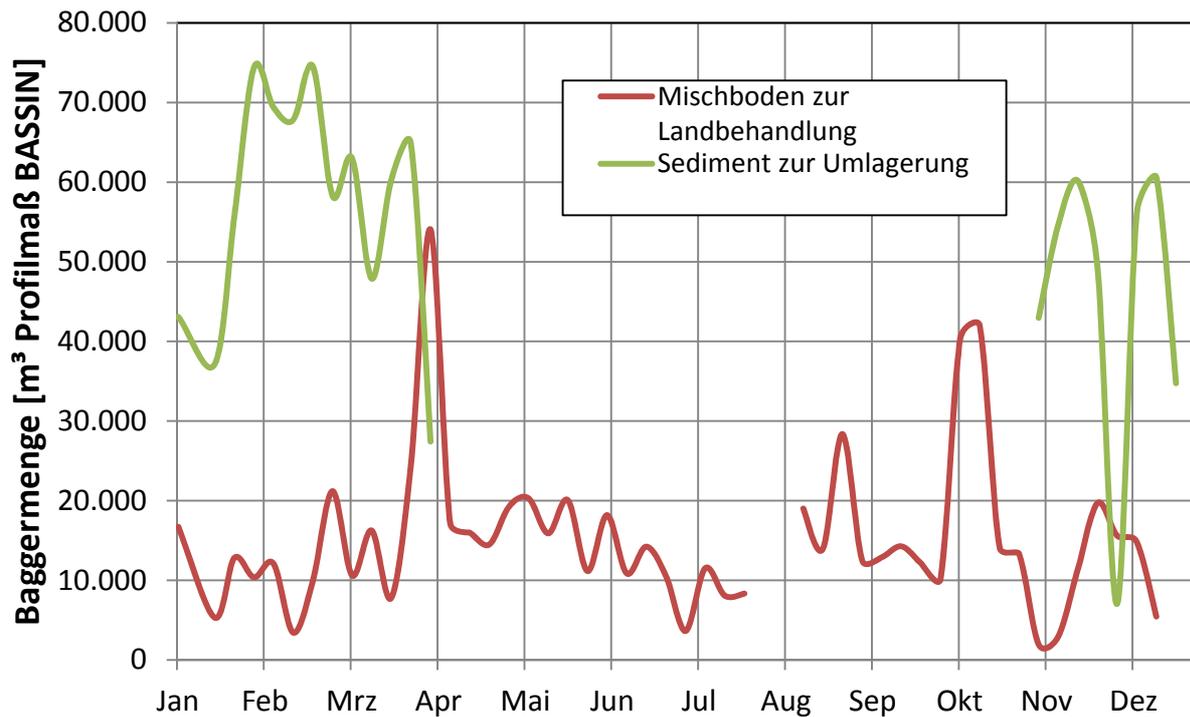


Abbildung 3: Wöchentliche Baggergutmengen ‚Umlagerung‘ innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie ‚Landbehandlung‘ in Francop bzw. Moorburg

3 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 20.01. bis zum 04.11.2011 wurden sechs flächendeckende Peilungen im Umlagergebiet durchgeführt. Das eingesetzte Flächenlotsystem Reson-MCS 2000 ermöglicht eine Erfassung der Gewässersohle mit einer Punktdichte von unter 1 m in Fahrtrichtung und 1 m quer zur Fahrtrichtung des Peilschiffes. Mit der verwendeten Peilfrequenz von 210 kHz beträgt die Genauigkeit der kinematisch gemessenen Tiefen bei den vorhandenen Tiefenverhältnissen $\pm 0,2$ m mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit $P=95\%$. Die Ortung des Peilschiffes erfolgte per RTK-PDGPS mit einer Genauigkeit von ca. $\pm 0,1$ m ebenfalls mit $P=95\%$.

Aus den Messdaten (pro Peilung ca. 1,85 Mio. Geländepunkte) werden jeweils digitale Geländemodelle für ein Gebiet (siehe Abbildung 4) von ca. 4200 x 400 m² mit den originären Tiefendaten erstellt und anschließend untereinander verglichen. Die daraus ermittelten Mengenänderungen sind in Abbildung 5 dargestellt. Die Aufsummierung der Auf- und Abträge ergibt einen Abtrag von 28.000 m³, obwohl insgesamt in dieses Gebiet rd. 1,1 Mio. m³ Baggergut verbracht wurden. Dieser Abtrag ist auch vor dem Hintergrund der genannten Genauigkeit zu sehen.

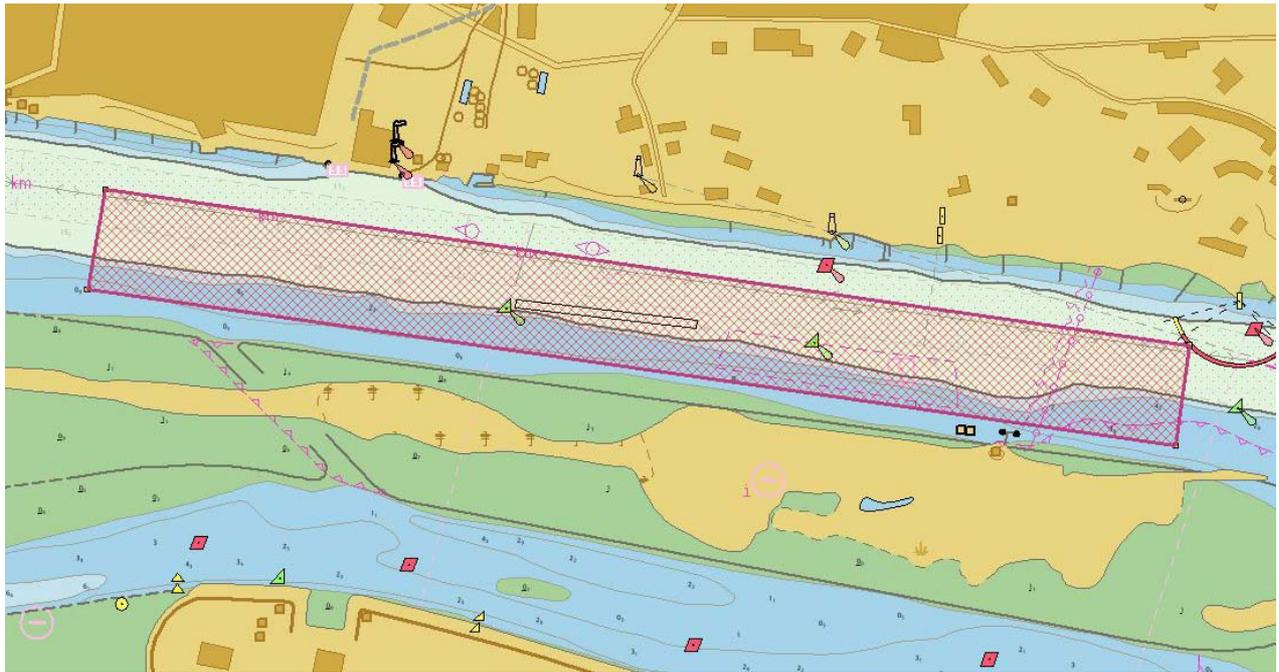


Abbildung 4: Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand. Auf dem südlichen Tonnenstrich ist das Klappfeld in schwarz markiert.

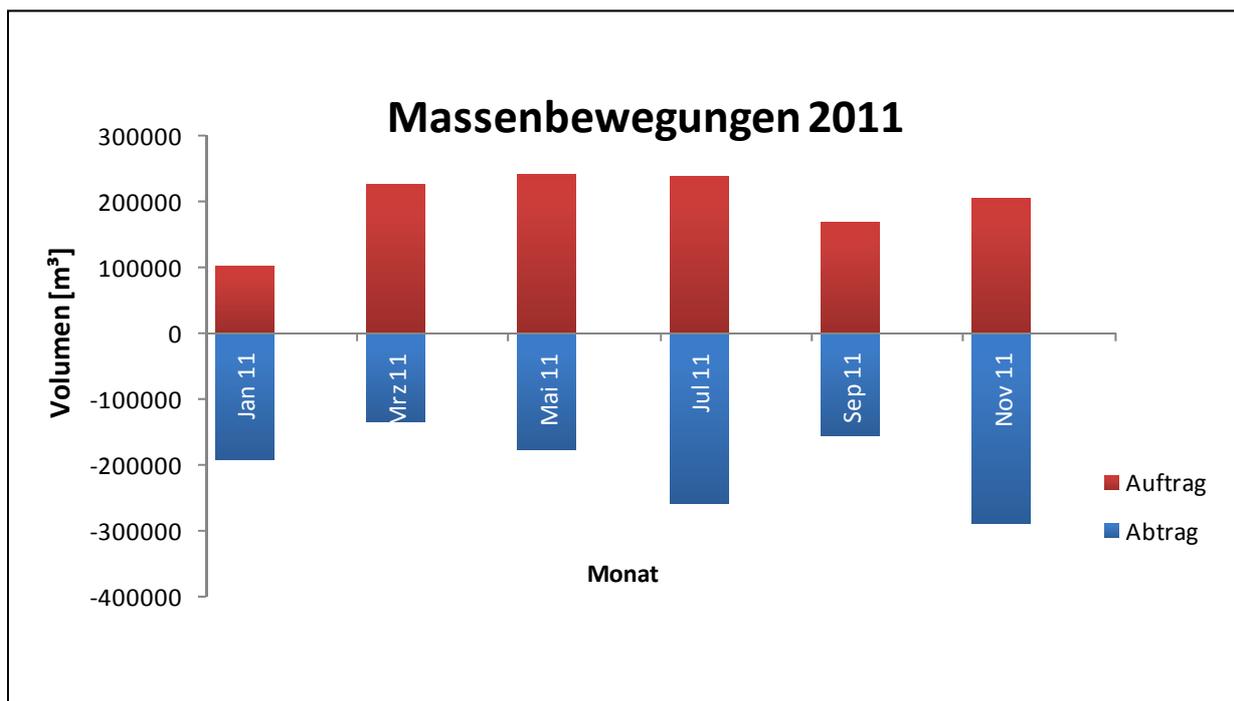


Abbildung 5: Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2011



4 Schadstoffuntersuchungen

Schadstoffuntersuchungen erfolgen sowohl an Sedimenten als auch an dem aufbereiteten Baggergut:

- Zur Einschätzung der Entwicklung der Belastung der Sedimente werden in jedem Frühsommer an festgelegten Probennahmepunkten Oberflächenproben des frischen Sediments entnommen (Referenzbeprobung). Diese Proben geben ein Abbild der momentanen Belastungssituation wieder und lassen unter Berücksichtigung der Oberwasserführung eine Veränderung der Schadstoffbelastung über die Jahre erkennen.

Die Beprobung fand am 9. und 10.6.2011 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2011 sind in Anlage 3 dargestellt. Aufgrund nicht erklärbarer hoher Ökotoxizitätsbefunde wurde die Probenkampagne im Juli und September erneut durchgeführt.

- Für die Bewertung von Umlagerungsmaßnahmen sind die Oberflächenproben nur begrenzt geeignet. In den grundsätzlich für Umlagerungen in Betracht kommenden Bereichen sowie in Bereichen mit besonderem Untersuchungsbedarf werden deshalb vorwiegend im Herbst und Winter Sedimentkerne über die Baggerungsschnitttiefe entnommen. Von den in der zweiten Jahreshälfte 2010 und in 2011 entnommenen Sedimentproben entfallen 88 Sedimentkerne auf vor Neßsand umgelagertes Baggergut. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Anlage 4 dargestellt, die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus 2011 sind in Anlage 5 abgebildet.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen des an Land aufbereiteten Schlicks aus Entwässerungsfeldern sowie der METHA sind in Anlage 6 aufgeführt.

4.1 Schadstoffbelastung der Sedimente

Die Belastung der frisch sedimentierten Schwebstoffe wird zu einem großen Teil durch den Oberwasserabfluss der Elbe geprägt. Das Sedimentationsgeschehen im Jahr 2011 verlief nach dem Rückgang nach dem hohen Januarhochwasser bei relativ einheitlicher Wasserführung ab ohne ausgeprägte Niedrigwasserphasen. Dies führte zu einem im Vergleich zu den Vorjahren relativ niedrigen Eintrag von Sedimenten in den Hamburger Elbabschnitt und den Hafen.

Die Zusammensetzung des Sediments wies keine erkennbaren Unterschiede auf. Sowohl die Untersuchungsergebnisse der Oberflächenproben als auch diejenigen der Sedimentkerne zeigen einen vergleichbar hohen Anteil der Kornfraktionen < 20 µm und insbesondere < 63 µm wie in den Vorjahren. Damit korrespondiert auch ein vergleichbarer Gehalt an Nährstoffen und einigen Schwermetallen. Ebenso ist bei den chlororganischen Schadstoffen ein vergleichbares Belastungsniveau wie in den Vorjahren zu erkennen. Bei diesen Stoffen verdecken größere Messunsicherheiten und vereinzelte hohe Messwerte die auch hier vorhandene Korngrößenabhängigkeit.

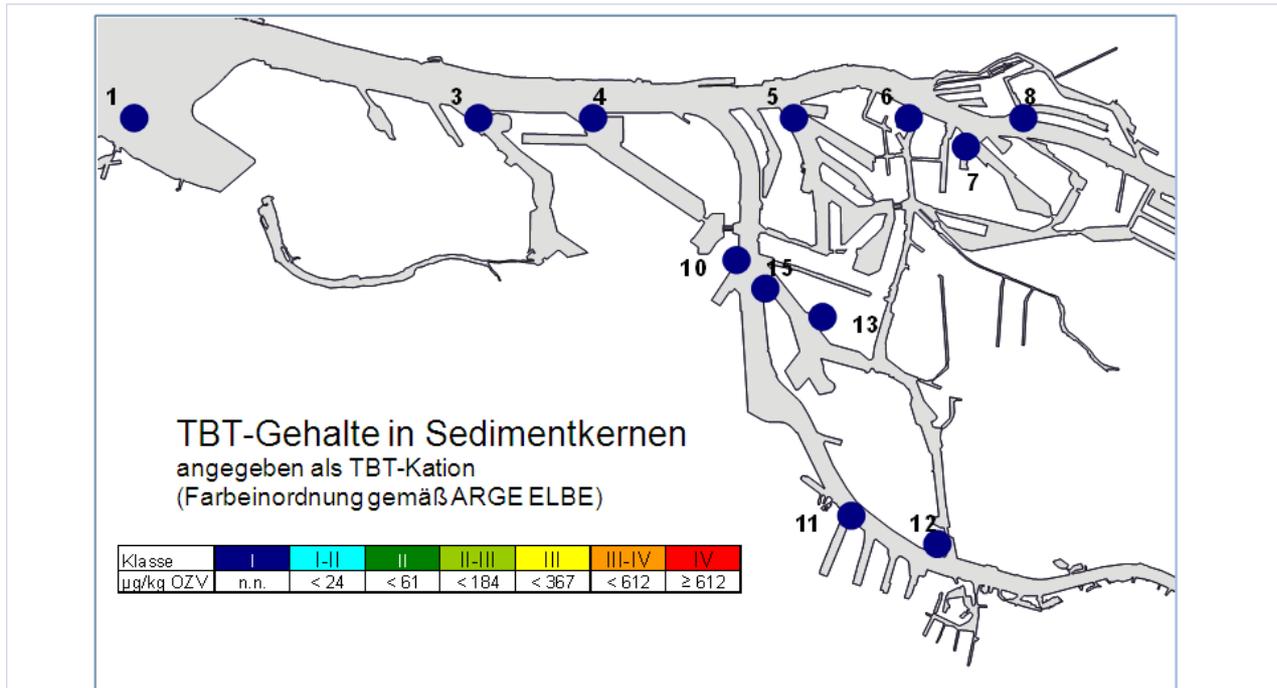
Das Belastungsmuster der Schwermetalle und Arsen im Sediment der Elbe hat sich in den vergangenen Jahren nur noch wenig verändert. Wie in den Vorjahren auch sind weiterhin anthropogen verursachte Anreicherungen vor allem von Cadmium, Zink, Kupfer und Quecksilber in den schwebstoffbürtigen Sedimenten festzustellen. Lang anhaltende Zeiträume mit hohen Abflussmengen führen dabei zu höheren Metallbefunden in den schwebstoffbürtigen Sedimenten als Phasen mit geringen Abflussmengen. Im Zuge der im Juni durchgeführten Referenzbeprobung wurden leicht erhöhte Befunde an Cadmium und Quecksilber an der Probenserie vorgefunden. Ob dieses noch mit dem Frühjahrshochwasser 2011 zusammenhängt, ist nicht direkt ableitbar, da bspw. die chlororganischen Verbindungen, die ebenfalls hochwasserabhängig variieren, keine erkennbaren Anreicherungen zeigen. In den Kernbeprobungen für die Beurteilung des Bagger-

guts sind im Mittel nur geringfügig höhere Gehalte der Metalle Cadmium und Quecksilber als in 2010 nachzuweisen.

Die Kohlenwasserstoffgehalte (Mineralöl) weisen ein ähnlich niedriges Niveau wie in den Vorjahren auf. Ebenso lassen sich bei den PAK-Verbindungen keine Veränderungen erkennen. Bei der Belastung der frischen, schwebstoffbürtigen Sedimente mit chlororganischen Schadstoffen verhält es sich prinzipiell ähnlich. Große Veränderungen in der Belastungshöhe haben sich in den letzten Jahren nicht mehr vollzogen. Hohe Oberwassermengen können bei einzelnen Stoffgruppen, wie z.B. den DDT-Verbindungen, zu Verschiebungen im Musterspektrum führen. So sind höhere DDT-Werte nach hohen Oberwasserabflüssen beobachtbar, während die DDD- und DDE-Verbindungen geringere Konzentrationsänderungen aufweisen. Auf die Einhaltung der Kriterien für die Umlagerfähigkeit des Baggerguts aus den Hauptsedimentationsgebieten hat das Abflussgeschehen derzeit keinen limitierenden Einfluss. Die heranzuziehenden Kriterien zum Umgang mit Baggergut an der Elbe werden weiterhin eingehalten, die vor Neßsand umgelagerten Sedimente erfüllten hinsichtlich ihrer Schadstoffbelastung ausnahmslos die Empfehlungen der ARGE ELBE aus 1996.

Die seit dem Anwendungsverbot von 2003 deutlich zurückgegangenen Einträge an zinnorganischen Verbindungen führen in den frisch abgelagerten Sedimenten weiterhin zu Anreicherungen. Mit einem Mittelwert von 77 µg/kg als OZK bei einer Anzahl von 85 Analysewerten in den Jahren 2010 und 2011 für das vor Neßsand umgelagerte Baggergut weisen die Befunde ein im Vergleich zu den Vorjahren günstiges Belastungsniveau auf. Hier wirken sich auch niedrige TBT-Gehalte im Baggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke der Elbe positiv auf die mittlere TBT-Belastung des Baggerguts aus, da Sedimente aus diesem Bereich seit 2011 nicht mehr zur Tonne E3 verbracht werden.

Im nördlichen Reiherstieg wurden wiederum Anreicherungen von Tributylzinn im Sediment vorgefunden, die eine Umlagerung von Baggergut vor Neßsand aus diesem Bereich verhinderte. Aufgrund dieser Tatsache ist begonnen worden, mögliche Quellen für die TBT-Belastung zu ermitteln und ggfs. zu sanieren.



TBT	Ref 1 Außeneste	Ref 3 Köhlfleet	Ref 4 Parkhafen	Ref 5 Vorhafen	Ref 6 Reiherst.	Ref 7 Hansah.	Ref 8 NE6-Strandh.	Ref 10 Sandauh.	Ref 13 Rethe Bl.2	Ref 15 Rethe Bl.3	Ref 11 Seehaf. 4	Ref 12 ReiV
1997		514	343	759	6610	1280	798	330	[903]	350		
1998	198 *	353	406 *	962 *	3831	896	1207	137	316	176	64	
1999		348	323 *	644 *	3946 *	1224	837 *	274	[590]	335	306	
2000	132 *	301	304 *	428 *	1660	1058 *	419 *	247	353	262 *	149	
2001	228 *	394	360 *	575 *	1856 *	[864 *]	592 *	308 *	311 *	357 *	164	
2002	83	179	103	262	548	607	196 *	122	144	157	88	
2003	132	279	230	250	2301	820	509	164	340	181	201	
2004	92	176	288	259	638	427	331	136	239	131	111	60
2005	116	378	227	203	282	292	203	101	199	133	100	133
2006	104 *	123 *	140 *	180 *	305 *	260	130 *	113 *	155 *	120	134	42
2007	[33]	72 *	103 *	135	158 *	180	82	[51]	120	117 *	135	89
2008	[90]	95 *	83 *	144 *	299 *	152 *	93 *	[49]	115 *	103 *	152	101
2009	[63]	123 *	119 *	256 *	370 *	131	97 *	64	102 *	77	87	56
2010	[25]	137 *	101 *	140 *	740 *	162	110	43	89 *	171 *	59	43
2011	54	141 *	66 *	128 *	856 *	141	[87]	92	[51]	74 *	104	106

* TBT-Mittelwert aus mehreren Sedimentkernen aus den Gebieten. [] Wert nur bedingt vergleichbar aufgrund Sedimentalter bzw. Lage

Abbildung 6: Entwicklung der Tributylzinngelalte in Sedimentkernen der Jahre 1997-2011, eingestuft nach dem Bewertungsschema der ARGE ELBE (Angaben in µg OZK/kg TS).

4.2 Ökotoxikologische Untersuchungen

Um die ökotoxikologische Wirkung der Sedimente zu erfassen, wird ein Teil der auf chemische Belastung untersuchten Proben zusätzlich mit einer Biotestbatterie analysiert. Hierzu werden Algen, Bakterien und Daphnien gemäß den Vorschriften der BfG den Eluat- und Porenwässern der Sedimente ausgesetzt (BfG-Merkblatt, 2011). Die eintretenden Beeinträchtigungen der Organismen werden gemessen (s. Anlage 5). Wie auch in den Vorjahren wurden diese Untersuchungen sowohl an den Oberflächensedimenten als auch an ausgewählten Kernproben durchgeführt.

Zur Beschreibung der ökotoxikologischen Wirkungen auf die unterschiedlichen Modellorganismen wurde das von der BfG vorgeschlagene Verfahren angewandt. Hierbei wird die von einer Umweltprobe ausgehende Toxizität durch das Verhältnis charakterisiert, wievielfach eine Probe im Verhältnis 1:2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr signifikant toxisch wirkt. Angege-

ben wird dieses als pT-Wert (pT 0 (unverdünnt) bis pT6 (mindestens sechsmal verdünnt)). Den Sedimenten werden anschließend Toxizitätsklassen 0 – VI zugeordnet. Werden mehrere Bio-testverfahren eingesetzt, wird die Toxizitätsklasse der Umweltprobe durch den höchsten pT-Wert bestimmt.

Die Interpretation von Biotesten kann durch auftretende Wachstumsförderungen erschwert werden, da diese mögliche Toxizitäten überdecken und somit zu falsch negativen Befunden führen. Andererseits können auch natürliche Faktoren des Testsystems im Labor zu falsch positiven Befunden führen.

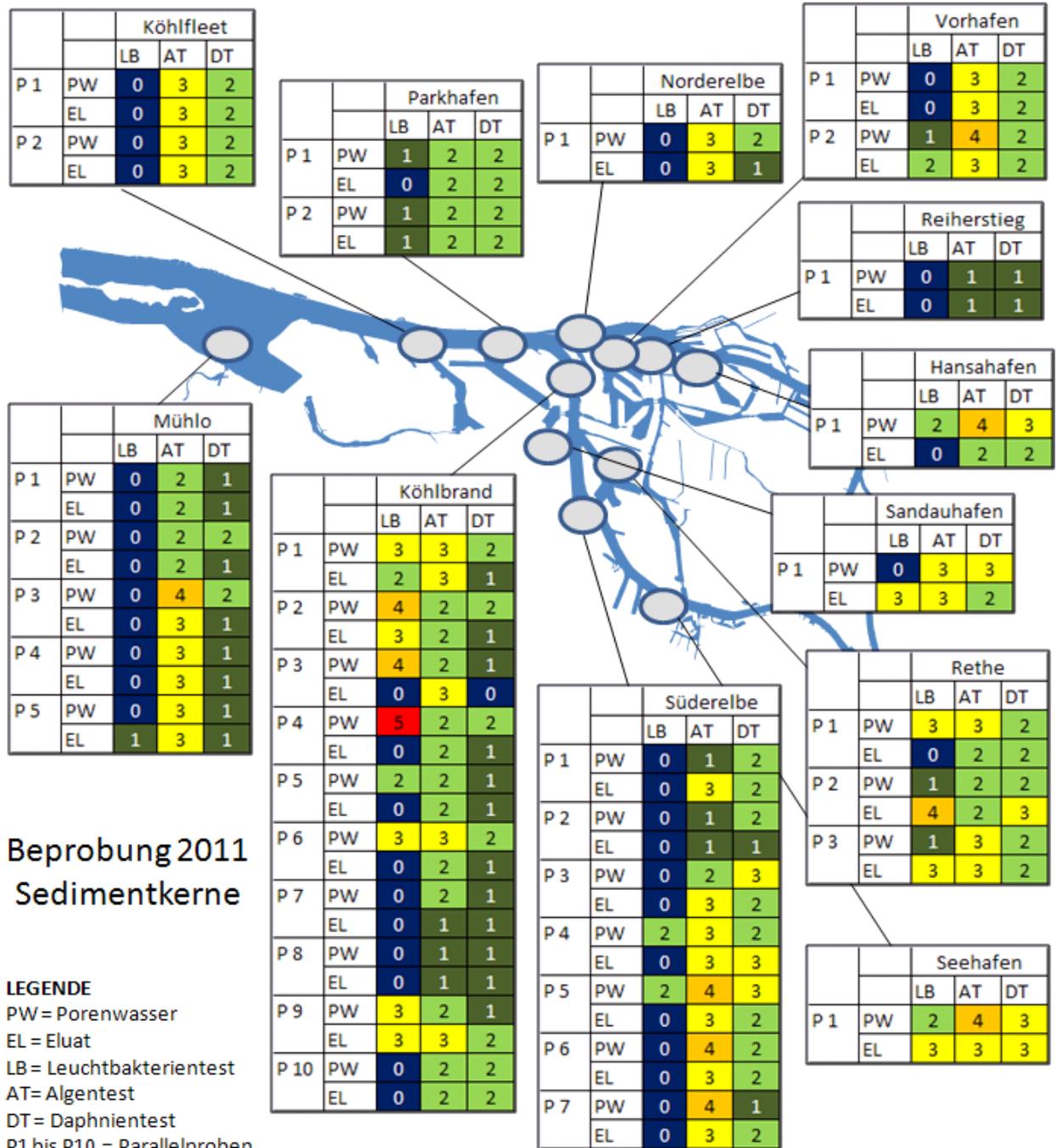


Abbildung 7: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen 2011 (Zahlenangaben stellen pT-Werte dar, Erläuterung s. Text)

In der zweiten Jahreshälfte 2011 wurden insgesamt 36 Sedimentkerne über die gesamte Schnitttiefe beprobt und anschließend ökotoxikologisch analysiert. Die Daten sind in Abbildung 7 und in Anlage 5 dargestellt. Da es noch keinen allgemein anerkannten Bewertungsmaßstab für diese Ergebnisse gibt, werden sie bisher nur unterstützend zur Charakterisierung der Sedimente herangezogen.

Im Algentest wurden 2011 häufig geringe bis mäßige Toxizitäten ermittelt. Die Werte des Leuchtbakterientests lagen mehrheitlich im Bereich keiner oder sehr geringer Toxizität. Bei einigen Proben wurden hier jedoch auch deutlich höhere Werte festgestellt (Abbildung 7, Anlage 5). Der Daphnientest zeigte größtenteils ökotoxikologische Wirkungen im sehr gering bis geringen, in Einzelfällen auch im mäßig toxischen Bereich.

Pro Kernprobe werden die drei Testverfahren sowohl an Porenwässern als auch an Eluaten durchgeführt, so dass insgesamt 6 pT-Werte ermittelt werden. Der jeweils höchste bestimmt die Einstufung in die jeweilige Toxizitätsklasse. In der Gesamtbewertung ergibt sich damit für ca. zwei Drittel der Sedimentkerne eine Einstufung in die Klassen III und IV (mäßig belastet und belastet, Anlage 5). Eine hohe Toxizität wird lediglich in einer der 36 Sedimentkerne festgestellt. Ein Drittel der Sedimentkerne ist als gering bis sehr gering belastet zu bezeichnen.

Anzeichen für eine signifikante Veränderung des ökotoxikologischen Potenzials der umzulagernden Sedimente im Vergleich zu denen aus den vorangegangenen Jahren wurden demgemäß nicht festgestellt.

Die ökotoxikologische Analyse der Referenzmessstellen mit der oben beschriebenen Testpalette wird seit 2005 durchgeführt. Beprobte wird nur die oberste Sedimentschicht mit einer Schichtdicke von 2 bis 5 cm. Im Juni 2011 wurden im Rahmen dieser Untersuchung ungewöhnlich hohe Hemmwerte im Leuchtbakterientest und im limnischen Algentest ermittelt (Anlage 5), die fast im gesamten Bereich des Hamburger Hafens auftraten. Der Daphnientest zeigte hingegen durchgängig niedrigere Toxizitäten an.

Die Beprobung der Oberflächensedimente der obersten dünnen Schicht von 2 bis 5 cm stellt nur eine Momentaufnahme dar. Für die Charakterisierung der umzulagernden Sedimente ausschlaggebend sind die Ergebnisse der oben beschriebenen, über die gesamte Sedimentmächtigkeit repräsentativ beprobten Kerne, deren pT-Werte keine Erhöhung der Belastung im Vergleich zu der aus den vorangegangenen Jahren anzeigen.

Die Ursache der erhöhten Toxizitäten im Sommer 2011 ist nicht bekannt. Die Höhe der chemischen Belastung ist der aus den vorangegangenen Jahren vergleichbar (s. Kap. 4.1). Einer Ursachenklärung wird mit dem Amt für Hygiene und Umwelt, der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt und der Bundesanstalt für Gewässerkunde nachgegangen.

4.3 Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente.

Bei der Umlagerung von Baggergut kann es durch die chemische und biologische Oxidation reduzierter Sedimente zu einer Sauerstoffzehrung im Gewässer kommen. Die Messung des Sauerstoffzehrungspotenzials von Sedimenten ermöglicht es, den Einfluss von Umlagerungsmaßnahmen auf die Gewässergüte abzuschätzen.

Das chemische Sauerstoffzehrungspotenzial wurde im Zeitraum 2010/11 an 88 Sedimentkernen untersucht. Die Sauerstoffzehrung nach 180 Minuten liegt bei einem Mittelwert von 1,0 g O₂/kg TS bei einer Spanne von 0,1 bis 2,3 g O₂/kg TS. Die Sauerstoffzehrungswerte für das in 2011 verbrachte Baggergut liegen damit in der gleichen Größenordnung wie die Befunde aus den Vorjahren. Bei der vor Neßsand angewandten Umlagerungsstrategie hat die Sauerstoffzehrung der Sedimente keinen erkennbaren Einfluss auf die Gewässergüte.

4.4 Weitere Untersuchungen

Weitere Untersuchungen wurden in den Baggerbereichen und im Einbringbereich in 2011 nicht durchgeführt.

5 Berechnung der Schadstofffrachten

Die Baggerungen im Hamburger Hafen erfolgen zur Sicherung ausreichender Wassertiefen für die Schifffahrt und damit zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit des Hafens. Durch die Landbehandlung (Verwertung und Beseitigung) schadstoffbelasteter Sedimente entnimmt Hamburg eine Schadstofffracht und trägt damit auch zu einer Entlastung von Elbe und Nordsee bei.

Zum Vergleich werden die bis 2009 von der Wassergütestelle Elbe ermittelten Elbefrachten an der Dauermessstelle Schnackenburg aufgeführt; neuere Daten liegen nicht vor. Nicht berücksichtigt werden die zwischen Schnackenburg und Hamburg hinzukommenden Schadstofffrachten oder auch solche, die sich mit den Schwebstoffen in diesem Bereich ablagern bzw. remobilisiert werden.

Tabelle 3: Berechnete bzw. abgeschätzte Schadstofffrachten 2011

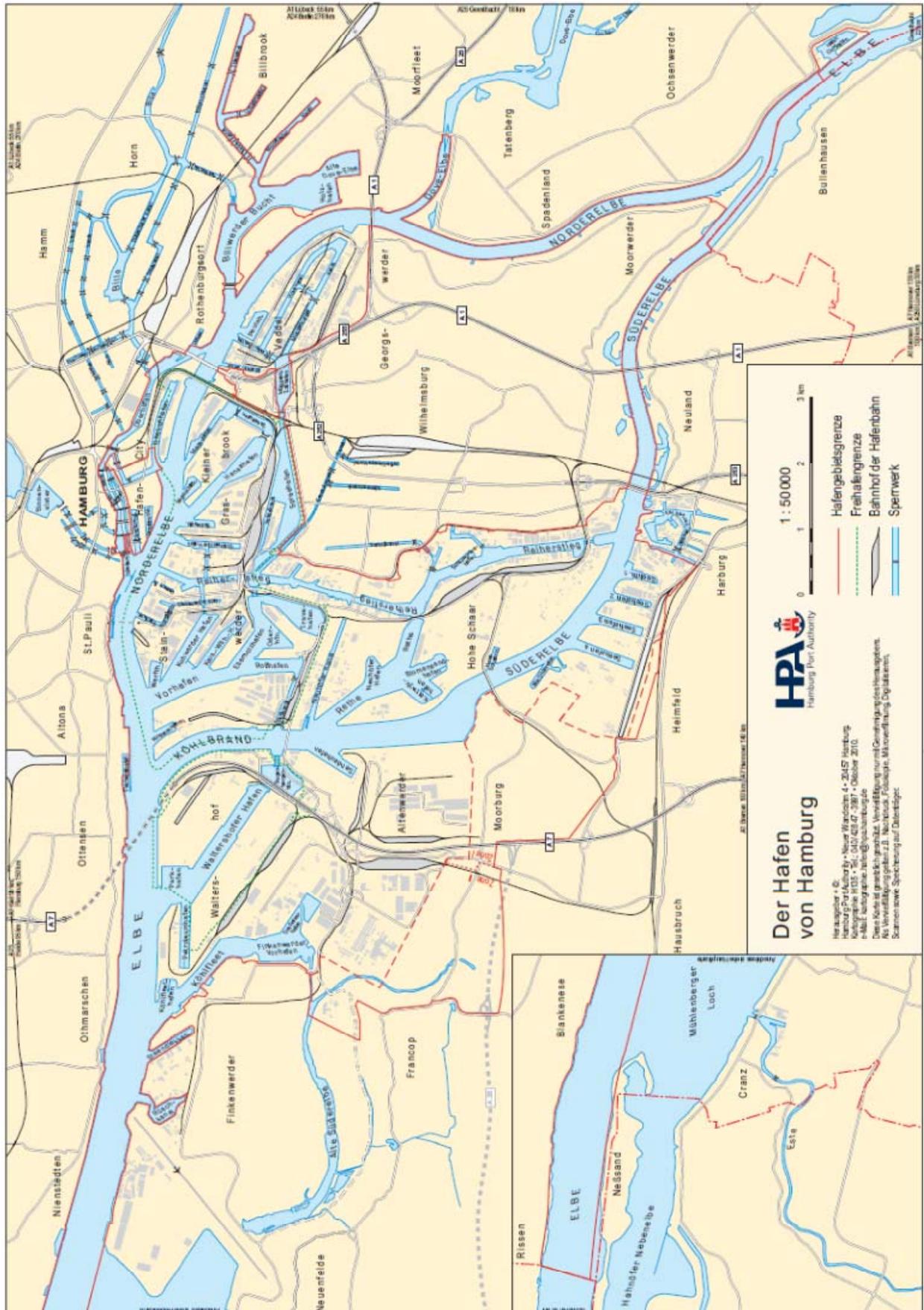
Schadstoff	Einheit	Land- verbringung	Umlagerung Neßsand	Verbringung Tonne E3	Elbe 2009 Schnackenburg
Arsen	t/a	10,2	8,5	-	70
Blei	t/a	25,7	18,3	-	49
Cadmium	t/a	1,2	0,9	-	2,4
Kupfer	t/a	39,7	19,1	-	82
Nickel	t/a	10,2	8,9	-	63
Quecksilber	t/a	0,9	0,4	-	0,77
Zink	t/a	200	165	-	800
Mono-Butylzinn	kg Sn /a	21,9	14,1	-	k.A.
Di-Butylzinn	kg Sn /a	20,4	3,9	-	k.A.
Tri-Butylzinn	kg Sn /a	75,9	13,3	-	k.A.
Tetra-Butylzinn	kg Sn /a	14,4	2,9	-	k.A.

Aufgrund methodischer Einschränkungen erfolgt die Berechnung lediglich für ausgewählte Schwermetalle, Arsen und zinnorganische Verbindungen. Die Frachtberechnungen sind, wie auch die Massenermittlung, mit z.T. erheblichen methodischen Unsicherheiten behaftet. Die Angabe der Jahresfracht für die Messstation Schnackenburg bezieht sich auf Messungen an Gesamtwasserproben bzw. zeitgleiche/-nahe Probenahme von Oberflächenwasser und Schwebstoff, während die Angaben für die Verbringung an Land und im Gewässer sich allein auf Feststoffanalysen beziehen.

Die für die Landbehandlung entnommenen Schadstofffrachten befinden sich auf einem Niveau wie im Jahr 2009. Dies ist auf die ähnlich großen Mengen an Altsedimenten zurückzuführen, die in den beiden Jahren in die Landbehandlung zur Verwertung und Deponierung gebracht wurden.

Die bei Neßsand umgelagerten Frachten sind kursiv dargestellt; sie sind nicht realistisch und dienen nur einer Abschätzung. Auf Grund des bei der dortigen Verbringung erfolgenden Rücktransports von Teilmengen werden dabei „dieselben Frachten mehrfach umgelagert“.

Anlage 1 / Hafenplan



Anlage 2

Gebaggerte Mengen 2011 in m³ Profilmäß BASSIN, unterteilt nach Herkunft und Verbleib

Herkunft	Umlagerung	Landbehandlung			Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen		Summe
	Sediment zur Umlagerung	Mibo zur Behandlung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zur Verklappung bei Strombau-maßnahmen	
Teufelsbrücker Hafen		300					300
Norderelbe (2-5)					8.300		8.300
Oberelbe					9.100		9.100
Norderelbe (6-7)	88.200				37.200	300	125.700
Suederelbe	213.700		209.400		90.100	700	513.900
Koehlbrand	297.800					60.600	358.500
Untereelbe			69.400				69.400
Muehlenberger Loch	23.300						23.300
Noerdl.Reiherstieg		55.700					55.700
Suedl.Reiherstieg	5.900	2.900					8.800
Rethe	48.500	53.100		800			102.400
Blumensandhafen		66.400	23.200			1.100	90.700
Neuhoefer Hafen	26.600						26.600
Hansahafen	31.400	48.800					80.200
Elbufer	48.400	3.600					52.100
Kuhwerder Vorhafen	104.400						104.400
Werfthafen B+V	5.700	17.200					22.800
Ellerholzhafen	20.600					46.500	67.100
Kohlenschiffhafen		100					100
Sandauhafen		26.000					26.000
Waltershofer Hafen	52.300	14.300			24.800	27.200	118.600

Herkunft	Umlagerung	Landbehandlung			Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen		Summe
	Sediment zur Umlagerung	Mibo zur Behandlung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	
Koehlfleet	88.200	2.900					91.100
Koehfleethafen	32.800	19.600					52.400
Dradenauhafen		4.400				3.000	7.400
Seehafen 3	21.600						21.600
Billwerder Bucht		600					600
Innere Durchfahrt		39.200	100				39.300
Fleete/Speicher		16.800					16.800
Muegg.-Hovek.westl.T.		1.000					1.000
Muegg.Zollh.m.Durchf.		6.500					6.500
Moldauhafen		58.800					58.800
Saalehafen		240.600					240.600
Spreehafen		50.300	200				50.500
Sperrwerk Schmidtkanal		<<100					
SUMME	1.109.400	729.300	302.300	800	169.400	139.300	2.450.600

Anlage 3**Statistische Auswertung der Referenzproben Juni 2011**

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	14	0	21	29,9	30,1	36,7	41,8
TOC (C)	Gew.% TS	14	0	2,5	4,1	4,3	5,7	7,6
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	14	0	27,2	41,8	44,8	60,1	65,3
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	14	0	22,9	28,3	28,2	33,1	35,3
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	14	0	2,9	12,4	15,5	28,5	35,2
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	14	0	1,1	6,9	8,8	19,1	24,2
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	14	0	0,1	0,4	1,9	6,3	8,6
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	14	0	0,1	0,2	0,4	0,9	1,1
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	14	0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,6
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	14	3	<0,1	0,1	0,3	0,6	0,7
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	14	0	50,5	69,2	73	92,4	93,3
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	14	0	72,5	91,7	88,6	97,4	98,5
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	14	0	2770	5185	5251	7651	8940
Phosphor	mg/kg TS	14	0	1000	1900	1836	2450	3100
Schwefel	mg/kg TS	14	0	2600	3700	3821	4670	5500
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	14	0	28	38	40	51	58
Blei <20 µm	mg/kg TS	14	0	78	95	102	132	139
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	14	0	4,2	7,8	8	11,2	15
Chrom <20 µm	mg/kg TS	14	0	55	86	86	105	111
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	14	0	64	92	94	122	136
Nickel <20 µm	mg/kg TS	14	0	33	44	45	53	56
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	14	0	1,9	2,7	2,9	3,8	4,8
Zink <20 µm	mg/kg TS	14	0	610	862	921	1252	1330
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	14	0	77	140	134	177	190
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	14	0	10	19	18	24	26
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	14	0	66	120	116	154	167
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	14	0	0,04	0,08	0,08	0,10	0,11
Acenaphylen	mg/kg TS	14	6	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Acenaphthen	mg/kg TS	14	3	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Fluoren	mg/kg TS	14	0	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
Phenanthren	mg/kg TS	14	0	0,09	0,15	0,16	0,23	0,29
Anthracen	mg/kg TS	14	0	0,03	0,05	0,05	0,09	0,09
<u>Fluoranthren</u>	mg/kg TS	14	0	0,16	0,29	0,31	0,47	0,57
Pyren	mg/kg TS	14	0	0,14	0,24	0,26	0,40	0,46
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	14	0	0,08	0,14	0,15	0,24	0,27
Chrysen	mg/kg TS	14	0	0,08	0,14	0,15	0,23	0,26
<u>Benzo(b)fluoranthren</u>	mg/kg TS	14	0	0,10	0,16	0,16	0,23	0,27
<u>Benzo(k)fluoranthren</u>	mg/kg TS	14	0	0,05	0,08	0,08	0,12	0,13
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	14	0	0,07	0,15	0,15	0,22	0,24
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	14	3	0,02	0,04	0,04	0,06	0,07
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	14	0	0,08	0,14	0,14	0,21	0,24
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	14	0	0,09	0,15	0,15	0,23	0,25
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	14	0	0,51	0,85	0,89	1,32	1,51
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	14	0	1,09	1,86	1,95	2,91	3,33
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	14	0	0,4	1,0	0,8	1,1	1,1

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
PCB 52	µg/kg TS	14	0	0,5	1,0	1,0	1,3	1,5
PCB 101	µg/kg TS	14	0	1,2	2,0	1,9	2,3	2,4
PCB 118	µg/kg TS	14	0	0,6	1,1	1,0	1,2	1,3
PCB 138	µg/kg TS	14	0	1,9	3	2,9	3,8	3,8
PCB 153	µg/kg TS	14	0	2,8	4,2	3,9	4,7	4,9
PCB 180	µg/kg TS	14	0	1,8	2,8	2,7	3,4	4,1
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	14	0	8,9	13,9	13,2	16,1	17,0
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	14	0	9,5	15,0	14,2	17,4	18,2
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	14	0	0,44	0,7	1	1,7	1,9
beta-HCH	µg/kg TS	14	0	0,86	2,7	3,1	5,6	6,4
gamma-HCH	µg/kg TS	14	0	0,11	0,2	0,2	0,3	0,37
delta-HCH	µg/kg TS	14	0	0,25	0,5	0,6	1,0	1,0
epsilon-HCH	µg/kg TS	14	3	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,43
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	14	0	0,26	0,7	0,7	1	1,2
p,p'-DDE	µg/kg TS	14	0	2,6	6,2	5,7	7,3	8,2
o,p'-DDD	µg/kg TS	14	0	2,9	7,9	7,7	10	14
p,p'-DDD	µg/kg TS	14	0	6,7	18	16,5	22,4	27
o,p'-DDT	µg/kg TS	14	0	0,23	1,2	1,2	1,7	2,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	14	0	1,2	9,3	9,7	15,8	24
DDT-Summe	µg/kg TS	14	0	13,9	45,4	41,4	54,7	77,3
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	14	0	0,69	1,3	1,4	2,1	2,8
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	14	0	4,7	12	11,8	17,1	20
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	16	25	25	34	38
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	9,3	16	16	23	24
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	19	62	85	149	309
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	12	24	27	44	67
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	1,8	3	3	4,1	5
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	2	3,4	4	4,8	12
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	14	14	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	14	14	<1	<1	k.MW	<1	<1

Anlage 4**Statistische Auswertung der Kernproben des vor Neßsand umgelagerten Materials aus der Delegationsstrecke der Elbe und dem Hamburger Hafen (Sedimentkernproben aus 2010 und 2011).**

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	88	0	25,2	44,9	45,6	61,5	75,7
TOC (C)	Gew.% TS	88	0	0,11	2,9	2,8	4,6	5,5
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	88	0	1	34,9	33,2	51,9	66,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	88	0	2,9	21,8	22,1	32,1	44
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	84	0	3,1	20,7	20,1	29,2	43,7
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	84	0	1,1	13,7	19,3	43,4	59
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	88	0	0,1	2,1	4,3	10,1	35,9
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	84	13	<0,1	0,2	0,5	0,8	5,1
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	84	23	<0,1	0,2	0,3	0,5	1,9
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	88	39	<0,1	0,1	0,5	0,7	15,8
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	83	0	5,1	60,7	54,8	78,3	93
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	83	0	20,9	79,4	75	94,3	97
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	87	0	101	3230	3279	5348	7550
Phosphor	mg/kg TS	87	0	180	1300	1250	1900	2900
Schwefel	mg/kg TS	83	0	350	2900	2751	4060	5400
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	55	0	5,7	21	20	28	32
Blei	mg/kg TS	55	0	10	44	43	62	84
Cadmium	mg/kg TS	55	0	0,39	2	2,2	3,6	5,1
Chrom	mg/kg TS	55	0	14	40	39	53	65
Kupfer	mg/kg TS	55	0	13	45	45	66	85
Nickel	mg/kg TS	55	0	6,8	23	21	29	37
Quecksilber	mg/kg TS	55	0	0,16	1,0	1,0	1,4	2,7
Zink	mg/kg TS	55	0	102	400	389	558	749
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	88	0	28	39	39	46	60
Blei <20 µm	mg/kg TS	88	0	58	97	98	113	128
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	88	0	1,5	4,1	4,2	6	8,6
Chrom <20 µm	mg/kg TS	88	0	52	86	84	101	115
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	88	0	63	90	89	104	143
Nickel <20 µm	mg/kg TS	88	0	34	46	47	53	91
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	88	0	0,95	2,0	2,0	2,5	4,7
Zink <20 µm	mg/kg TS	88	0	316	794	785	991	1330
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	88	2	<20	100	111	183	350
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	88	24	<40	17	25	43	140
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	88	1	<40	84	89	152	279
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	88	1	<0,01	0,06	0,06	0,09	0,22
Acenaphtylen	mg/kg TS	88	52	<0,01	<0,01	k.MW	0,02	0,04
Acenaphthen	mg/kg TS	88	43	<0,01	0,01	k.MW	0,02	0,04
Fluoren	mg/kg TS	88	5	<0,01	0,03	0,03	0,05	0,11
Phenanthren	mg/kg TS	88	0	0,01	0,13	0,14	0,23	0,48
Anthracen	mg/kg TS	88	4	<0,01	0,05	0,05	0,08	0,17
Fluoranthren	mg/kg TS	88	0	0,02	0,24	0,26	0,49	0,72

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Pyren	mg/kg TS	88	0	0,02	0,19	0,22	0,39	0,59
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	88	0	0,01	0,12	0,14	0,29	0,69
Chrysen	mg/kg TS	88	0	0,01	0,12	0,14	0,27	0,67
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	88	1	<0,01	0,15	0,16	0,28	0,85
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	88	1	<0,01	0,07	0,08	0,14	0,39
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	88	1	<0,01	0,12	0,13	0,26	0,74
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	88	4	<0,01	0,03	0,03	0,05	0,12
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	88	1	<0,01	0,11	0,12	0,20	0,41
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	88	1	<0,01	0,10	0,12	0,21	0,46
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	88	0	0,07	0,78	0,88	1,59	2,57
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	88	0	0,18	1,54	1,71	3,09	5,10
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	88	1	<0,1	0,7	0,8	1,2	3,7
PCB 52	µg/kg TS	88	1	<0,1	0,7	0,8	1,3	3,2
PCB 101	µg/kg TS	88	0	0,15	1,5	1,6	2,3	4,6
PCB 118	µg/kg TS	88	1	<0,1	0,9	0,9	1,4	2,8
PCB 138	µg/kg TS	88	0	0,27	2,3	2,5	3,7	6,3
PCB 153	µg/kg TS	88	0	0,34	3,5	3,6	5,3	11
PCB 180	µg/kg TS	88	0	0,28	2,2	2,4	3,6	6,1
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	87	0	1,24	11,2	11,8	17,1	33,7
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	87	0	1,34	12,1	12,7	18,4	36,5
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	88	1	<0,1	0,5	0,6	1,2	3
beta-HCH	µg/kg TS	84	1	<0,1	1,1	1,5	2,8	6,1
gamma-HCH	µg/kg TS	88	3	<0,1	0,2	0,2	0,4	0,71
delta-HCH	µg/kg TS	84	1	<0,1	0,4	0,6	1,0	2,5
epsilon-HCH	µg/kg TS	84	43	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,77
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	84	4	<0,1	0,4	0,4	0,7	1,6
p,p'-DDE	µg/kg TS	88	0	0,11	3,8	3,9	6,1	14
o,p'-DDD	µg/kg TS	84	0	0,13	4,0	4,3	7,6	14
p,p'-DDD	µg/kg TS	88	0	0,32	9,2	10,1	17,3	30
o,p'-DDT	µg/kg TS	84	5	<0,1	0,6	0,8	1,7	3,4
p,p'-DDT	µg/kg TS	88	5	<0,1	4,2	6,8	17,0	39
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	88	1	<0,1	1,0	1,0	1,7	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	88	0	0,18	5,2	6,5	12,0	31
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	85	0	3,4	41	49	87	159
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	85	0	2,4	15	18	30	56
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	85	0	16	62	77	146	300
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	85	1	<1	17	20	34	99
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	81	21	<1	3	4	6	13
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	81	33	<1	2	4	6	96
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	83	80	<1	<1	k.MW	<1	6
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	83	83	<1	<1	k.MW	<1	<1
Summe PCDD/PCDF (I-TEQ)								
Sauerstoffzehrung								
02-zehrung n. 180 min	g O2/kg TS	88	0	0,05	1,0	1,0	1,5	2,3

k.MW. Keine Angabe des Mittelwerts, wenn mehr als 50 % der Proben <BG

Anlage 5

Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2011 für die Umlagerung von Baggergut vor Neßsand. (Leuchtbakterientest mit *Vibrio fischeri*; Algentest mit *Desmodesmus subspicata*; Daphnientest mit *Daphnia magna*).

Eluat (n. BfG 1:3) pT-Stufe	Leucht- bakterientest N=36	Algentest N=36	Daphnientest N=36
pT 0	27	0	1
pT 1	1	4	15
pT 2	2	12	17
pT 3	5	20	3
pT 4	1	0	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser pT-Stufe	N=36	N=36	N=36
pT 0	18	0	0
pT 1	6	4	10
pT 2	5	13	21
pT 3	4	12	5
pT 4	2	7	0
pT 5	1	0	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl N=36
0	0
I	2
II	8
III	15
IV	10
V	1
VI	0

Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2011

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2011 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz 1 (Juni 2011)			Referenz 2 (Juli 2011)		
	Leuchtb. N=14	Algentest N=14	Daphnient. N=14	Leuchtb. N=16	Algentest N=16	Daphnient. N=16
pT 0	4	0	4	3	2	2
pT 1	0	1	5	1	0	7
pT 2	1	3	4	1	3	6
pT 3	0	0	1	1	2	1
pT 4	0	3	0	3	2	0
pT 5	5	3	0	1	3	0
≥ pT 6	4	4	0	6	4	0
Eluat pT-Stufe	Referenz 3 (September 2011)					
	Leuchtb. N=21	Algentest N=21	Daphnient. N=21			
pT 0	11	3	10			
pT 1	3	4	11			
pT 2	5	9	0			
pT 3	2	5	0			
pT 4	0	0	0			
pT 5	0	0	0			
≥ pT 6	0	0	0			

Anlage 6

Schadstoffbelastung des in der METHA und Entwässerungsfeldern klassierten Schlicks 2011

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-%	35	0	19,6	24,2	30,2	58,8	67,7
Fraktion < 20 µm	Gew.-%	35	0	28,2	45,0	44,8	51,9	63,7
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	35	0	18,7	27,4	26,7	29,3	30,4
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	35	0	9,7	18,2	18,6	26,3	28,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	35	0	2,1	6,6	6,7	9	10,9
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	35	0	0,3	1,2	2,5	6,5	14,5
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	35	5	<0,1	0,2	0,3	0,6	2,4
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	35	10	<0,1	0,1	0,3	0,7	3,8
Glühverlust	Gew.-% TS	35	0	5,1	8,6	8,2	9,7	10,4
TOC (C)	Gew.-% TS	35	0	2,1	3,4	3,3	3,9	4,2
Calciumcarbonat nach Scheibler	mg/kg TS	35	0	63900	76300	76697	82560	90500
pH-Wert am Feststoff	-	2	0	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Cyanid ges.	mg/kg TS	35	6	<0,1	0,6	0,8	1,6	4,1
EOX	mg/kg TS	35	14	<0,5	0,6	0,8	1,3	3,1
Nährstoffe								
Ammonium	mg/kg TS	2	0	841	916	916	976	991
Stickstoff ges.	mg/kg TS	2	0	2890	3575	3575	4123	4260
gesamt-Phosphor (als P)	mg/kg TS	2	0	2200	2250	2250	2290	2300
Gesamt-Schwefel (S)	mg/kg TS	2	0	4000	4250	4250	4450	4500
Arsen	mg/kg TS	35	0	18	33	32	42	49
Blei	mg/kg TS	35	0	42	82	81	100	123
Cadmium	mg/kg TS	35	0	2	3,9	3,9	5,2	6,3
Chrom ges.	mg/kg TS	35	0	38	69	69	89	103
Kupfer	mg/kg TS	35	0	58	129	125	156	212
Nickel	mg/kg TS	35	0	22	32	32	40	43
Quecksilber	mg/kg TS	35	0	1,2	2,9	2,8	3,6	4,7
Zink	mg/kg TS	35	0	354	635	630	772	910
Thallium	mg/kg TS	35	0	0,2	0,5	0,5	0,7	0,7
Fluor	mg/kg TS	2	0	190	205	205	217	220
Chlor	mg/kg TS	2	0	330	375	375	411	420
Calcium	mg/kg TS	2	0	32000	34000	34000	35600	36000
Eisen ges.	mg/kg TS	2	0	24000	26500	26500	28500	29000
Magnesium	mg/kg TS	2	0	4900	5300	5300	5620	5700
Mangan	mg/kg TS	2	0	1500	1650	1650	1770	1800
Kohlenwasserstoffe								
Lipophile Stoffe	mg/kg OS	35	0	50	170	172	241	290
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	35	0	130	320	330	448	530
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	35	0	34	72	78	116	160
Summe BTEX	mg/kg TS	35	*)	0,25	0,25	0,26	0,3	0,45
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe								
Naphthalin	mg/kg TS	35	6	<0,05	0,2	0,19	0,27	0,47
Acenaphthen	mg/kg TS	35	8	<0,05	0,08	0,09	0,14	0,21
Acenaphthylen	mg/kg TS	35	34	<0,05	<0,05	k. MW	<0,05	0,06
Fluoren	mg/kg TS	35	6	<0,05	0,14	0,14	0,2	0,3
Anthracen	mg/kg TS	35	5	<0,05	0,18	0,18	0,26	0,48

		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Originalsubstanz								
Phenanthren	mg/kg TS	35	0	0,12	0,61	0,56	0,81	1
Fluoranthren	mg/kg TS	35	0	0,27	0,96	0,94	1,3	2,6
Pyren	mg/kg TS	35	0	0,22	0,75	0,74	0,97	1,8
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	35	0	0,11	0,51	0,47	0,71	1,4
Chrysen	mg/kg TS	35	0	0,1	0,43	0,43	0,65	1,3
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	35	0	0,1	0,48	0,47	0,64	1,1
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	35	1	<0,05	0,22	0,21	0,3	0,6
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	35	0	0,09	0,4	0,41	0,55	1,3
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	35	6	<0,05	0,12	0,12	0,19	0,25
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	35	0	0,06	0,42	0,39	0,6	0,88
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	35	0	0,05	0,4	0,4	0,66	0,86
Summe PAK (16)	mg/kg TS	35	*)	1,49	6	5,8	7,74	14,23
Chlorierte Kohlenwasserstoffe								
PCCC/F Dioxine und								
Furane I-TEQ (NATO)	ng/kg TS	5	0	29	46	48	68	77
alpha-HCH	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
beta-HCH	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
gamma-HCH	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
delta-HCH	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
epsilon-HCH	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
Summe LCKW	µg/kg TS							
Aldrin	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
o,p-DDE	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
p,p-DDE	µg/kg TS	5	4	<10	<10	k. MW	10	11
o,p-DDD	µg/kg TS	5	4	<10	<10	k. MW	10	10
p,p-DDD	µg/kg TS	5	0	16	18	21	27	27
o,p-DDT	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
p,p-DDT	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
Dieldrin	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
Endrin	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
Methoxychlor	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
PCB-Nr. 28	µg/kg TS	35	17	<3	3,1	3,9	5,3	8,8
PCB-Nr. 52	µg/kg TS	35	7	<3	5,1	4,8	6,4	8,7
PCB-Nr. 101	µg/kg TS	35	6	<3	7,5	7,7	11,6	16
PCB-Nr. 118	µg/kg TS	35	8	<3	4,2	4,6	6,7	8,5
PCB-Nr. 138	µg/kg TS	35	1	<3	15	14,2	21	31
PCB-Nr. 153	µg/kg TS	35	6	<3	10	10,2	15,6	22
PCB-Nr. 180	µg/kg TS	35	6	<3	9,8	9,6	14	24
Summe PCB 6	µg/kg TS	35	*)	0,01	0,03	0,03	0,04	0,06
Organozinnverbindungen								
Mono-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	22	110	102	166	220
Di-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	27	140	126	190	230
Tri-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	120	540	585	896	1200
Tetra-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	22	140	134	206	240
Mono-Octylzinn (Kat.)	µg/kg TS	35	0	1	8	8	13	16
Di-Octylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	2	10	9	15	26
Tri-Phenylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	12	<1	2	3	6	19
Tri-Cyclohexylzinn (Kat.)	µg/kg TS	35	35	<1	<1	k. MW	<1	<1
Monobutylzinn als Zinn	µg Sn/kg TS							
Dibutylzinn als Zinn	µg Sn/kg TS							
Tributylzinn als Zinn	µg Sn/kg TS							
Tetrabutylzinn als Zinn	µg Sn/kg TS							

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Eluat (DIN S4)								
pH-Wert	-	35	0	7	7,3	7,3	7,5	7,6
Leitfähigkeit	µS/cm	35	0	469	845	804	908	1050
Abdampfrückstand	mg/l	35	0	318	442	440	495	580
DOC	mg/l	35	0	1,9	14	12,6	19	25
Ammoniumstickstoff	mg/l	35	0	0,03	28	25,2	41,8	46
Kohlenwasserstoffe H53	mg/l	2	0	0,3	0,6	0,6	0,9	1
Fluorid	mg/l	35	9	<0,15	0,35	0,32	0,48	0,52
Chlorid	mg/l	35	0	7,9	32	31,7	45,6	60
Sulfat	mg/l	35	0	102	170	169	200	265
Cyanid	mg/l	35	35	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	35	35	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Phenol<Index	mg/l	35	35	<0,005	<0,005	k. MW	<0,010	<0,010
AOX	mg/l	35	5	<0,010	0,030	0,027	0,040	0,050
Arsen	mg/l	35	0	0,0029	0,037	0,036	0,063	0,078
Blei	mg/l	35	34	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,002
Cadmium	mg/l	35	35	<0,0003	<0,0003	k. MW	<0,0003	<0,0003
Chrom	mg/l	35	28	<0,001	<0,001	k. MW	0,001	0,002
Kupfer	mg/l	35	25	<0,001	<0,001	k. MW	0,003	0,009
Nickel	mg/l	35	0	0,0032	0,008	0,008	0,010	0,011
Quecksilber	mg/l	35	33	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	0,0004
Zink	mg/l	35	26	<0,01	<0,01	k. MW	0,02	0,06
Chrom<VI	mg/l	34	34	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Thallium	mg/l	2	2	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	<0,001
Molybdän (Mo)	mg/l	35	1	<0,001	0,017	0,015	0,021	0,025
Selen (Se)	mg/l	35	35	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	<0,002
Antimon (Sb)	mg/l	35	22	<0,001	<0,001	k. MW	0,002	0,003
Barium (Ba)	mg/l	35	0	0,031	0,076	0,073	0,091	0,110

*) Summenberechnung mit der ganzen Bestimmungsgrenze bei Werten < BG