

# Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

## Teilbericht Umlagerung von Baggergut nach Neßsand

Bericht über den Zeitraum 1.1. bis 31.12.2012



## **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 Baggermassen .....	4
2.3 Zeitliche Verteilung .....	4
2.4 Einsatz des Wasserinjektionsverfahrens .....	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 2012 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 4,9 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut an, davon wurden rund 3,9 Mio. m<sup>3</sup> im Gewässer umgelagert. Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,65 Mio. m<sup>3</sup> schlickiges Material zugeführt. Weitere rd. 0,26 Mio. m<sup>3</sup> Sand aus der Stromelbe wurden in Francop und Moorburg für Bauzwecke verspült, 9.000 m<sup>3</sup> Boden wurden extern entsorgt.

Die Gesamtmenge des Jahres 2012 fällt im Vergleich zum Vorjahr deutlich höher aus.

### Umlagerung nach Neßsand

Nach Neßsand wurden rund 3,9 Mio. m<sup>3</sup> umgelagert. Eine maximale Wochenmenge von etwa 600.000 m<sup>3</sup> 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.

### Frachten

Die Landverbringung von Baggergut im Rahmen der Wassertiefeninstandhaltung im Hamburger Hafen hatte auch im Jahr 2012 eine deutliche Schadstoffentlastung von Elbe und Nordsee zur Folge.

### Ausblick

Die niedrige Gesamtbaggermenge des Jahres 2011 stellte aufgrund besonders günstiger Oberwasserverhältnisse eine Ausnahme dar. Die Baggermenge des Jahres 2012 liegt mit etwa 5 Mio. m<sup>3</sup> wieder auf dem Niveau vergangener Jahre. Der durchgängig niedrige Abfluss der Elbe ab April hat die Wassertiefenerhaltung im Jahr 2012 vor besondere Herausforderungen gestellt. Aufgrund der resultierend sehr hohen Sedimentation mussten im August Tiefgangsbeschränkungen für die Schifffahrt im Köhlbrand ausgesprochen werden. Zu dieser Zeit war keine Umlagerung innerhalb Hamburgs möglich; Alternativen standen nicht zur Verfügung.

Aktuell wird im Auftrag von WSV und HPA durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde eine „Systemstudie Feinsedimente Tideelbe“ erstellt, mit der Verbringoptionen im Bereich zwischen Geesthacht und der Nordsee vergleichend untersucht werden. An der Erstellung der Studie sind die Umweltverwaltungen der Länder beteiligt.

Eine Arbeitsgruppe der IKSE erarbeitet ein Sedimentmanagementkonzept für Sedimente der Elbe, das auch Empfehlungen für quellnahe Schadstoffsanierungen beinhalten wird. Das Ergebnis soll Ende 2013 vorliegen.

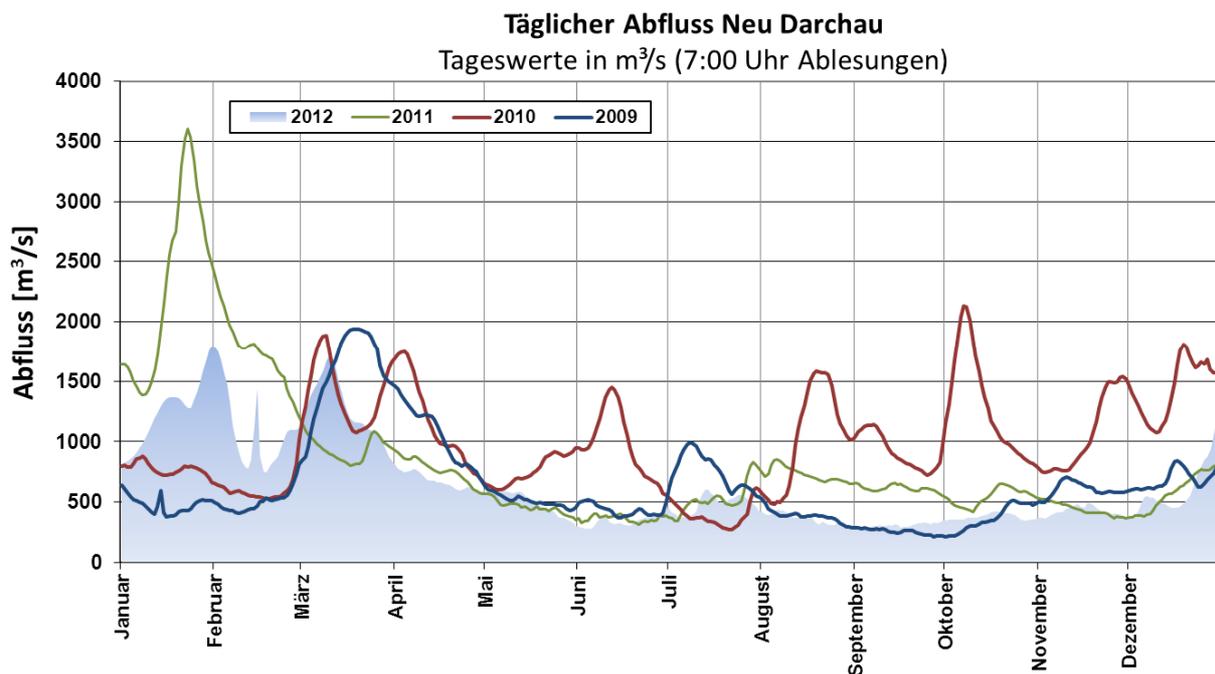
Unter anderem auf dieser Grundlage soll jetzt gemeinsam mit Bund und Nachbarländern ein Gesamtkonzept für das Sedimentmanagement in der Tideelbe erstellt werden, um für die Unterbringung des Sediments eine unter ökologischen Gesichtspunkten vertretbare, dauerhafte Lösung zu finden.

## 1 Randbedingungen

### 1.1 Abflussgeschehen

Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu-Darchau, lag mit  $640 \text{ m}^3/\text{sec}$  im Jahresmittel deutlich unter dem langjährigen Mittel von  $723 \text{ m}^3/\text{sec}$ . Im Februar und März traten kurzzeitig zwei Abflussspitzen um  $1.700 \text{ m}^3/\text{sec}$  auf. Ab Anfang März sanken die Abflusswerte kontinuierlich ab und hielten sich von April bis Dezember auf einem vergleichsweise sehr niedrigen Niveau. Der niedrigste gemessene Abflusswert betrug am 2. September nur  $266 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

Abbildung 1 verdeutlicht die im Vergleich zu den Jahren 2010 und 2011 ausgeprägt niedrige Abflusssituation in den Sommermonaten. Noch bis in den Dezember lagen die Abflusswerte unter  $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ .



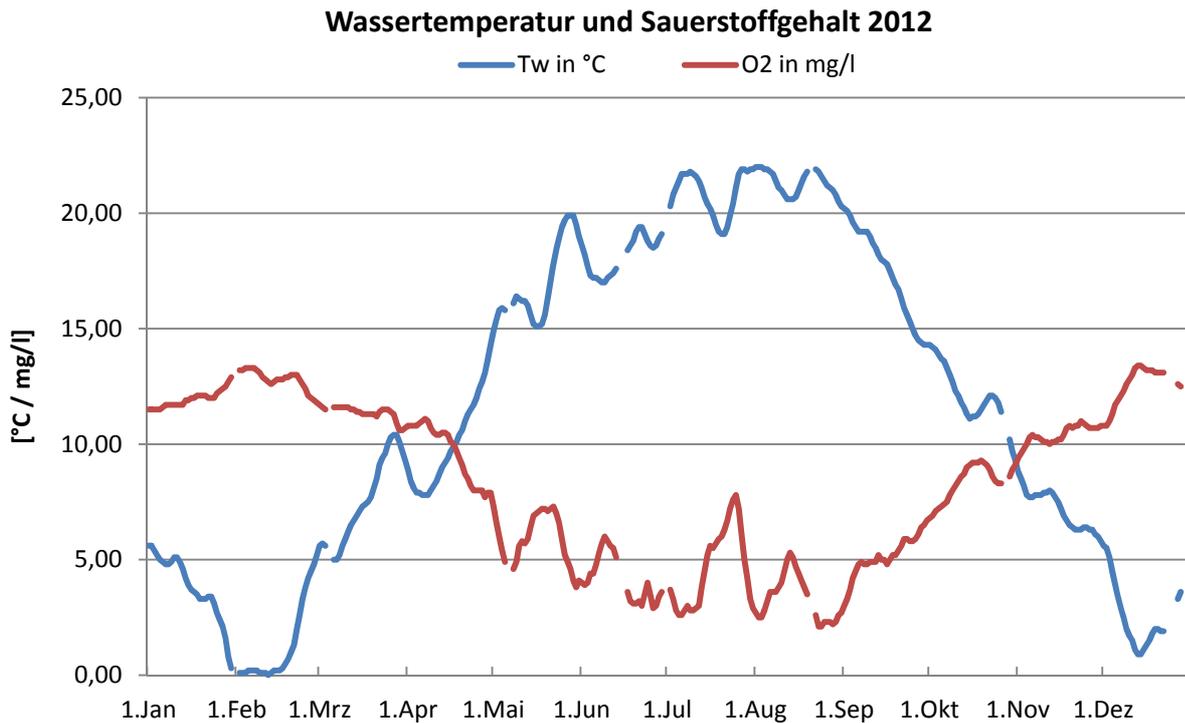
**Abbildung 1:** Abfluss am Pegel Neu-Darchau der Jahre 2009 bis 2012.

### 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 24.04. bis 31.10. betrug die Wassertemperatur mehr als  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Die Sauerstoffgehalte lagen in der Zeit vom 06.05. bis 28.09. mit Unterbrechungen unterhalb von  $6 \text{ mg O}_2/\text{l}$  (insgesamt 127 Tage). An 25 Tagen lag der Sauerstoffgehalt unterhalb von  $3 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Der geringste gemessene Tagesmittelwert in 2012 betrug  $2,1 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Die Sauerstoffsituation stellt sich damit im Vergleich zum Vorjahr ähnlich dar.



**Abbildung 2:** Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte in 2012 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 m<sup>3</sup> Profilmaß und sind das Ergebnis einer empirisch entwickelten Näherungsberechnung aus den ermittelten Massenangaben. Aktuell erfolgt eine Überprüfung dieser Umrechnung.

### 2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2012 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe rd. 4,9 Mio. m<sup>3</sup> Sediment gebaggert. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2012 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 2012 nach Verbleib (m<sup>3</sup> Profilmaß BASSIN)

<b>Verbleib</b>	<b>Summe</b>
Umlagerung	
▪ Sediment zur Umlagerung bei Neßsand	3.913.200
Landbehandlung	
▪ Mischboden zur Behandlung und Verwertung / Deponierung	651.200
▪ Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	261.300
▪ Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	9.500
Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen	
▪ Sand für Aufhöhungen	20.700
▪ Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	55.700
<b>Summe (gerundet)</b>	<b>4.991.700</b>

## 2.2 Baggermassen

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

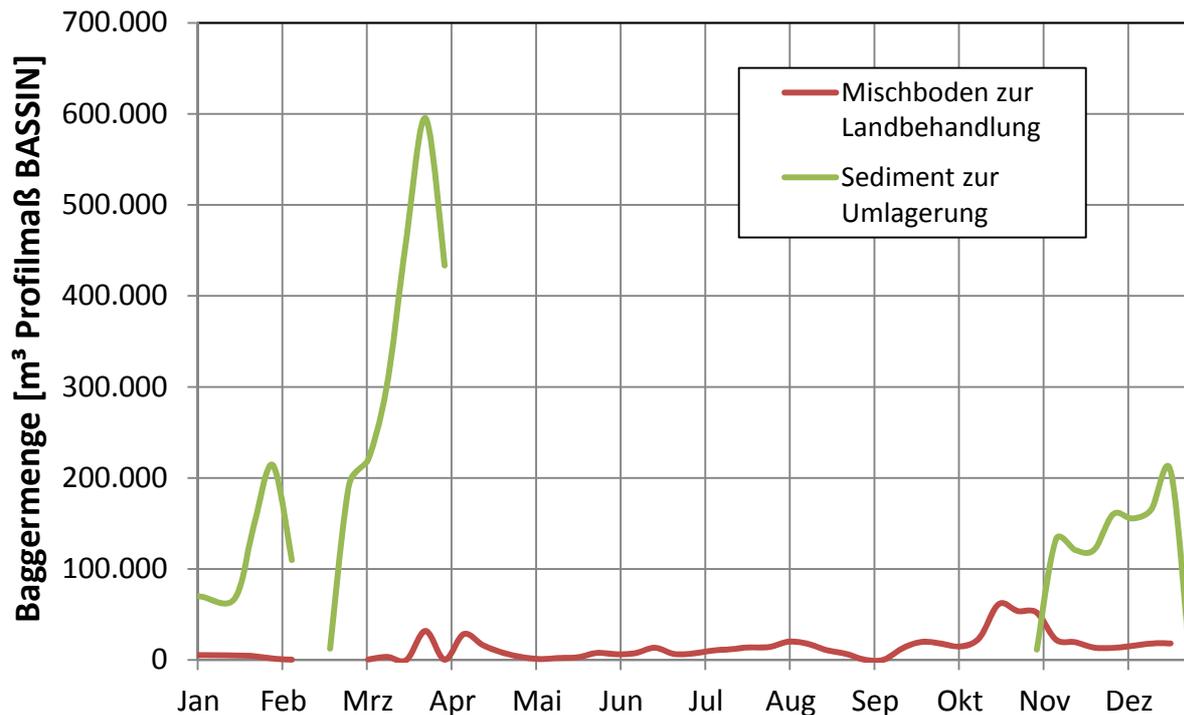
Tabelle 2: Gebaggerte Massen in 2012 (Tonnen Trockensubstanz)

<b>Verbleib</b>	<b>Sand t TS</b>	<b>Schlick t TS</b>
Umlagerung nach Neßsand	313.200	1.261.400
Baggergut zur Behandlung Francop und Moorburg	183.300	202.300
Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	396.200	8.000
Sand für Aufhöhungen	32.400	300
Boden für Strombaumaßnahmen	70.000	5.900
Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	1.900	3.100
<b>Summe</b>	<b>997.000</b>	<b>1.481.200</b>

## 2.3 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 3,9 Mio. m<sup>3</sup> und damit 2,8 Mio. m<sup>3</sup> mehr als im Vorjahr umgelagert. Die Umlagerungen bei Neßsand finden ausschließlich bei ablaufendem Wasser (Ebbstrom) statt.

Abbildung 3 zeigt die wöchentlichen Baggergutmengen zur Umlagerung und zur Landbehandlung in Francop und Moorburg. Im Februar erfolgte eine Unterbrechung der Umlagerungen aufgrund des Eisgangs.



**Abbildung 3:** Wöchentliche Baggergutmengen ‚Umlagerung‘ innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie ‚Landbehandlung‘ in Francop bzw. Moorburg für 2012.

## 2.4 Einsatz des Wasserinjektionsverfahrens

Bei der Wasserinjektionsbaggerung wird das zu entfernende Sediment durch Wasserinjektion fluidisiert. Quer zur Fahrtrichtung des Schiffes wird ein Rohr dicht 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. Solche Arbeiten erfolgen auch als Nachbearbeitung der Gewässersohle nach Hoppereinsätzen, um eine ebene Gewässersohle zu erzeugen (Nacharbeit Hopper). Ebenfalls kann ein Zuarbeiten zu Hopperbaggern erfolgen, wenn sich z.B. das Sediment zu nah an der Kaimauer abgesetzt hat, um es mit einem großen Saugbagger direkt aufnehmen zu können (Zuarbeit Hopper). Gleichfalls werden damit kleinräumige Schlickauflagen etc. entfernt.

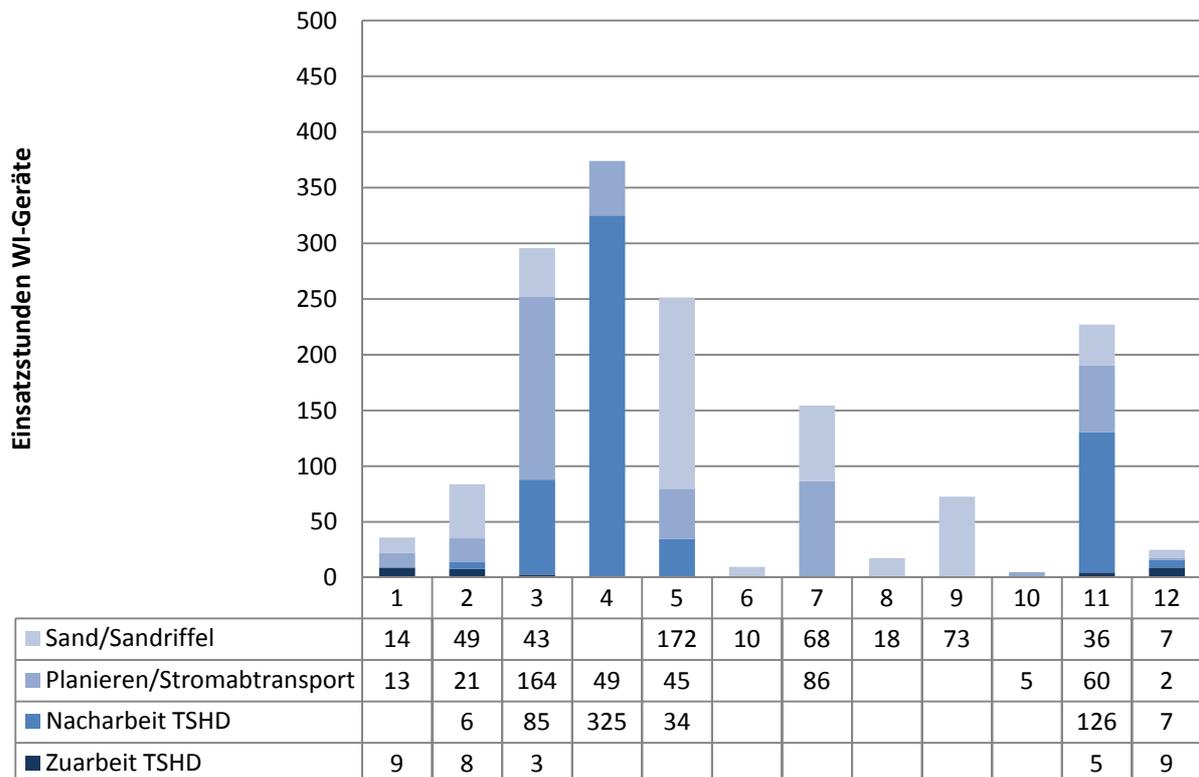
Grundsätzlich erfolgen diese Einsätze in überwiegend feinkörnigem Sediment nur in der Zeit vom 7. November bis 31. März. In der warmen Jahreszeit dürfen Einsätze nur in nicht vermeidbarem Umfang bei bestimmten Gewässerbedingungen und vorheriger Anzeige bei der BSU durchgeführt werden.

Die HPA setzt das Verfahren weiterhin zur Glättung der grobkörnigen Riffelstrecke in der Stromelbe ein. Dieser Einsatz ist ganzjährig möglich, um kurzfristig entstehende Mindertiefen in der Zufahrt zum Hafen anlassbezogen einzuebnen.

Die mit dem Wasserinjektionsverfahren bewegte Sedimentmenge ist kaum genau 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 gebräuchlich ist deshalb, Einsatzstunden anzugeben.

Im Jahr 2012 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt etwa 1.550 Stunden zum Einsatz. Davon entfallen etwa 885 Stunden auf den Zeitraum April bis Oktober, wobei in 339 Stunden die Einsätze zur Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe dienten. Abbildung 4 zeigt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2012.



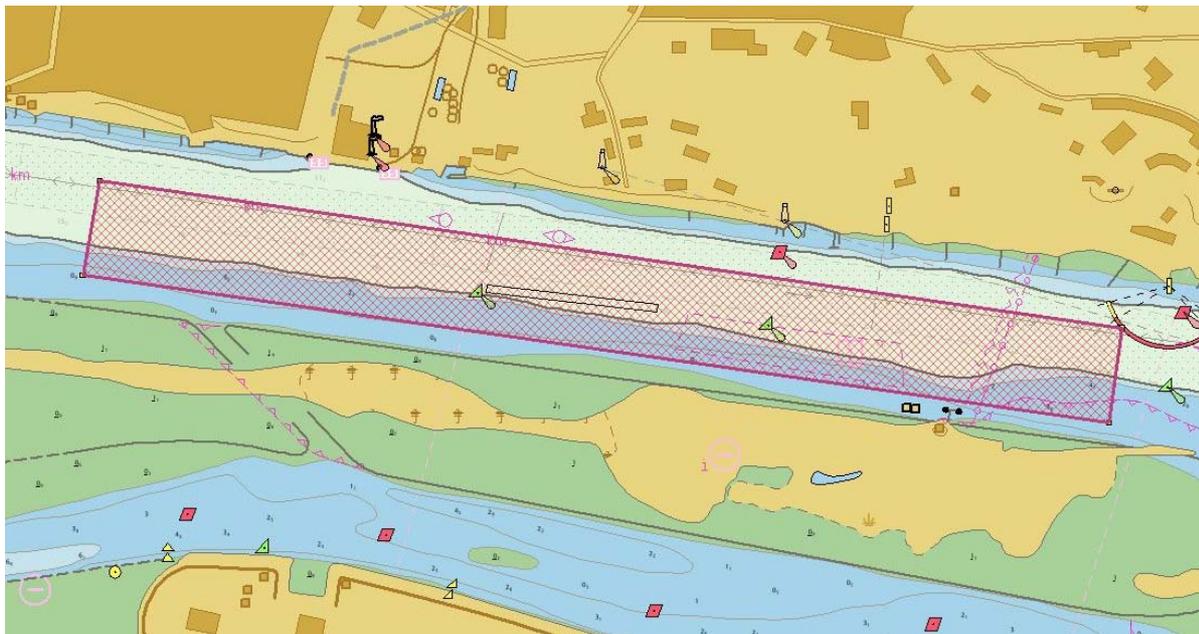
**Abbildung 4:** Einsatzzeiten in Stunden des Wasserinjektionsverfahrens 2012, monatsweise Darstellung von Januar (1) bis Dezember (12).

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem vom HPA eigenen Arbeitsschiff Otto Stockhausen durchgeführt. In 2012 fielen hierbei insgesamt etwa 970 Leistungsstunden an.

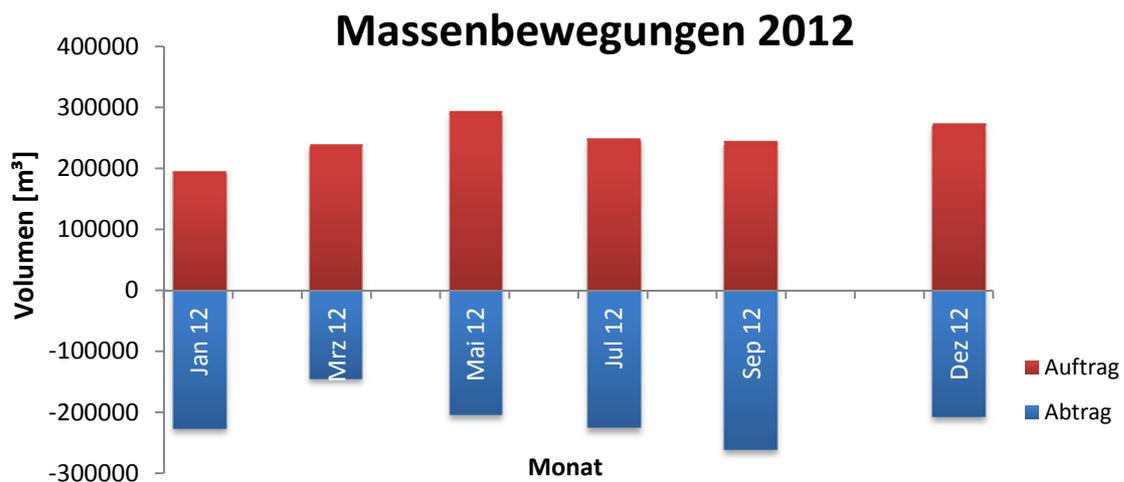
### 3 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 03.01. bis zum 20.12.2012 wurden sechs flächendeckende Peilungen im Umlagergebiet Neßsand 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 5) von ca. 4200 x 400 m<sup>2</sup> mit den originären Tiefendaten erstellt und anschließend untereinander verglichen. Die daraus ermittelten Mengenänderungen sind in Abbildung 6 dargestellt. Die Aufsummierung der Auf- und Abträge ergibt für 2012 einen Auftrag von lediglich 217.000 m<sup>3</sup>, obwohl insgesamt in dieses Gebiet rd. 3,9 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut verbracht wurden. Vor dem Hintergrund der ungünstigen Oberwasserverhältnisse ist dieser Auftrag als gering einzustufen. Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.



**Abbildung 5:** Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand. Auf dem südlichen Tonnenstrich ist das Klappfeld in schwarz markiert.



**Abbildung 6:** Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2012



## 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 und lassen unter Berücksichtigung der Oberwasserführung eine Veränderung der Schadstoffbelastung über die Jahre erkennen.

Die Beprobung fand am 29. und 30.5.2012 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2012 sind in Anlage 3 dargestellt. Zur Aufklärung und weiteren Eingrenzung der im Sommer 2011 aufgetretenen hohen Ökotoxizitätsbefunde wurde das Untersuchungsprogramm auch 2012 erweitert und die Probenkampagne daher im Juli und Oktober 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 2011 und in 2012 entnommenen Sedimentproben entfallen 95 Sedimentkerne auf vor Neßsand umgelagertes Baggergut. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Anlage 4 dargestellt, die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus 2012 sind in Anlage 5 abgebildet.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen aus 2012 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 wesentlich durch den Oberwasserabfluss der Elbe geprägt. Das Sedimentationsgeschehen im Jahr 2012 war durch länger andauernde Niedrigwasserführungen charakterisiert. Dies führte zu einem im Vergleich zu den Vorjahren relativ hohen Eintrag von Sedimentmengen in den Hafen.

Gleichwohl wies die Körnungszusammensetzung des Sediments keine erkennbaren Unterschiede zu den Vorjahren auf. Sowohl die Untersuchungsergebnisse der Oberflächenproben als auch diejenigen der Sedimentkerne zeigten einen vergleichbar hohen Anteil der Kornfraktionen < 20 µm und insbesondere < 63 µm. 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.

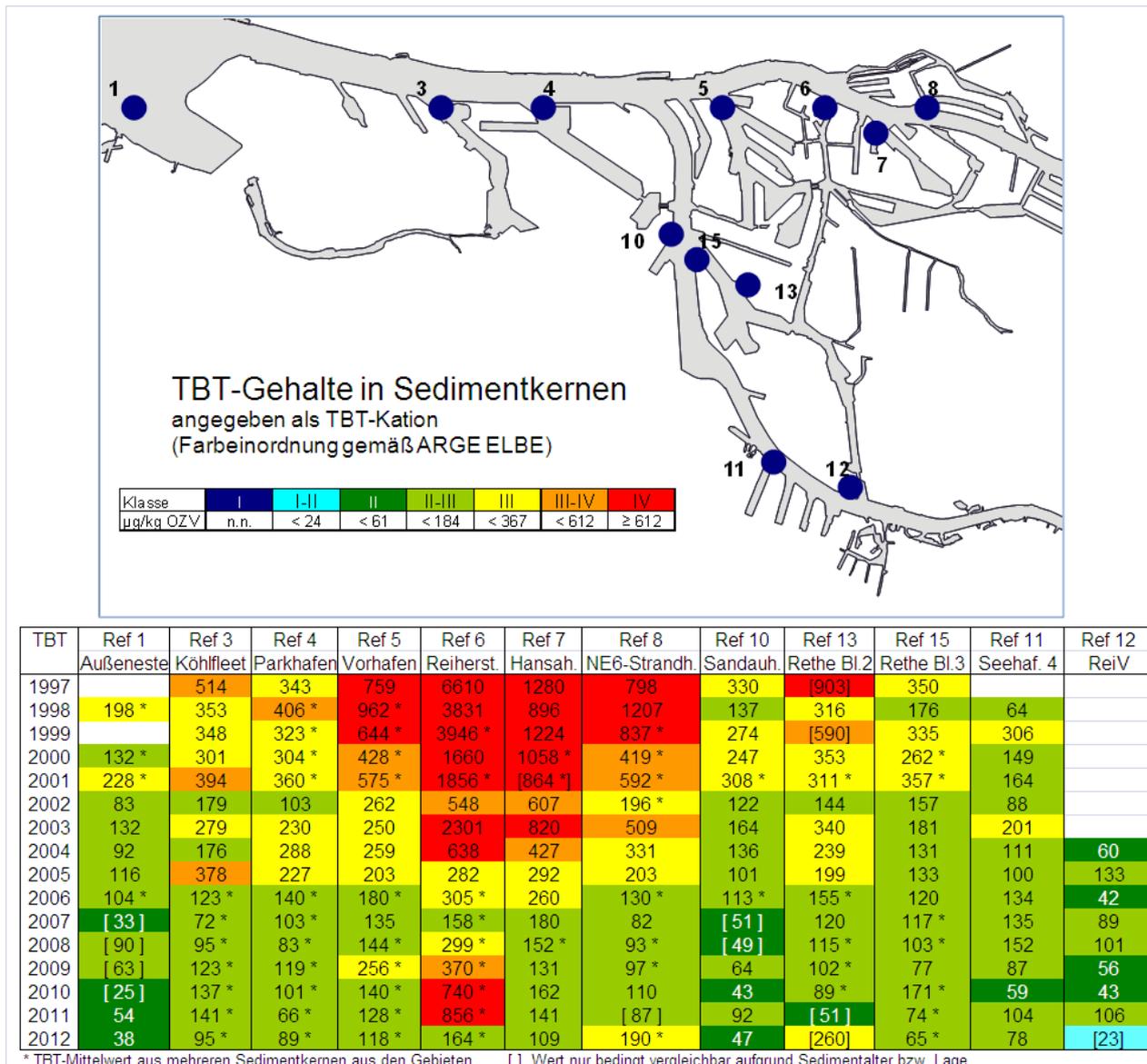
Das Belastungsmuster der Schwermetalle und von Arsen im frischen, schwebstoffbürtigen Sediment der Elbe hat sich in den vergangenen Jahren nur noch wenig verändert. Wie in den Vorjahren auch sind weiterhin anthropogen verursachte Anreicherungen vor allem von Cadmium, Zink, Kupfer und Quecksilber in den schwebstoffbürtigen Sedimenten festzustellen. Lang anhaltende Zeiträume mit hohen Abflüssen führen dabei zu höheren Metallbefunden in den schwebstoffbürtigen Sedimenten als Phasen mit geringen Abflussmengen. Da diese in 2012 häufig aufgetreten sind, wurden viele unterstrombürtige Sedimente in den Hafen eingetragen.

Die im Zuge der im Juni 2011 durchgeführten Referenzbeprobung beobachteten, gegenüber den Vorjahren leicht erhöhten Befunde an Cadmium und Quecksilber sind in 2012 nicht wieder auf-

getreten. Auch die chlororganischen Verbindungen, die ebenfalls hochwasserabhängig variieren, zeigten keine außergewöhnlichen Anreicherungen.

In den Kernbeprobungen für die Beurteilung des Baggerguts sind im Mittel geringfügig niedrigere Gehalte der Metalle Cadmium und Quecksilber als in 2011 nachzuweisen. Dies liegt vermutlich an der geringeren Oberwasserführung im zweiten Halbjahr 2012, die zu einem hohen Anteil unterstrombürtigen Schwebstoffs geführt hat.

Die Kohlenwasserstoffgehalte (Mineralöl) weisen ein ähnlich niedriges Niveau wie in den Vorjahren auf. Ebenso lassen sich bei den PAK-Verbindungen keine deutlichen Veränderungen erkennen. Die Entwicklung der Belastung der frischen, schwebstoffbürtigen Sedimente mit chlororganischen Schadstoffen zeigt ebenfalls keine wesentliche Veränderung zu den Vorjahren. Wesentliche Änderungen in der Belastungshöhe haben sich in den letzten Jahren bei diesen Stoffgruppen nicht eingestellt.



**Abbildung 6:** Entwicklung der Tributylzinngehalte in Sedimentkernen der Jahre 1997-2012, eingestuft nach dem Bewertungsschema der ARGE ELBE (Angaben in µg OZK/kg TS).

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 wurden weiterhin eingehalten, die vor Neßsand umgelagerten Sedimente erfüllten hinsichtlich ihrer Schadstoffbelastung ausnahmslos die Rahmenbedingungen der „Übergangsregelung zum Handlungskonzept Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Stromelbe“.

Die seit dem Anwendungsverbot der Europäischen Union von 2003 und der IMO von 2008 deutlich zurückgegangenen Einträge an zinnorganischen Verbindungen führen in den frisch abgelagerten Sedimenten im Hafenbereich weiterhin zu Anreicherungen. Mit einem Mittelwert von 87 µg/kg als Organozinn-Kation bei einer Anzahl von 95 Analysewerten in den Jahren 2011 und 2012 für das vor Neßsand umgelagerte Baggergut weisen die Befunde ein im Vergleich zu den Vorjahren ähnliches Belastungsniveau auf.

Die begonnenen Sanierungsmaßnahmen zur Reduktion der TBT-Belastung im nördlichen Reiherstieg zeigten eine positive Wirkung. Frisch abgelagertes Sediment aus dem nördlichen Reiherstieg konnte in der zweiten Jahreshälfte wieder nach Neßsand umgelagert werden, nur das Baggergut aus den Bereichen direkt vor den Docks musste an Land entsorgt werden. Diese Entwicklung ist auch in der Abb. 6 ersichtlich.

## 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 Eluaten 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. Angegeben wird dieses als pT-Wert (pT 0 (unverdünnt) bis pT6 (mindestens sechsmal verdünnt)). Den Sedimenten werden anschließend Toxizitätsklassen 0 – VI zugeordnet. Werden mehrere Biotestverfahren 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.

In der zweiten Jahreshälfte 2012 wurden insgesamt 35 Sedimentkerne über die gesamte Schnitttiefe beprobt und anschließend ökotoxikologisch analysiert. Die Daten sind in Abbildung 7 und in Anlage 5 dargestellt. Da es in Hamburg noch keinen allgemein anerkannten Bewertungsmaßstab für diese Ergebnisse gibt, werden sie bisher nur unterstützend zur Charakterisierung der Sedimente herangezogen.

Im Algentest wurden 2012 häufig mäßig toxische, aber auch gering toxische sowie toxische Werte ermittelt. Die Werte des Leuchtbakterientests lagen mehrheitlich im Bereich keiner oder sehr geringer Toxizität. (Abbildung 7, Anlage 5). Der Daphnientest zeigte größtenteils ökotoxikologische Wirkungen im sehr gering bis geringen, in Einzelfällen auch im mäßig toxischen Bereich.

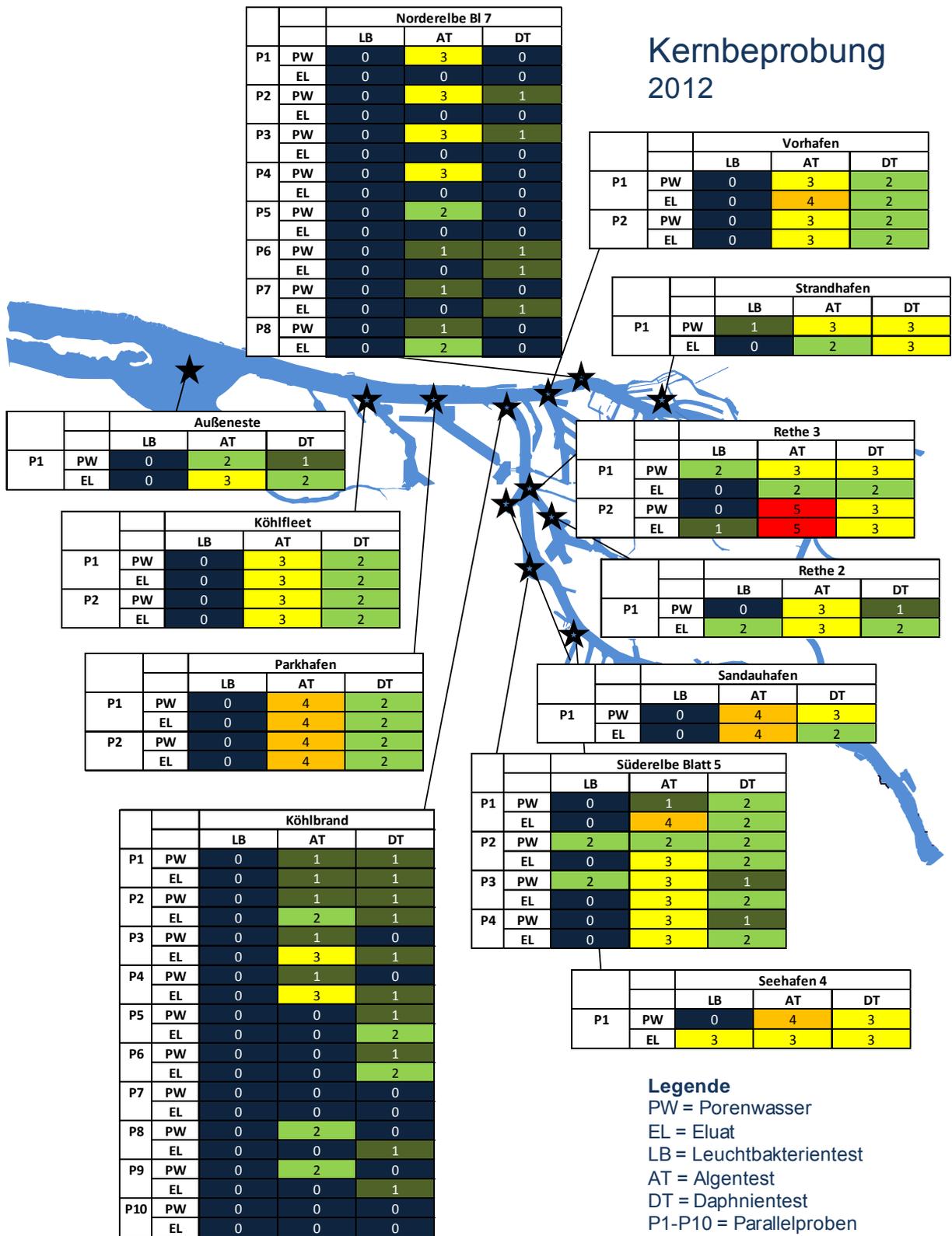


Abbildung 7: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen 2012 (Zahlenangaben stellen pT-Werte dar, Erläuterung s. Text)

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 knapp die Hälfte der Proben die Einstufung in die Klasse III (mäßig belastet). Ein Fünftel der Proben zeigt die Einstufung in die Klasse IV (belastet, Anlage X). Eine hohe Toxizität wird lediglich in einer der 35 Sedimentkerne festgestellt. Ein Drittel der Sedimentkerne ist als unbelastet 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 Sommer 2011 wurden im Rahmen dieser Untersuchung ungewöhnlich hohe Hemmwerte im Leuchtbakterientest und im limnischen Algentest ermittelt, die fast im gesamten Bereich des Hamburger Hafens auftraten. Der Daphnientest zeigte hingegen durchgängig niedrigere Toxizitäten an (Jahresbericht 2011). Im September 2011 wurden insgesamt deutlich niedrigere Toxizitäten gefunden. Dort lag die Mehrzahl der ermittelten Werte im nicht toxischen bis gering toxischen Bereich, vereinzelt wurde auch eine mäßige Toxizität festgestellt.

Hohe Werte im Leuchtbakterien- und im Algentest bei der Beprobung der Oberflächensedimente wurden auch in den Jahren 2006, 2008 und 2009 festgestellt (s. Jahresberichte dieser Jahre), wobei diese jedoch noch niedriger lagen als die im Sommer 2011 ermittelten.

Die Ursache der hohen Toxizitäten im Sommer 2011 ist nicht bekannt. In Gesprächen mit dem Amt für Hygiene und Umwelt (HU) konnte bisher keine plausible Erklärung gefunden werden. Die Höhe der chemischen Belastung war in 2011 der aus den vorangegangenen Jahren vergleichbar (s. Jahresbericht 2011). Für einen ökotoxikologisch relevanten Schadstoffeintrag, bedingt durch z.B. die Freisetzung von Altlasten, gibt es damit keine Anzeichen. Für 2012 und 2013 wurde das Messprogramm daher erweitert, um Auftreten und Ursache für die unterschiedlichen Befunde in den Oberflächenproben möglichst genau eingrenzen zu können.

Der bisherige Stand der Auswertung der Daten aus den letzten Jahren deutet, wie bereits in 2011 vermutet, weiterhin einen statistischen Zusammenhang zwischen einer höheren ökotoxikologischen Belastung der oberflächennahen Sedimente bei wärmeren Temperaturen und einer Belastungsabnahme bei kälteren Temperaturen an, dessen mögliche Ursache jedoch nicht bekannt ist.

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.

#### 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 2011/12 an 80 Sedimentkernen untersucht. Die Sauerstoffzehrung nach 180 Minuten liegt bei einem Mittelwert von 1,1 g O<sub>2</sub>/kg TS bei einer Spanne von 0,4 bis 2,6 g O<sub>2</sub>/kg TS. Die Sauerstoffzehrungswerte für das in 2012 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

Im Oktober 2012 fand eine Untersuchung zum Einfluss von Wasserinjektionsgeräten auf die Gewässergüte statt. Hierzu wird ein eigener Bericht erstellt.

### 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 in 2011 von der Flussgebietsgemeinschaft Elbe ermittelten Elbefrachten an der Dauermessstelle Schnackenburg aufgeführt; neuere Daten liegen hier nicht vor.

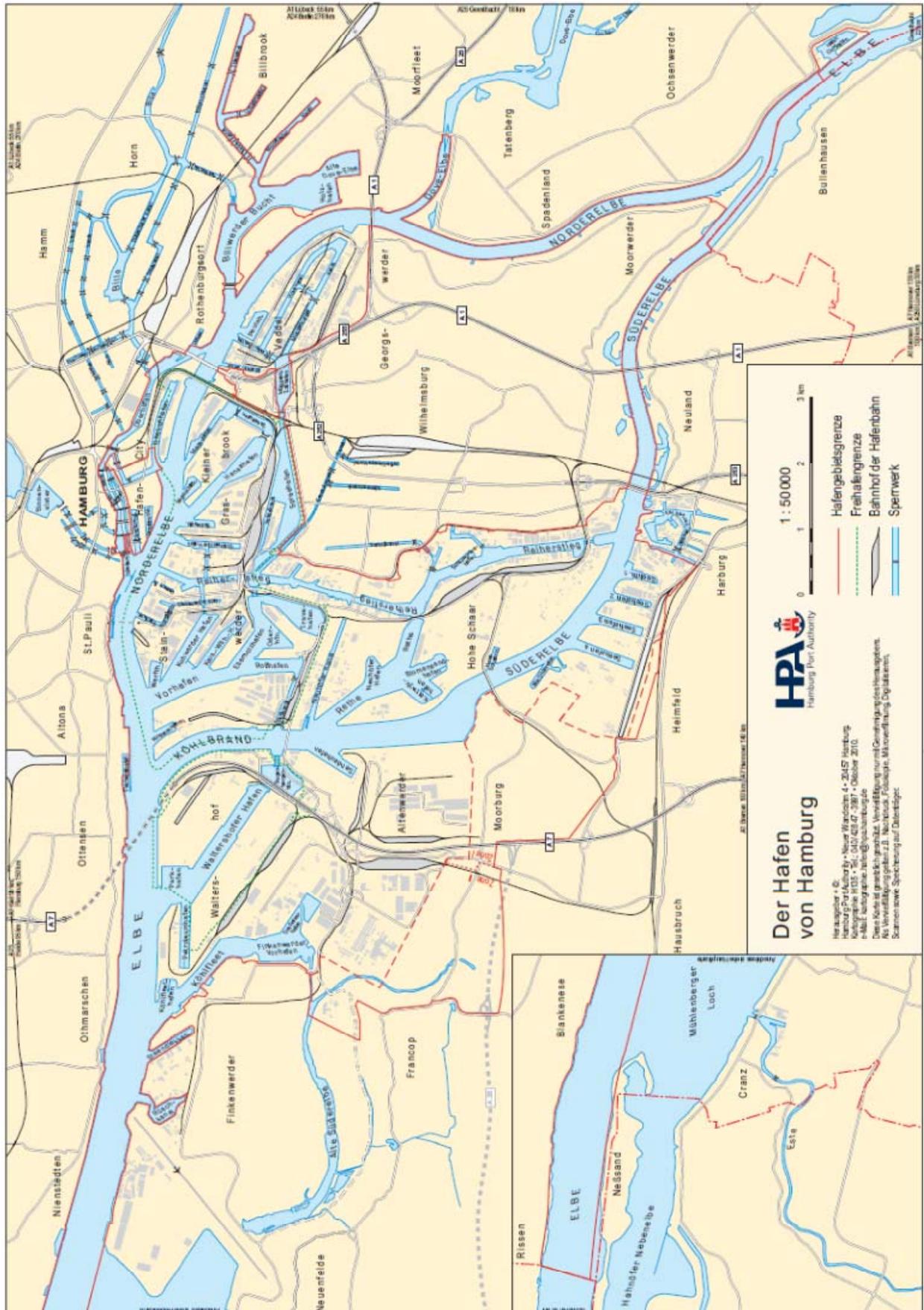
**Tabelle 3:** Berechnete bzw. abgeschätzte Schadstofffrachten 2012

Schadstoff	Einheit	Land- verbringung	Umlagerung Neßsand	Elbe 2011 Schnackenburg
Arsen	t/a	15,1	<i>33,1</i>	51
Blei	t/a	37,7	<i>72,4</i>	62
Cadmium	t/a	1,8	<i>3,6</i>	4,7
Kupfer	t/a	58,4	<i>72,4</i>	97
Nickel	t/a	13,3	<i>36,2</i>	87
Quecksilber	t/a	1,3	<i>1,6</i>	0,62
Zink	t/a	267,6	<i>640,9</i>	830
Mono-Butylzinn	kg Sn /a	25,7	<i>46,7</i>	k.A.
Di-Butylzinn	kg Sn /a	25,9	<i>16,2</i>	k.A.
Tri-Butylzinn	kg Sn /a	93,7	<i>55,7</i>	<40
Tetra-Butylzinn	kg Sn /a	21,2	<i>8,6</i>	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, während die Angaben für die Verbringung an Land und im Gewässer sich allein auf Feststoffanalysen beziehen.

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 2012 in m<sup>3</sup> Profilmäß BASSIN (gerundet), 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 Strombaumaßnahmen	
Suederelbe (2-3)			69.300		4.600		<b>73.900</b>
Norderelbe (6-7)	557.600	400	14.700			21.800	<b>594.400</b>
Suederelbe	193.900		63.600			1.000	<b>258.400</b>
Koehlbrand	303.300	17.500					<b>320.800</b>
Untereelbe	500		52.200		16.200		<b>68.800</b>
Aussen - Este	54.000	81.000					<b>135.000</b>
Muehlenberger Loch	69.500						<b>69.500</b>
Noerdl.Reiherstieg	76.700	80.500					<b>157.200</b>
Mittl. Reiherstieg		200		2.100			<b>2.200</b>
Suedl.Reiherstieg	9.900	400					<b>10.300</b>
Rethe	284.900	17.000					<b>301.900</b>
Kattwykhafen	23.700	700					<b>24.400</b>
Blumensandhafen		17.700	400			12.400	<b>30.500</b>
Hansahafen	150.800	11.600					<b>162.400</b>
Steinwerder Hafen	42.000						<b>42.000</b>
Baakenhafen		300					<b>300</b>
Elbufer	53.200	4.000					<b>57.200</b>
Kuhwerder Vorhafen	332.600						<b>332.600</b>
Werfthafen B+V	300						<b>300</b>
Kuhwerder Hafen		61.200					<b>61.200</b>
Ellerholzhafen	190.400	9.600					<b>200.000</b>

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	
Rosshafen	0	66.300	0	0		0	66.300
Sandauhafen	86.200	0	0	0		0	86.200
Parkhafen	544.000	0	0	0		0	544.000
Waltershofener Hafen	111.600	66.400	61.100	0		16.500	255.600
Finkenwerder Vorhafen	32.300	1.500	0	0		0	33.700
Petroleumhafen	37.500	0	0	0		0	37.500
Koehlfleet	668.700	600	0	0		0	669.300
Koehlfleethafen	88.300	5.000	0	0		0	93.300
Dradenauhafen	900	0	0	0		0	900
Seehafen 4	0	0	0	7.400		0	7.400
Reiherstieg Vorhafen	0	600	0	0		0	600
Billwerder Bucht	0	48.800	0	0		0	48.800
Innere Durchfahrt	0	5.100	0	0		0	5.100
Fleete/Speicher	0	20.300	0	0		4.100	24.400
Muegg.-Hovek.westl.T.	0	18.200	0	0		0	18.200
Muegg.Zollh.m.Durchf.	0	14.500	0	0		0	14.500
Marktkanal	500	0	0	0		0	500
Spreehafen	0	69.400	0	0		0	69.400
Kluetjenfelder Hafen	0	29.000	0	0		0	29.000
Ernst-August-Kanal	0	1.300	0	0		0	1.300
Rugenberger Hafen	0	2.200	0	0		0	2.200
<b>SUMME</b>	<b>3.913.200</b>	<b>651.200</b>	<b>261.300</b>	<b>9.500</b>	<b>20.700</b>	<b>55.700</b>	<b>4.911.700</b>

**Anlage 3****Statistische Auswertung der Referenzproben (Mai 2012)**

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	14	0	21,4	27,1	29,3	40,8	47,6
TOC (C)	Gew.% TS	14	0	1,9	4,6	4,7	5,8	7,2
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	14	0	4,3	45,6	43	58	63,5
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	14	0	22,3	34,1	33,5	43,6	47
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	14	0	3,5	12,6	13,3	21,7	37,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	14	0	1,5	4,9	7,1	11,7	29,6
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	14	0	0,1	0,6	2,6	8,1	12,5
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	14	1	<0,1	0,1	0,3	0,7	1,8
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	14	1	<0,1	0,1	0,2	0,1	0,8
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	14	3	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	14	0	49,3	79,5	76,5	93,3	93,5
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	14	0	60,8	94,4	89,8	97,6	98,2
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	14	0	2030	5415	5326	7113	7910
Phosphor	mg/kg TS	14	0	1000	1750	1936	2670	3100
Schwefel	mg/kg TS	14	0	2400	3700	3800	4580	5500
<b>Metalle aus der Fraktion &lt;20 µm</b>								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	14	0	32	36	43	49	113
Blei <20 µm	mg/kg TS	14	0	79	83	98	123	218
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	14	0	2,7	4,1	5,1	7,1	12
Chrom <20 µm	mg/kg TS	14	0	72	78	86	90	180
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	14	0	68	81	98	113	248
Nickel <20 µm	mg/kg TS	14	0	39	41	44	49	66
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	14	0	1,6	1,8	2,7	3	13
Zink <20 µm	mg/kg TS	14	0	671	829	964	1170	2000
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	14	0	64	140	167	238	370
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	14	0	9	24	28	44	82
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	14	0	55	123	140	195	286
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	14	0	0,03	0,07	0,1	0,18	0,36
Acenaphthylen	mg/kg TS	14	4	<0,01	0,01	0,02	0,03	0,067
Acenaphthen	mg/kg TS	14	3	<0,01	0,01	0,02	0,03	0,052
Fluoren	mg/kg TS	14	0	0,02	0,03	0,05	0,09	0,19
Phenanthren	mg/kg TS	14	0	0,08	0,15	0,22	0,37	0,72
Anthracen	mg/kg TS	14	0	0,02	0,05	0,07	0,12	0,26
<u>Fluoranthren</u>	mg/kg TS	14	0	0,13	0,22	0,36	0,62	1,2
Pyren	mg/kg TS	14	0	0,11	0,19	0,3	0,50	0,96
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	14	0	0,07	0,13	0,19	0,3	0,57
Chrysen	mg/kg TS	14	0	0,07	0,13	0,19	0,31	0,56
<u>Benzo(b)fluoranthren</u>	mg/kg TS	14	0	0,07	0,15	0,2	0,34	0,52
<u>Benzo(k)fluoranthren</u>	mg/kg TS	14	0	0,04	0,07	0,09	0,15	0,23
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	14	0	0,06	0,12	0,16	0,26	0,42
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	14	0	0,02	0,05	0,06	0,1	0,11
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	14	0	0,08	0,17	0,21	0,36	0,37
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	14	0	0,09	0,2	0,24	0,42	0,46
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	14	0	0,47	0,92	1,28	2,18	3,1
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	14	0	0,91	1,74	2,51	4,2	6,94
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
PCB 28	µg/kg TS	14	0	0,54	1,0	1,3	2,3	3,3
PCB 52	µg/kg TS	14	0	0,4	1,0	1,3	2,1	3,4
PCB 101	µg/kg TS	14	0	1,5	2,1	2,4	2,8	6,0
PCB 118	µg/kg TS	14	0	0,7	1,1	1,3	1,7	3,4
PCB 138	µg/kg TS	14	0	2,1	3,4	3,8	5,1	8,2
PCB 153	µg/kg TS	14	0	3,1	5,0	5,4	7,0	11,0
PCB 180	µg/kg TS	14	0	1,8	3,4	3,6	4,7	7,2
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	14	0	9,5	15,7	17,7	23,7	39,1
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	14	0	10,1	16,8	19,0	25,4	42,5
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	14	0	0,28	0,6	1,1	1,7	5,5
beta-HCH	µg/kg TS	14	0	0,7	1,6	2,9	5,7	9,7
gamma-HCH	µg/kg TS	14	0	0,1	0,2	0,3	0,5	1,4
delta-HCH	µg/kg TS	14	0	0,38	0,6	1,1	1,3	5,7
epsilon-HCH	µg/kg TS	14	6	<0,1	0,1	0,3	0,5	1,3
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	14	0	0,15	0,4	0,6	0,8	3,7
p,p'-DDE	µg/kg TS	14	0	1,8	4,9	6,7	10,6	21
o,p'-DDD	µg/kg TS	14	0	2,1	5,6	8	12	29
p,p'-DDD	µg/kg TS	14	0	4,9	13,5	21,9	34,1	95
o,p'-DDT	µg/kg TS	14	0	0,17	1,1	1,3	2,5	3,6
p,p'-DDT	µg/kg TS	14	0	1	6,1	10,8	20,7	22
DDT-Summe	µg/kg TS	14	0	10,1	31,2	49,2	80,3	170,6
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	14	0	0,6	0,9	1,3	2,4	3,3
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	14	0	3,1	8,4	11,1	18,4	27
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	26	49	57	95	104
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	9,3	18	21	36	48
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	16	80	84	144	187
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	11	18	28	48	105
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	1,7	4,5	5,2	8,4	11
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	14	1	<1	3,4	3,6	6,3	7,2
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	14	13	<1	<1	k.MW	<1	1,9
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**

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	89	0	27,4	45,7	45	55,2	62,4
TOC (C)	Gew.% TS	89	0	0,8	2,7	2,8	4,6	5,7
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	89	0	9,5	37,2	36,5	61,4	75,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	89	0	5,6	20,5	22,1	33,1	51,7
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	85	0	0,3	19	19,3	32,9	40,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	85	0	0,7	13,1	16,6	32,4	50,9
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	4	0	24,7	27,4	31,1	40,2	45
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	89	0	0,2	2,6	4,6	12,2	24,7
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	85	17	<0,1	0,2	0,5	0,9	5,1
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	85	34	<0,1	0,1	0,2	0,5	1,9
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	4	4	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	89	41	<0,1	0,1	0,4	0,3	15,8
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	77	5	981	3200	3279	5380	7200
Phosphor	mg/kg TS	77	0	400	1200	1222	1850	3500
Schwefel	mg/kg TS	35	0	1200	3000	3000	4020	6700
<b>Metalle aus der Gesamtfraktion</b>								
Arsen	mg/kg TS	52	0	7,7	21	21	27	42
Blei	mg/kg TS	52	0	17	45	46	66	99
Cadmium	mg/kg TS	52	0	0,49	2,1	2,3	3,6	7,5
Chrom	mg/kg TS	52	0	18	45	46	65	91
Kupfer	mg/kg TS	52	0	18	45	46	67	118
Nickel	mg/kg TS	52	0	8,4	23	23	32	44
Quecksilber	mg/kg TS	52	0	0,24	1	1	1,3	4,1
Zink	mg/kg TS	52	0	124	406	407	602	1200
<b>Metalle aus der Fraktion &lt;20 µm</b>								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	89	0	28	35	37	44	60
Blei <20 µm	mg/kg TS	89	0	74	90	93	111	128
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	89	0	1,6	3,2	3,5	5,4	9,1
Chrom <20 µm	mg/kg TS	89	0	70	92	92	102	115
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	89	0	52	74	79	100	138
Nickel <20 µm	mg/kg TS	89	0	38	46	46	51	54
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	89	0	1,0	1,6	1,8	2,4	4,8
Zink <20 µm	mg/kg TS	89	0	449	678	697	889	1390
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	78	24	28	53	79	140	330
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	78	44	<10	<40	k.MW	58	120
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	78	18	21	55	76	128	279
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	86	0	0,015	0,06	0,07	0,12	0,22
Acenaphtylen	mg/kg TS	86	49	<0,01	<0,01	k.MW	0,02	0,036
Acenaphten	mg/kg TS	86	34	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,037
Fluoren	mg/kg TS	86	2	<0,01	0,03	0,03	0,05	0,11
Phenanthren	mg/kg TS	86	0	0,049	0,13	0,15	0,25	0,48
Anthracen	mg/kg TS	86	1	<0,01	0,04	0,05	0,08	0,17
<u>Fluoranthren</u>	mg/kg TS	86	0	0,085	0,22	0,25	0,42	0,75
Pyren	mg/kg TS	86	0	0,067	0,19	0,21	0,36	0,63

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	86	0	0,04	0,1	0,13	0,23	0,69
Chrysen	mg/kg TS	86	0	0,048	0,11	0,14	0,23	0,67
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	86	0	0,05	0,14	0,17	0,38	0,85
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	86	0	0,02	0,07	0,09	0,18	0,39
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	86	0	0,028	0,11	0,12	0,21	0,74
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	86	13	<0,01	0,02	0,03	0,04	0,13
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	86	0	0,03	0,1	0,11	0,16	0,49
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	86	1	<0,01	0,08	0,1	0,16	0,56
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	86	0	0,27	0,73	0,85	1,44	2,69
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	86	0	0,581	1,43	1,66	2,76	5,157
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	79	6	<0,1	0,7	0,8	1,2	3,7
PCB 52	µg/kg TS	79	1	<0,1	0,8	0,9	1,6	3,3
PCB 101	µg/kg TS	79	0	0,32	1,4	1,6	2,5	6,2
PCB 118	µg/kg TS	79	1	<0,1	0,8	0,9	1,4	2,8
PCB 138	µg/kg TS	79	0	0,77	2,4	2,7	4,2	9,4
PCB 153	µg/kg TS	79	0	1,3	3	3,5	5,6	11
PCB 180	µg/kg TS	79	0	0,49	1,9	2,4	3,9	10
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	79	0	3,93	10,3	12	18,2	38,1
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	79	0	4,28	11,1	12,9	19,6	39,8
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	79	0	0,07	0,4	0,6	1,1	3
beta-HCH	µg/kg TS	75	1	<0,1	1,1	1,4	2,7	6,1
gamma-HCH	µg/kg TS	79	3	<0,1	0,2	0,2	0,4	2,1
delta-HCH	µg/kg TS	75	0	0,14	0,5	0,7	1,2	2,5
epsilon-HCH	µg/kg TS	37	17	<0,1	0,1	0,1	0,3	0,42
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	75	9	<0,1	0,4	0,4	0,8	1,6
p,p'-DDE	µg/kg TS	79	0	0,53	3,1	3,6	6,2	14
o,p'-DDD	µg/kg TS	75	0	0,68	3,5	4,2	7,3	14
p,p'-DDD	µg/kg TS	79	0	0,76	7,5	9,4	17,2	40
o,p'-DDT	µg/kg TS	75	16	<0,1	0,4	0,6	1,4	3,4
p,p'-DDT	µg/kg TS	79	5	<0,1	2,4	4,4	11,2	29
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	79	0	0,3	1,2	1,2	2	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	79	0	0,68	4,9	6,8	12	55
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	95	1	<1	35	43,9	73,6	178
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	95	0	5,6	18	20,2	32,2	80
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	95	0	20	66	86,6	164,2	300
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	95	3	<1	13	16,2	26,2	99
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	91	50	<1	<1	k.MW	4,9	29
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	91	53	<1	<1	k.MW	4,4	17
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	95	92	<1	<1	k.MW	<1	6
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	95	94	<1	<1	k.MW	<1	1
Summe PCDD/PCDF (I-TEQ)		12	0	5,7	21,5	20,6	28,9	32
<b>Sauerstoffzehrung</b>								
02-zehrung n. 180 min	g O2/kg TS	80	0	0,43	1	1,1	1,6	2,57

### Anlage 5

#### Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2012 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= 35	Algentest N=35	Daphnientest N=35
pT 0	32	13	8
pT 1	1	1	8
pT 2	1	4	16
pT 3	1	11	3
pT 4	0	5	0
pT 5	0	1	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser pT-Stufe	N=35	N=35	N=35
pT 0	31	4	6
pT 1	1	8	12
pT 2	3	5	10
pT 3	0	13	7
pT 4	0	4	0
pT 5	0	1	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl N=35
0	2
I	3
II	7
III	16
IV	6
V	1
VI	0

#### Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2012

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2012 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz 1 (Mai 12)			Referenz 2 (Juli 12)		
	Leuchtb. N=21	Algentest N=21	Daphnient. N=21	Leuchtb. N=21	Algentest N=21	Daphnient. N=21
pT 0	4	4	14	4	3	11
pT 1	0	4	6	0	2	8
pT 2	5	1	1	3	6	2
pT 3	1	2	0	1	5	0
pT 4	2	7	0	6	1	0
pT 5	9	3	0	6	4	0
≥ pT 6	0	0	0	1	0	0
Eluat pT-Stufe	Referenz 3 (Sept/Okt12)					
	Leuchtb. N=19	Algentest N=19	Daphnient. N=19			
pT 0	9	1	9			
pT 1	2	1	9			
pT 2	3	6	1			
pT 3	2	6	0			
pT 4	2	4	0			
pT 5	1	1	0			
≥ pT 6	0	0	0			

**Anlage 6**

**Schadstoffbelastung des in der METHA und Entwässerungsfeldern klassierten Schlicks 2012**

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-%	28	0	21,1	24	23,7	24,9	25,3
Fraktion < 20 µm	Gew.-%	28	0	41,4	47,6	48,2	53,9	56,1
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	28	0	23,1	30,2	30,4	34,4	38,8
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	28	0	6,7	13,8	13,3	17,3	18,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	28	0	4,5	6,7	6,9	8,7	11
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	28	0	0,5	0,9	1	1,7	2,1
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	28	3	<0,1	0,1	0,2	0,2	2,4
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	28	6	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,5
Glühverlust	Gew.-% TS	28	0	7,6	9	8,9	9,6	9,7
TOC (C)	Gew.-% TS	28	0	2,6	3,9	3,9	4,2	4,5
Calciumcarbonat nach Scheibler	mg/kg TS	28	0	60100	77500	78114	87500	94000
pH-Wert am Feststoff	-	3	0	7,1	7,2	7,2	7,28	7,3
Cyanid ges.	mg/kg TS	28	1	<0,05	0,9	1	1,8	2,2
EOX	mg/kg TS	28	9	<0,5	0,7	0,8	1,6	2,3
<b>Nährstoffe</b>								
Ammonium	mg/kg TS	3	0	1020	1120	1123	1208	1230
Stickstoff ges.	mg/kg TS	3	0	3190	3820	3613	3828	3830
gesamt-Phosphor (als P)	mg/kg TS	3	0	2100	2500	2400	2580	2600
Gesamt-Schwefel (S)	mg/kg TS	3	0	4400	5000	4933	5320	5400
Arsen	mg/kg TS	28	0	34	39	39	43	58
Blei	mg/kg TS	28	0	79	96	98	118	130
Cadmium	mg/kg TS	28	0	3,8	4,4	4,6	5,3	6,5
Chrom ges.	mg/kg TS	28	0	60	74	75	83	93
Kupfer	mg/kg TS	28	0	110	151	152	191	216
Nickel	mg/kg TS	28	0	27	35	34,6	37,3	42
Quecksilber	mg/kg TS	28	0	2	3,5	3,5	4,3	4,8
Zink	mg/kg TS	28	0	526	712	694	756	875
Thallium	mg/kg TS	28	0	0,4	0,6	0,6	0,8	0,82
Fluor	mg/kg TS	3	0	76	83	93	113	120
Chlor	mg/kg TS	3	0	380	390	417	462	480
Calcium	mg/kg TS	3	0	32000	36000	36000	39200	40000
Eisen ges.	mg/kg TS	3	0	26000	28000	28000	29600	30000
Magnesium	mg/kg TS	3	0	5000	5700	5600	6020	6100
Mangan	mg/kg TS	3	0	1500	1500	1566,7	1660	1700
<b>Kohlenwasserstoffe</b>								
Lipophile Stoffe	mg/kg OS	28	0	88	144	165	228	326
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	28	0	230	360	361	483	500
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	28	0	37	95	95	139	147
Summe BTEX	mg/kg TS	28	28	<0,3	<0,3	k. MW	<0,3	<0,3
<b>Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	28	0	0,10	0,21	0,20	0,24	0,27
Acenaphthylen	mg/kg TS	28	28	<0,05	<0,05	k. MW	<0,05	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	28	2	<0,05	0,07	0,07	0,09	0,17
Fluoren	mg/kg TS	28	0	0,09	0,14	0,14	0,17	0,26
Phenanthren	mg/kg TS	28	0	0,39	0,63	0,65	0,83	0,98

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Anthracen	mg/kg TS	28	0	0,10	0,19	0,20	0,25	0,29
Fluoranthen	mg/kg TS	28	0	0,60	0,98	1,02	1,33	1,90
Pyren	mg/kg TS	28	0	0,51	0,79	0,84	1,00	1,50
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	28	0	0,36	0,50	0,51	0,65	0,97
Chrysen	mg/kg TS	28	0	0,34	0,47	0,49	0,67	0,87
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	28	0	0,32	0,49	0,54	0,67	0,84
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	28	0	0,13	0,24	0,25	0,33	0,45
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	28	0	0,21	0,44	0,44	0,56	0,75
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	28	1	<0,05	0,13	0,13	0,16	0,29
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	28	0	0,21	0,40	0,43	0,56	0,99
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	28	0	0,17	0,45	0,46	0,60	1,10
Summe PAK (16) *	mg/kg TS	28	0	3,99	6,15	6,43	7,80	11,16
<b>PCCC/F Dioxine und Furane I-TEQ (NATO)</b>								
alpha-HCH	ng/kg TS	5	0	54	69	73	89	91
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
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
o,p-DDE	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
p,p-DDE	µg/kg TS	5	2	<10	12	11,4	12,6	13
o,p-DDD	µg/kg TS	5	2	<10	13	12,8	15,8	17
p,p-DDD	µg/kg TS	5	0	<10	31	33,8	47	57
o,p-DDT	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
p,p-DDT	µg/kg TS	5	4	<10	<10	k. MW	9,2	22
PCB-Nr. 28	µg/kg TS	28	5	<3	4,4	4,6	6,4	9,9
PCB-Nr. 52	µg/kg TS	28	1	<3	5,2	5,5	7,5	9
PCB-Nr. 101	µg/kg TS	28	0	6,6	8,5	10,7	15,2	33
PCB-Nr. 118	µg/kg TS	28	1	<5	4,5	5,8	8,7	16
PCB-Nr. 138	µg/kg TS	28	0	8,1	11	14,7	20,9	69
PCB-Nr. 153	µg/kg TS	28	0	12	15,5	19,9	27,8	79
PCB-Nr. 180	µg/kg TS	28	0	6,7	9,8	13,4	16,8	67
Summe PCB 6 *	µg/kg TS	28	0					
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Mono-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	46	88	99	160	190
Di-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	75	130	132	173	220
Tri-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	300	610	595	732	1200
Tetra-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	60	155	162	233	350
Mono-Octylzinn (Kat.)	µg/kg TS	28	0	3,7	8,5	9,4	13	22
Di-Octylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	3,5	9,4	9,3	13,6	16
Tri-Phenylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	7	<1	4,3	5,9	13,3	19
Tri-Cyclohexylzinn (Kat.)	µg/kg TS	28	28	<1	<1	k. MW	<1	<1
<b>Eluat (DIN S4)</b>								
pH-Wert	-	28	0	6,9	7,1	7,1	7,3	7,6

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Leitfähigkeit	µS/cm	28	0	713	817	839	980	993
Abdampfrückstand	mg/l	28	0	160	431,5	442,5	566,9	623
DOC	mg/l	28	0	11	15,5	17,1	23,3	34
Ammoniumstickstoff	mg/l	28	0	16	22,5	22,8	27,6	29
Kohlenwasserstoffe H53	mg/l	3	0	0,43	1,2	0,943	1,2	1,2
Fluorid	mg/l	28	3	<0,15	0,24	0,30	0,40	1,3
Chlorid	mg/l	28	0	29	44,5	47,1	66,2	81
Sulfat	mg/l	28	0	92	151	149,4	189,2	216
Cyanid	mg/l	28	27	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	0,005
Cyanid, leicht freisetzbar	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Phenol<Index	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
AOX	mg/l	28	1	<0,01	0,03	0,033	0,043	0,05
Arsen	mg/l	28	0	0,016	0,045	0,042	0,053	0,079
Blei	mg/l	28	24	<0,001	<0,001	k. MW	0,00124	0,0023
Cadmium	mg/l	28	26	<0,0003	<0,0003	k. MW	<0,0003	0,0004
Chrom	mg/l	28	24	<0,001	<0,001	k. MW	0,00103	0,0025
Kupfer	mg/l	28	21	<0,001	<0,001	k. MW	0,00287	0,0094
Nickel	mg/l	28	0	0,0061	0,0076	0,0077	0,00925	0,0099
Quecksilber	mg/l	28	27	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	0,0002
Zink	mg/l	28	24	<0,001	<0,001	k. MW	0,00103	0,0025
Chrom<VI	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Thallium	mg/l							
Molybdän (Mo)	mg/l	28	0	0,014	0,021	0,025	0,038	0,06
Selen (Se)	mg/l	28	27	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	0,0023
Antimon (Sb)	mg/l	28	18	<0,001	<0,001	k. MW	0,0015	0,0022
Barium (Ba)	mg/l	28	0	0,025	0,084	0,083	0,095	0,100

\*) Summenberechnung mit der ganzen Bestimmungsgrenze bei Werten < BG

k. MW = Keine Mittelwertsberechnung, wenn >50% der Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze liegen