

# Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

## Teilbericht Umlagerung von Baggergut nach Neßsand

Bericht über den Zeitraum 1.1. bis 31.12.2013



## **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.....	7
4 Schadstoffuntersuchungen .....	9
4.1 Schadstoffbelastung der Sedimente .....	9
4.2 Ökotoxikologische Untersuchungen.....	12
4.3 Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente.....	14
5 Berechnung der Schadstofffrachten.....	15

## Anlagen



## Überblick

---

### Veranlassung

Gemäß dem Handlungskonzept „Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Stromelbe“ wird hiermit der Bericht für das Kalenderjahr 2013 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 6,1 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut an. Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,54 Mio. m<sup>3</sup> schlickiges Material zugeführt. Weitere rd. 0,39 Mio. m<sup>3</sup> Sand aus der Stromelbe wurden in Francop und Moorburg für Bauzwecke verspült. Es wurden rund 5,0 Mio. m<sup>3</sup> durch Verklappen bei Neßsand im Gewässer umgelagert.

Die gebaggerte Gesamtmenge des Jahres 2013 fällt im Vergleich zum Vorjahr deutlich höher aus, wobei der wesentliche Mengenanteil auf das erste Quartal entfällt. Dies ist im Wesentlichen auf Nacharbeiten zum Jahr 2012 zurückzuführen.

### Umlagerung nach Neßsand

Nach Neßsand wurden rund 5,0 Mio. m<sup>3</sup> umgelagert. Eine maximale Wochenmenge von etwa 410.000 m<sup>3</sup> fiel im Januar 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 2013 eine deutliche Schadstoffentlastung von Elbe und Nordsee zur Folge.

### Ausblick

Die Gesamtbaggermenge des Jahres 2013 mit 6 Mio. m<sup>3</sup> liegt weiter auf dem Niveau vergangener Jahre. Die erforderlichen Unterhaltungsarbeiten im Nachgang zum Vorjahr entfallen zu großen Teilen auf das Kalenderjahr 2013 und sind eine Folge des durchgängig niedrigen Abflusses der Elbe ab April 2012.

Hinsichtlich der Optimierung der Unterhaltungsarbeiten von Tideelbe und Hamburger Hafen wurde eine „Systemstudie Feinsedimente Tideelbe“ durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde BfG erstellt und veröffentlicht. Die Studie betrachtet die ökologischen Auswirkungen der Unterbringung von Feinmaterial an allen potentiellen Verbringstellen im Bereich zwischen Geesthacht und der Nordsee und stellt diese vergleichend gegenüber. An der Erstellung der Studie waren die Umweltverwaltungen der Länder beteiligt. Die Studie ist als BfG-1763 auf [www.bafg.de](http://www.bafg.de) veröffentlicht worden.

Die HPA hat zusammen mit der WSV Ende 2013 das Forum Strombau- und Sedimentmanagement Tideelbe (<http://www.dialogforum-tideelbe.de/>) ins Leben gerufen, um die Optionen für ein zukünftiges Strombau- und Sedimentmanagement gemeinsam mit der Region zu bewerten und um in diesem Rahmen auch Lösungen für die langfristige Entwicklung der Tideelbe als Lebens-, Wirtschafts- und Naturraum zu diskutieren. Die BfG Systemstudie bildet dabei eine fachliche Grundlage für die Diskussion über eine zukünftige Unterhaltungsstrategie.

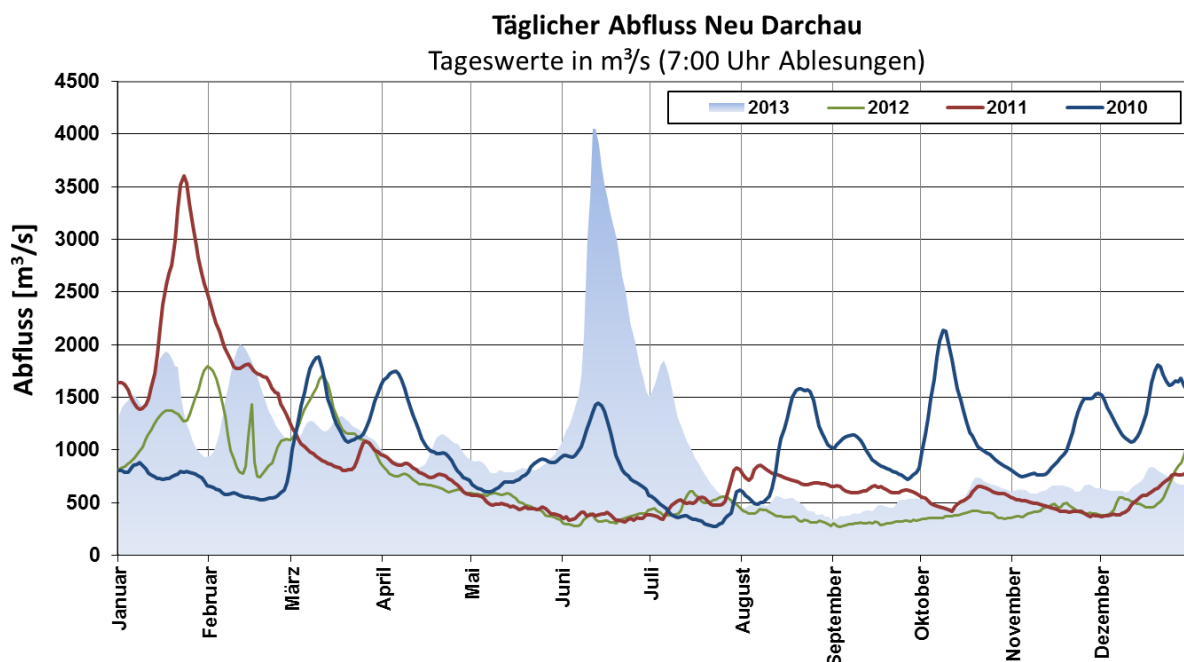
Im Rahmen der internationalen Flussgebietsgemeinschaft wurden außerdem durch das Sedimentmanagementkonzept der IKSE für Sedimente der Elbe, Vorschläge für eine gute Sedimentmanagementpraxis im Elbegebiet zur Erreichung überregionaler Handlungsziele formuliert.

## 1 Randbedingungen

### 1.1 Abflussgeschehen

Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu-Darchau, lag mit 1017 m<sup>3</sup>/sec im Jahresmittel deutlich oberhalb des langjährigen Mittels von 738 m<sup>3</sup>/sec. In der ersten Jahreshälfte lagen die Oberwasserabflüsse auf durchgehend hohem Niveau mit zwei kurzzeitigen Abflussspitzen im Februar und März um etwa 2.000 m<sup>3</sup>/sec. Das Hochwasserereignis im Juni lieferte in Neu Darchau Spitzenabflusswerte von über 4.000 m<sup>3</sup>/sec. Der Oberwasserabfluss lag zu diesem Zeitpunkt insgesamt 6 Wochen oberhalb von 1.000 m<sup>3</sup>/sec. In der zweiten Jahreshälfte ab Mitte Juli lag der Oberwasserabfluss auf einem niedrigerem Niveau, obgleich dabei 500 m<sup>3</sup>/sec nur an 57 Tagen unterschritten wurde. Der niedrigste gemessene Abflusswert betrug am 1. September nur 339 m<sup>3</sup>/sec.

In Abbildung 1 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2010 bis 2013 dargestellt.



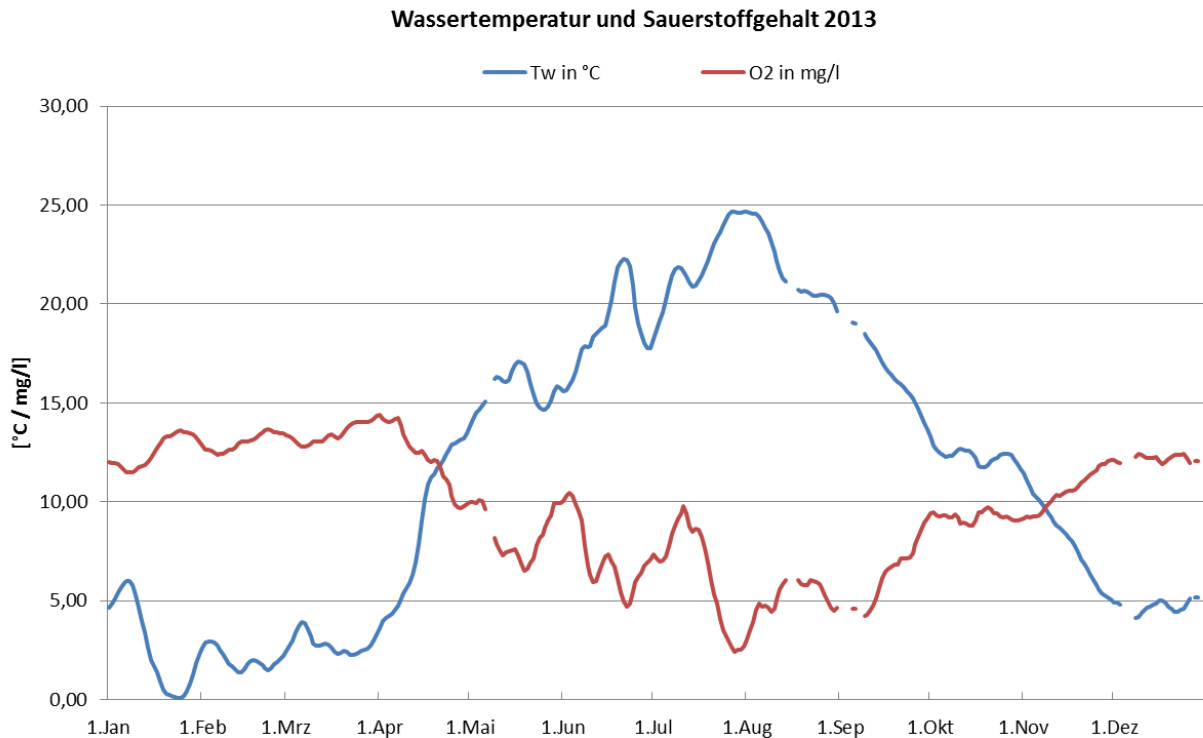
**Abbildung 1:** Abfluss am Pegel Neu-Darchau der Jahre 2010 bis 2013.

### 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 18.04. bis 8.11. betrug die Wassertemperatur mehr als 10 °C.

Die Sauerstoffgehalte lagen in der Zeit vom 22.06. bis 16.09. mit langen Unterbrechungen unterhalb von 6 mg O<sub>2</sub>/l (insgesamt 56 Tage). An 6 Tagen lag der Sauerstoffgehalt unterhalb von 3 mg O<sub>2</sub>/l. Der geringste gemessene Tagesmittelwert in 2013 betrug 2,4 mg O<sub>2</sub>/l. Die Sauerstoffsituation stellt sich damit, bedingt durch die hohen Oberwasserabflüsse, günstiger im Vergleich zu den Vorjahren dar.



**Abbildung 2:** Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte in 2013 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.

### 2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2013 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe rd. 6,1 Mio. m<sup>3</sup> Sediment gebaggert. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2013 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 2013 nach Verbleib (m<sup>3</sup> Profilmaß BASSIN)

<b>Verbleib</b>	<b>Summe</b>
Umlagerung	
▪ Sediment zur Umlagerung bei Neßsand	5.006.200
Landbehandlung	
▪ Mischboden zur Behandlung und Verwertung / Deponierung	539.400
▪ Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	391.500
▪ Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	400
Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen	
▪ Sand für Aufhöhungen	66.000
▪ Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	63.100
<b>Summe (gerundet)</b>	<b>6.066.600 m<sup>3</sup></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.

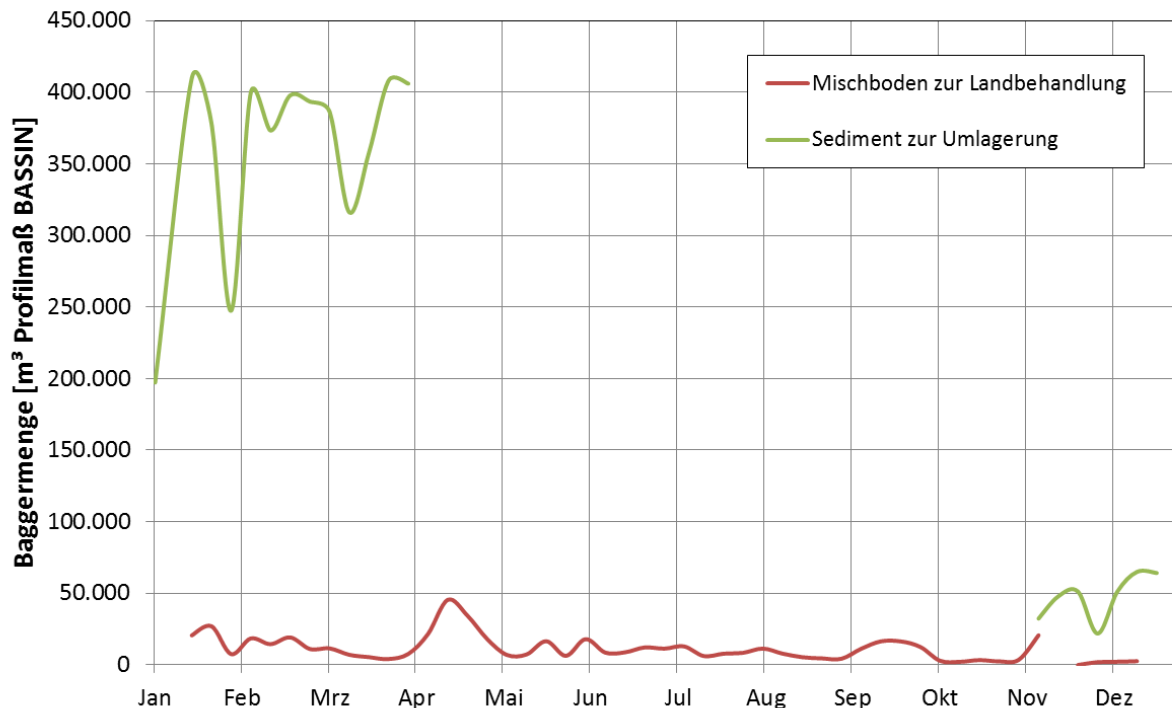
Tabelle 2: Gebaggerte Massen in 2013 (Tonnen Trockensubstanz)

<b>Verbleib</b>	<b>Sand t TS</b>	<b>Schlick t TS</b>
Umlagerung nach Neßsand	569.800	1.578.700
Baggergut zur Behandlung Francop und Moorburg	185.300	158.900
Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	602.800	8.800
Sand für Aufhöhungen	103.200	1.000
Boden für Strombaumaßnahmen	96.800	1.500
Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	0	100
<b>Summe (gerundet)</b>	<b>1.557.900</b>	<b>1.749.100</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 5,0 Mio. m<sup>3</sup> und damit 1,1 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. Die Aktivitäten der Umlagerung fanden maßgeblich in den Monaten Januar bis März statt. Die Handlungsnotwendigkeit in den Monaten November und Dezember war aufgrund der geringen Neusedimentation im Hafengebiet nur begrenzt gegeben.



**Abbildung 3:** Wöchentliche Baggergutmengen ‚Umlagerung‘ innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie ‚Landbehandlung‘ in Francop bzw. Moorburg für 2013.

## 2.4 Einsatz des Wasserinjektionsverfahrens

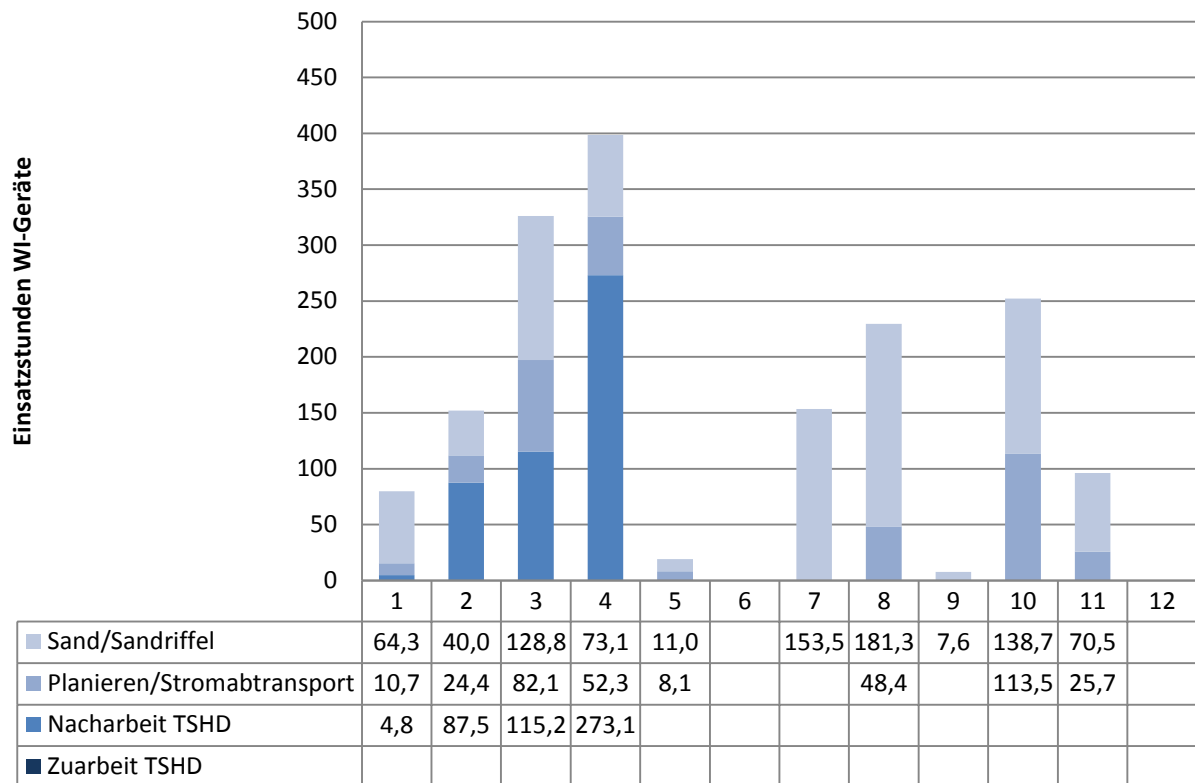
Bei der Wasserinjektionsbaggerung wird das zu entfernende Sediment durch Wasserinjektion fluidisiert. Quer zur Fahrtrichtung des Schiffes wird ein Rohr dicht über die Gewässersohle geführt, in dem in engem Abstand Wasserstrahldüsen angeordnet sind. Durch diese wird Wasser mit relativ geringem Druck in das auf der nativen 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 den jeweiligen 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 entfernt. Grundsätzlich erfolgen diese Einsätze 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 zu 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 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 gebräuchlich ist deshalb, Einsatzstunden anzugeben.

Im Jahr 2013 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt etwa 1.714 Stunden zum Einsatz. Davon entfallen etwa 1061 Stunden auf den Zeitraum April bis Oktober, wobei in 565 Stunden die Einsätze zur Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe dienten. Die meisten Einsatzstunden fielen im April an, wobei dies in direktem Zusammenhang zu den Nacharbeiten der Laderaum-/Saugbaggerarbeiten zu sehen ist. Abbildung 4 zeigt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2013.



**Abbildung 4:** Einsatzzeiten des Wasserinjektionsverfahrens 2013, monatsweise Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem vom HPA eigenen Arbeitsschiff Otto Stockhausen durchgeführt. In 2013 fielen hierbei insgesamt etwa 1290 Leistungsstunden an.

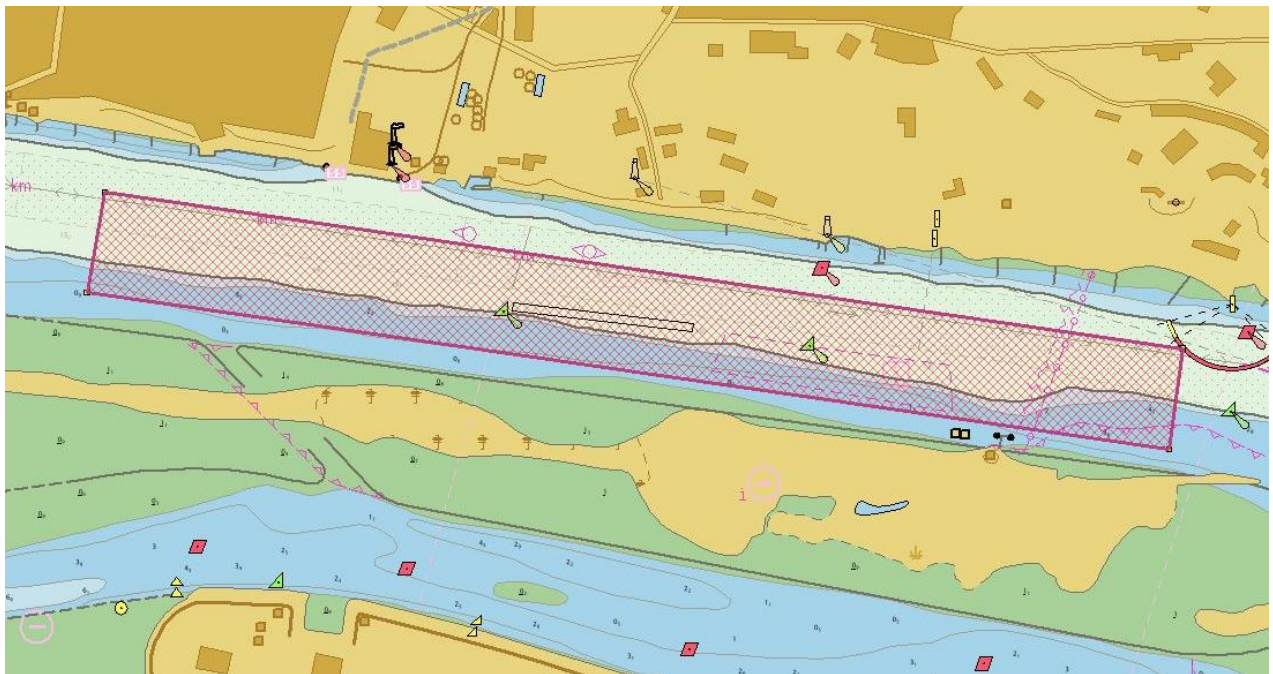




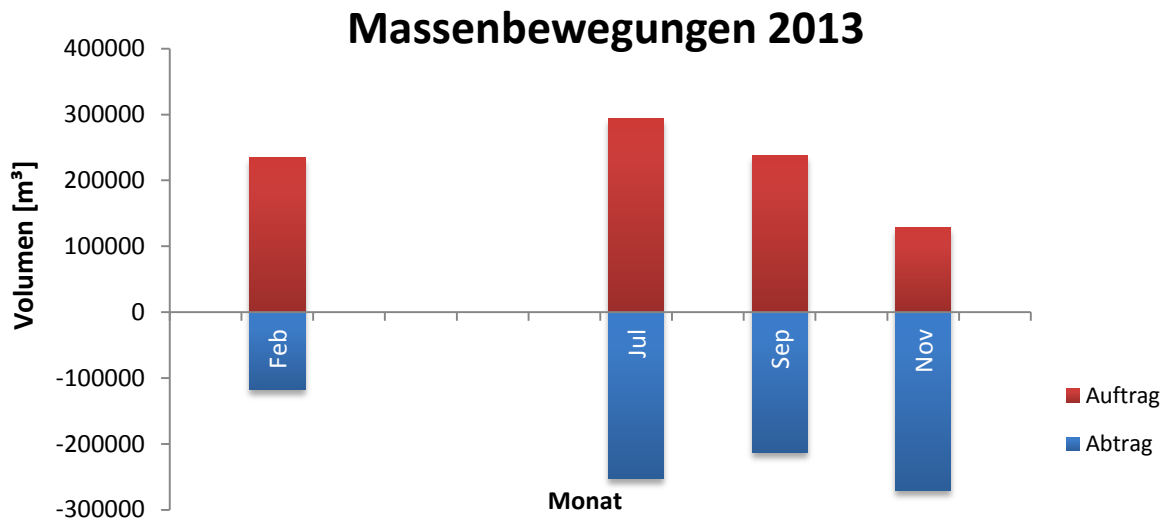
### 3 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 07.02. bis zum 12.11.2013 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 2013 einen Auftrag von lediglich 39.350 m<sup>3</sup>, obwohl insgesamt in dieses Gebiet rd. 5,0 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut verbracht wurden. 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 2013



## 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 jährlich durchgeführte Beprobung fand am 24. und 25.6.2013 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2013 sind in Anlage 3 dargestellt. Zur weiteren Aufklärung und Eingrenzung der in den beiden vorangegangenen Sommern aufgetretenen hohen Ökotoxizitätsbefunde wurde das Untersuchungsprogramm 2013 durch ergänzende reduzierte Probenkampagnen im Februar, April, September und Dezember erweitert.

- 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 2012 und in 2013 entnommenen Sedimentproben entfallen 86 Sedimentkerne auf vor Neßsand umgelagertes Baggergut. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Anlage 4 dargestellt, die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus 2013 sind in Anlage 5 abgebildet.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen aus 2013 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. Mit dem Juni-Hochwasser in 2013 kam es zu einem hundertjährigen Hochwasserereignis, das große Schadstofffrachten in kurzer Zeit in den Ästuarbereich der Elbe eintrug. Während des Durchlaufs der Hochwasserwelle sind die Sedimentationsraten im Hamburger Hafen vergleichsweise niedrig. Das in diesem Zeitraum zur Ablagerung gelangende Sediment war durch die oberstromige Schadstoffherkunft charakterisiert. Die hohe Schadstoffbelastung zu Anfang des Sommer 2013 war aber nicht prägend für das umzulagernde Baggergut im Winter 2013. Über die Sommermonate blieben die Sedimentationsraten im Hamburger Hafen moderat, erst zum Winter kam es bei dann bei länger anhaltenden niedrigen Abflüssen zu höherer Sedimentation im Hafen und der Elbe. Gleichzeitig nahm die Schadstoffprägung von oberstrom ab, es wurde wiederum verstärkt unterstrombürtiges Sediment in den Hafen eingetragen.

Die Körnungszusammensetzung der Oberflächenproben als auch der Sedimentkerne zeigte im Vergleich zu den Vorjahren einen geringfügig niedrigeren Anteil der Kornfraktionen < 20 µm und < 63 µm.

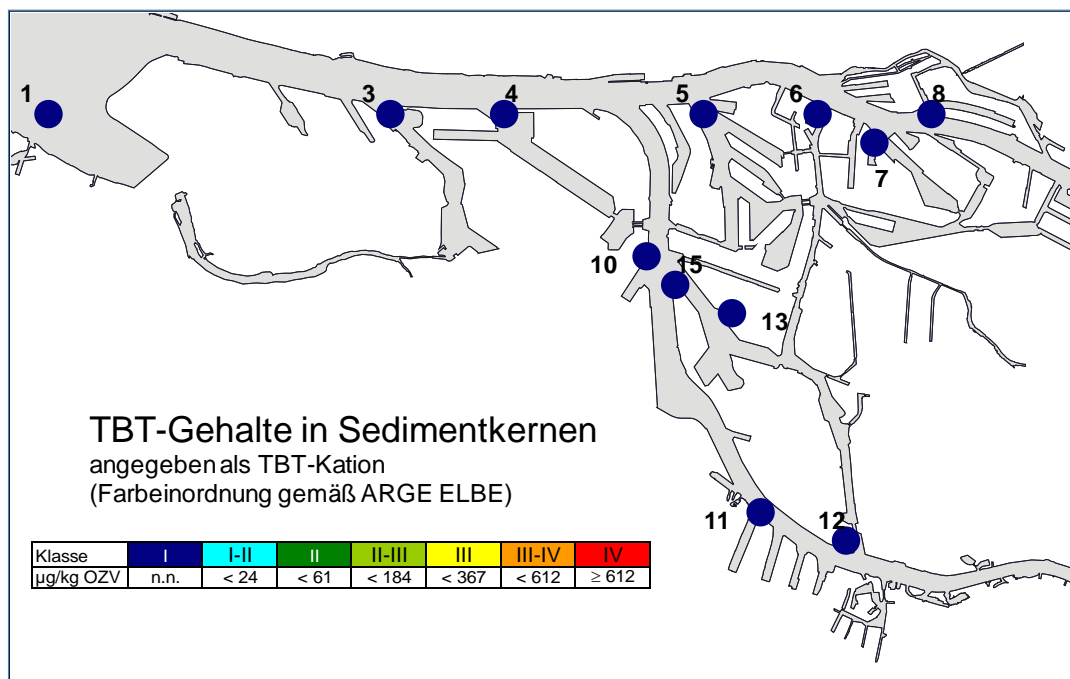
Die im Juni 2013 durchgeführte Referenzbeprobung wies auf Grund der kurz zuvor durchgelaufenen Hochwasserwelle insgesamt höhere Schadstoffgehalte in den Sedimenten auf als in den vorangegangenen Jahren. Durch das Hochwasser wurde das Belastungsmuster der Schwermetalle und Arsen im frischen, schwebstoffbürtigen Sediment der Elbe aber nicht grundlegend verändert.

Die mittlere chemische Belastung des Baggerguts, die durch die Sedimentkernuntersuchungen ermittelt wird, weist keine bedeutsamen Änderungen zu den Vorjahren auf. Die Metallgehalte liegen im Herbst 2013 im oberen Bereich der Spanne der Werte aus den vergangenen Jahren. Bei den organischen Parametern DDX und PCB sind hingegen in Relation zu den Vorjahren eher niedrige Befunde ermittelt worden.

Die Kohlenwasserstoffgehalte (Mineralöl) weisen ein ähnlich niedriges Niveau wie in den Vorjahren auf. Ebenso lassen sich bei den PAK-Verbindungen keine deutlichen Veränderungen über die Zeit erkennen. Die Entwicklung der Belastung der Sedimente mit weiteren chlororganischen Schadstoffen (HCH-Verbindungen, PeCB, HCB) zeigt ebenfalls keine wesentliche Veränderung zu den Vorjahren.

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“.





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
2012	38	95 *	89 *	118 *	164 *	109	190 *	47	[260]	65 *	78	[23]
2013	26	84 *	43 *	78	377 *	72	130	84	94	51	75	[31]

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

**Abbildung 6:** Entwicklung der Tributylzinngelhalte in Sedimentkernen der Jahre 1997-2013, eingestuft nach dem Bewertungsschema der ARGE ELBE (Angaben in µg OZK/kg TS).

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 77 µg/kg als Organozinn-Kation bei einer Anzahl von 86 Analysewerten in den Jahren 2012 und 2013 für das vor Neßsand umgelagerte Baggergut weisen die Befunde ein im Vergleich zu den Vorjahren ähnliches Belastungsniveau auf (siehe Abb. 6).

Im nördlichen Reiherstieg dagegen wurden in der zweiten Jahreshälfte 2013 erhöhte TBT-Werte vorgefunden. Das frisch abgelagerte Sediment aus dem nördlichen Reiherstieg konnte daher nicht nach Neßsand umgelagert werden. Im Fokus der Untersuchungen steht nun das Baggergut aus dem Bereich des Dockhafens. Dieses muss aufgrund der hohen TBT-Befunde weiterhin an Land entsorgt werden. Eine Sanierung des Dockhafens erscheint unumgänglich, um in Zukunft die Umlagerfähigkeit von Sedimenten gewährleisten zu können.

## 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 des Algentests kann durch auftretende Wachstumsförderungen erschwert werden, da diese mögliche Toxizitäten überdecken und somit zu falsch negativen Befunden führen. Andererseits können auch natürliche Faktoren der Testsysteme im Labor zu falsch positiven Befunden führen.

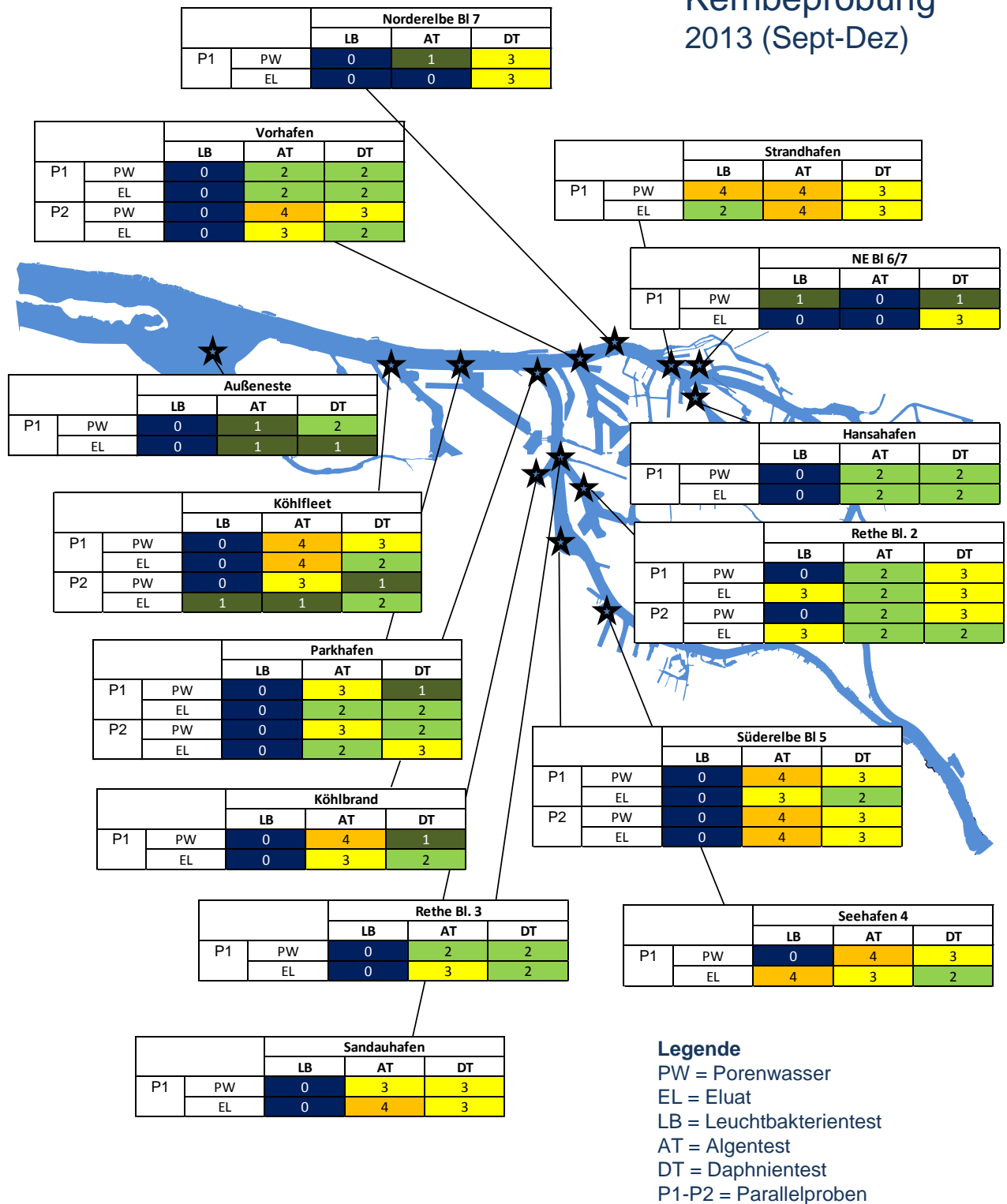
In der zweiten Jahreshälfte 2013 wurden insgesamt 19 Sedimentkerne über die gesamte Schnitttiefe beprobt und anschließend ökotoxikologisch analysiert. Die Daten sind in Abbildung 7 und in Anlage 5 dargestellt. Da es in Hamburg noch keinen allgemein anerkannten Bewertungsmaßstab für diese Ergebnisse gibt, werden sie bisher nur unterstützend zur Charakterisierung der Sedimente herangezogen.

Die im Algentest ermittelten Werte überstreichen eine Spanne von pT0 (unbelastet) bis pT4 (belastet), wobei die Werte größtenteils zwischen pT2 und pT4 liegen (Abbildung 7). Der Daphnientest zeigt überwiegend pT2 und pT3 an. Die Mehrzahl der Leuchtbakterientests ergibt einen Wert von pT0. Lediglich in den Gebieten der mittleren Reth, im Seehafen 4 und Strandhafen werden auch höhere Werte festgestellt (Abbildung 7).

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 werden jeweils 8 Kernproben damit in die Klassen III und IV eingestuft. Drei Kernproben sind als gering belastet zu bezeichnen. Die beiden höchsten Toxizitätsklassen (V und VI) werden in keiner der Proben ermittelt. Der Medianwert aller Kernproben zeigt für 2013 die Klasse III (mäßige Belastung) an.

Anzeichen für eine signifikante Veränderung des ökotoxikologischen Potenzials der umzulagernden Sedimente im Vergleich zu denen aus den vorangegangenen Jahren werden im Vergleich der Werte von 2004 bis 2013 nicht festgestellt.

## Kernbeprobung 2013 (Sept-Dez)



**Abbildung 7:** Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen 2013 (Zahlenangaben stellen pT-Werte dar, Erläuterung s. Text)

Die ökotoxikologische Analyse der Referenzmessstellen mit der oben beschriebenen Testpalette wird seit 2005 durchgeführt. Beprobte wird nur die oberste Sedimentschicht mit einer Schichtdicke von bis zu 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 (Neßsand-Bericht 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.

Die Ursache der hohen Toxizitäten im Sommer 2011 ist nicht bekannt. In Gesprächen mit dem Amt für Hygiene und Umwelt (HU), der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) konnte bisher keine plausible Erklärung gefunden werden. Die Höhe der chemischen Belastung war in 2011 der aus den vorangegangenen Jahren vergleichbar (s. Neßsand-Bericht 2011). Für einen ökotoxikologisch relevanten Schadstoffeintrag, bedingt durch z.B. die Freisetzung von Altlasten, gab es damit keine Anzeichen.

Nach Rücksprache mit HU wurde das Messprogramm in 2012 und 2013 erweitert, um Auftreten und Ursache der unterschiedlichen Befunde in den Oberflächenproben möglichst genau eingrenzen zu können. In 2013 erfolgte daher, zusätzlich zur jährlichen Referenzbeprobung, an insgesamt 7 Stationen eine Eluatuntersuchung zu mehreren Terminen im Jahresverlauf (Anlage 5).

Der für die vergangenen Jahre ermittelte, statistische Zusammenhang zwischen einer höheren ökotoxikologischen Belastung der oberflächennahen Sedimente bei wärmeren Temperaturen und einer Belastungsabnahme bei kälteren Temperaturen (s. Neßsandbericht 2012) ist für das Jahr 2013 kaum ausgeprägt. Die Referenzbeprobung an allen 19 Stationen, die im Juni 2013 im Nachgang der Hochwasserwelle stattfand, zeigte insbesondere im Leuchtbakterientest, aber auch im Algentest, relativ zu den vorangegangenen Jahren eher niedrige Werte. Das Hochwasser führte demnach nicht zu einer erhöhten ökotoxikologischen Belastung der Sedimente im Hafen.

Stattdessen wurden im Dezember 2013 außergewöhnlich hohe Werte im Algentest ermittelt. Diese traten bereits oberhalb des Hamburger Hafens bei Stover Strand auf, was auf einen Eintrag algentoxischer Substanzen von oberstrom hindeutet. Ein zweites Labor konnte die hohen Befunde im Algentest jedoch nicht bestätigen (Anlage 5). Das erweiterte Messprogramm wird in 2014 zunächst fortgesetzt. Vom Amt für Hygiene und Umwelt erfolgten zudem in 2014 weitere Analysen, über die im Jahresbericht 2014 berichtet wird.

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 2012/13 an 73 Sedimentkernen untersucht. Die Sauerstoffzehrung nach 180 Minuten liegt bei einem Mittelwert von 1,0 g O<sub>2</sub>/kg



TS bei einer Spanne von 0,3 bis 2,0 g O<sub>2</sub>/kg TS. Die Sauerstoffzehrungswerte für das in 2013 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.

## 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 2012 von der Flussgebietsgemeinschaft Elbe ermittelten Elbefrachten an der Dauermessstelle Schnackenburg aufgeführt; Daten für 2013 liegen noch nicht vor.

**Tabelle 3:** Berechnete bzw. abgeschätzte Schadstofffrachten 2013

Schadstoff	Einheit	Landver-	Umlagerung	Elbe 2012
		bringung 13	Neßsand 13	Schnackenburg*
		bezogen auf 344.200 t TS	bezogen auf 2.148.500 t TS	
Arsen	t/a	10,9	41	44
Blei	t/a	29	101	51
Cadmium	t/a	1,1	4,3	3,4
Kupfer	t/a	56	99	81
Nickel	t/a	9,5	52	66
Quecksilber	t/a	0,9	2,4	<0,2
Zink	t/a	180	778	730
Mono-Butylzinn	kg Sn /a	19,4	38,6	k.A.
Di-Butylzinn	kg Sn /a	17,8	19,4	k.A.
Tri-Butylzinn	kg Sn /a	75,8	67,6	<32
Tetra-Butylzinn	kg Sn /a	12,1	12,8	k.A.

\* Gesamt-Wasserfracht (s. Text)

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 2****Gebaggerte Mengen 2013 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	
Norderelbe (2-5)			15.600				<b>15.600</b>
Suederelbe (2-3)		8.900	278.600			600	<b>288.100</b>
Oberelbe		400			500		<b>900</b>
Norderelbe (6-7)	513.400	600				50.300	<b>564.300</b>
Suederelbe	971.400	700					<b>972.100</b>
Koehlbrand	773.700	13.000				900	<b>787.600</b>
Untereelbe	11.100		95.400		65.500	8.600	<b>180.600</b>
Aussen - Este	192.000	16.100					<b>208.100</b>
Noerdl.Reiherstieg		7.800					<b>7.800</b>
Suedl.Reiherstieg		12.100		400			<b>12.500</b>
Rethe	417.900	8.300					<b>426.200</b>
Kattwykhafen	38.400	17.300					<b>55.700</b>
Blumensandhafen		3.700					<b>3.700</b>
Neuhoefer Hafen	20.800						<b>20.800</b>
Hansahafen	61.400	27.300					<b>88.700</b>
Steinwerder Hafen		24.100				300	<b>24.400</b>
Baakenhafen		600					<b>600</b>
Grasbrookhafen		11.700					<b>11.700</b>
Sandtorhafen		17.700					<b>17.700</b>
Elbufer	120.900	5.700	700				<b>127.300</b>
Kuhwerder Vorhafen	501.300		400			200	<b>501.900</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	
Werfthafen B+V						< 100	< 100
Kuhwerder Hafen		72.000					72.000
Ellerholzhafen	74.400						74.400
Oderhafen						400	400
Kohlenschiffhafen	187.800	47.000					234.800
Sandauhafen	4.600						4.600
Parkhafen	725.000						725.000
Waltershofer Hafen	44.200		700			800	45.700
Koehlfleet	329.000					100	329.100
Koehlfleethafen	2.000						2.000
Seehafen 1	5.500					200	5.700
Seehafen 3	11.600						11.600
Billwerder Bucht		113.300					113.300
Innere Durchfahrt		17.800					17.800
Muegg.-Hovek.westl.T.		4.100					4.100
Muegg.Zollh.m.Durchf.		21.100					21.100
Spreehafen		78.500					78.500
Ernst-August-Kanal		2.700					2.700
Steinwerder Kanaele						600	600
Baggergutannahme		6.800					6.800
<b>SUMME</b>	<b>5.006.200</b>	<b>539.400</b>	<b>391.500</b>	<b>400</b>	<b>66.000</b>	<b>63.100</b>	<b>6.066.600</b>

**Anlage 3****Statistische Auswertung der Referenzproben (Juni 2013)**

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	14	0	24,1	39	40,1	57,1	62,4
TOC (C)	Gew.% TS	14	0	0,81	3,3	3,2	4,8	6
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	14	0	11,7	28,1	30,3	52,1	54,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	14	0	12	22,2	22,6	30,5	31,5
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	14	0	5,4	27,9	27,7	49,5	52,8
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	14	0	1,8	13,1	14	24,8	34,1
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	14	0	0,2	1,6	4,5	10,9	21,2
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	14	0	0,1	0,2	0,5	1	2,3
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	14	1	<0,1	0,2	0,3	0,5	1,5
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	14	6	<0,1	0,1	0,2	0,7	1
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	14	0	24,2	51,7	52,8	82	86
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	14	0	61,2	81,5	80,5	95,9	97,6
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	14	0	762	3345	3493	5501	6980
Phosphor	mg/kg TS	14	0	540	1650	1568	2370	2700
Schwefel	mg/kg TS	14	0	1000	2750	2621	4020	4400
<b>Metalle aus der Gesamtfraction</b>								
Arsen	mg/kg TS	14	0	7,8	22	20	30	32
Blei	mg/kg TS	14	0	15	46	45	66	81
Cadmium	mg/kg TS	14	0	0,52	2,0	2,0	4,0	4,8
Chrom	mg/kg TS	14	0	16	37	37	55	60
Kupfer	mg/kg TS	14	0	16	53	51	70	84
Nickel	mg/kg TS	14	0	8,5	21	21	30	37
Quecksilber	mg/kg TS	14	0	0,26	1,0	1,0	2,0	2,2
Zink	mg/kg TS	14	0	121	447	426	632	792
<b>Metalle aus der Fraktion &lt;20 µm</b>								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	14	0	35	41	42	47	53
Blei <20 µm	mg/kg TS	14	0	99,7	114	116	125	149
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	14	0	3,6	6,2	6	6,4	8,1
Chrom <20 µm	mg/kg TS	14	0	81	93	91	98	99,1
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	14	0	101	112	119	141	168
Nickel <20 µm	mg/kg TS	14	0	46	49	49	52	53
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	14	0	1,7	2,2	2,3	2,8	3,4
Zink <20 µm	mg/kg TS	14	0	788	1090	1079	1164	1390
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	14	0	30	92	109	174	230
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	14	5	<10	5	5	22	26,8
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	14	0	25	89	98	153	199
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	14	0	0,02	0,09	0,09	0,14	0,16
Acenaphylen	mg/kg TS	14	3	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,06
Acenaphthen	mg/kg TS	14	2	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,027
Fluoren	mg/kg TS	14	1	<0,01	0,04	0,04	0,06	0,11
Phenanthren	mg/kg TS	14	0	0,04	0,21	0,24	0,34	0,83
Anthracen	mg/kg TS	14	0	0,01	0,07	0,08	0,11	0,25
Fluoranthren	mg/kg TS	14	0	0,07	0,4	0,42	0,62	1,1
Pyren	mg/kg TS	14	0	0,06	0,34	0,34	0,52	0,86
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	14	0	0,04	0,19	0,2	0,29	0,54
Chrysen	mg/kg TS	14	0	0,04	0,18	0,19	0,28	0,46

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	14	0	0,04	0,19	0,2	0,32	0,48
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	14	0	0,02	0,11	0,1	0,15	0,22
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	14	0	0,03	0,18	0,18	0,29	0,43
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	14	1	<0,01	0,04	0,05	0,08	0,12
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	14	0	0,03	0,15	0,15	0,23	0,3
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	14	0	0,03	0,16	0,17	0,27	0,37
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	14	0	0,23	1,18	1,22	1,88	2,90
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	14	0	0,47	2,36	2,48	3,75	6,30
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	14	0	0,21	1,2	1,1	1,7	2
PCB 52	µg/kg TS	14	0	0,2	0,9	1,0	1,5	2,0
PCB 101	µg/kg TS	14	0	0,7	2,1	2,0	3,1	3,2
PCB 118	µg/kg TS	14	0	0,4	1,3	1,2	1,5	2,1
PCB 138	µg/kg TS	14	0	1,0	3,1	2,9	4,3	6,2
PCB 153	µg/kg TS	14	0	1,5	4,2	4,0	6,0	7,3
PCB 180	µg/kg TS	14	0	0,9	2,8	2,9	5,0	5,7
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	14	0	4,4	15,1	13,9	21,4	23,6
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	14	0	4,8	16,4	15,1	23,3	24,9
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	14	0	0,2	1	1	1,4	1,9
beta-HCH	µg/kg TS	14	0	0,47	2,4	2,6	4	4,2
gamma-HCH	µg/kg TS	14	0	0,08	0,3	0,3	0,5	0,56
delta-HCH	µg/kg TS	14	0	0,33	1,2	1,1	1,7	1,8
epsilon-HCH	µg/kg TS	14	1	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,39
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	14	1	<0,1	0,5	0,4	0,7	0,87
p,p'-DDE	µg/kg TS	14	0	0,77	5,3	5	8,9	10
o,p'-DDD	µg/kg TS	14	0	0,92	6,1	5,7	9	11
p,p'-DDD	µg/kg TS	14	0	2,5	15	14,5	23,8	26
o,p'-DDT	µg/kg TS	14	0	0,14	0,8	1,3	2,2	5,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	14	0	1,2	6,7	14,5	29,8	77
DDT-Summe	µg/kg TS	14	0	5,6	37,2	41,6	72,4	114
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	14	0	0,33	1,7	1,6	2,5	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	14	0	1,9	13	11,5	16,7	17
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	12	36	39	61	71
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	9	30	30	42	57
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	31	82	140	276	730
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	14	0	8	24	28	49	66
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	14	5	<1	3	3,7	8,7	12
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	14	5	<1	2	1,4	4,4	5
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 2012/13 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	86	0	28,9	45,6	46,3	53,1	69,9
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	865	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 Gesamtfraction</b>								
Arsen	mg/kg TS	40	0	5,2	19	19	23	28
Blei	mg/kg TS	40	0	10	49	47	61	76
Cadmium	mg/kg TS	40	0	0,39	2,1	2	2,4	4,4
Chrom	mg/kg TS	40	0	12	45	47	61	76
Kupfer	mg/kg TS	40	0	18	46	46	56	79
Nickel	mg/kg TS	40	0	6,2	24	24	31	37
Quecksilber	mg/kg TS	40	0	0,19	1,1	1,1	1,3	2,5
Zink	mg/kg TS	40	0	94	367	362	456	633
<b>Metalle aus der Fraktion &lt;20 µm</b>								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	80	0	28	35	36	40	51
Blei <20 µm	mg/kg TS	80	0	74	91	92	99	127
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	80	0	1,6	3,2	3,3	4,6	7,5
Chrom <20 µm	mg/kg TS	80	0	80	93	93	99	127
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	80	0	52	80	81	98	137
Nickel <20 µm	mg/kg TS	80	0	39	46	46	48	62
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	80	0	1,0	1,6	1,9	2,3	4,6
Zink <20 µm	mg/kg TS	80	0	449	650	680	877	1270
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	70	29	<20	45	75	110	290
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	70	46	<10	<40	k.MW	41	120
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	70	22	<20	66	76	110	240
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	78	0	0,015	0,06	0,07	0,09	0,19
Acenaphtylen	mg/kg TS	78	41	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,03
Acenaphten	mg/kg TS	78	28	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,032
Fluoren	mg/kg TS	78	2	<0,01	0,03	0,03	0,04	0,1
Phenanthren	mg/kg TS	78	0	0,049	0,14	0,14	0,18	0,39
Anthracen	mg/kg TS	78	0	0,01	0,04	0,04	0,06	0,12
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	78	0	0,08	0,23	0,23	0,3	0,64
Pyren	mg/kg TS	78	0	0,063	0,19	0,19	0,24	0,55

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	78	0	0,033	0,1	0,11	0,16	0,39
Chrysen	mg/kg TS	78	0	0,038	0,12	0,12	0,17	0,37
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	78	0	0,044	0,13	0,15	0,2	0,5
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	78	0	0,018	0,06	0,08	0,1	0,3
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	78	0	0,028	0,1	0,1	0,14	0,35
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	78	17	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,1
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	78	0	0,019	0,09	0,09	0,12	0,37
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	78	1	<0,01	0,07	0,08	0,11	0,42
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	78	0	0,215	0,67	0,74	1,02	2,43
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	78	0	0,485	1,43	1,5	1,97	4,701
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	71	6	<0,1	0,8	0,8	1,1	2,7
PCB 52	µg/kg TS	71	1	<0,1	0,8	0,9	1,2	2,2
PCB 101	µg/kg TS	71	0	0,32	1,5	1,6	2,1	6,2
PCB 118	µg/kg TS	71	1	<0,1	0,8	0,8	1,1	1,8
PCB 138	µg/kg TS	71	0	0,69	2,5	2,7	3,5	9,4
PCB 153	µg/kg TS	71	0	1,2	3,1	3,3	4,3	11
PCB 180	µg/kg TS	71	0	0,49	2,2	2,3	3,1	10
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	71	0	3,52	10,9	11,6	15,2	38,1
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	71	0	3,7	11,6	12,4	16,3	39,5
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	69	0	0,07	0,5	0,7	0,8	10
beta-HCH	µg/kg TS	69	1	<0,17	1	1,2	1,5	4,9
gamma-HCH	µg/kg TS	69	3	<0,066	0,2	0,3	0,3	2,1
delta-HCH	µg/kg TS	69	0	0,14	0,6	0,7	0,9	3,5
epsilon-HCH	µg/kg TS	25	11	<0,1	0,1	0,1	0,1	0,56
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	69	10	<0,09	0,3	0,4	0,6	1,3
p,p'-DDE	µg/kg TS	69	0	0,53	3	3,3	5	7,8
o,p'-DDD	µg/kg TS	69	0	0,68	3,4	3,8	5,5	11
p,p'-DDD	µg/kg TS	69	0	1,6	8	8,9	13	27
o,p'-DDT	µg/kg TS	69	16	<0,05	0,4	0,4	0,7	1,3
p,p'-DDT	µg/kg TS	69	2	<0,05	2	2,9	3,9	19
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	69	0	0,19	1,3	1,3	1,9	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	69	0	1,5	5,6	7,1	10	55
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	86	1	<1	23,5	26,6	36	94
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	86	0	4,1	15,5	17,7	22	69
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	86	0	15	65,5	77,1	109	260
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	86	3	<1	13	17,6	22	97
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	86	66	<1	<1	k.MW	1,4	10
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	86	60	<1	<1	k.MW	2	7
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	86	85	<1	<1	k.MW	<1	3,8
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	86	86	<1	<1	k.MW	<1	<1
Summe PCDD/PCDF (I-TEQ)		8	0	13	24	26,6	36,6	45
<b>Sauerstoffzehrung</b>								
02-zehrung n. 180 min	g O2/kg TS	73	0	0,28	0,9	1	1,2	2



### Anlage 5

#### Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2013 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= 19	Algentest n=19	Daphnientest n=19
pT 0	14	2	0
pT 1	1	2	1
pT 2	1	6	11
pT 3	2	5	7
pT 4	1	4	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser pT-Stufe	n=19	n=19	n=19
pT 0	17	1	0
pT 1	1	2	0
pT 2	0	5	5
pT 3	0	4	10
pT 4	1	7	4
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n=19
0	0
I	0
II	3
III	8
IV	8
V	0
VI	0

#### Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2013

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2013 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juni 13		
	Leucht- b. (LB) n=19	Algentest (AT) n=19	Daphnient. (DT) n=19
pT 0	13	5	14
pT 1	2	3	5
pT 2	2	6	0
pT 3	1	2	0
pT 4	1	0	0
pT 5	0	3	0
≥ pT 6	0	0	0

	Beprobung an 7 ausgewählten Referenzmessstellen															
	Feb 13 (n=5)			April 13 (n=6)			Juni 13 (n=7)*			Sept 13 (n=7)			Dez 13 (n=7)			
	LB	AT	DT	LB	AT	DT	LB	AT	DT	LB	AT	DT	LB	AT	AT2**	DT
pT 0	3	0	4	3	0	5	4	1	5	2	1	2	5	0	4	6
pT 1	0	2	1	1	3	1	1	2	2	0	0	4	0	0	2	1
pT 2	1	2	0	0	1	0	1	2	0	1	3	1	1	0	1	0
pT 3	2	1	0	1	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
pT 4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3	1	0	1	1	0	0
pT 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0
≥ pT 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0

\* Daten der 7 Proben von Juni 2013 Teil des Datensatzes „Referenz Juni 13“

\*\* AT2 : Kontrollmessung bei einem zweiten Labor (s. Text)

**Anlage 6****Schadstoffbelastung des in der METHA und Entwässerungsfeldern klassierten Schlicks 2013**

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-%	35	0	22,4	25,4	32,7	63,5	91,4
Fraktion < 20 µm	Gew.-%	35	0	16,8	41,1	40,6	46,92	49,2
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	35	0	8,7	29,7	28,4	33,32	34,2
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	35	0	2,3	15,5	16,0	21,3	27,8
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	35	0	3,1	7,6	8,5	12,56	19,5
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	35	0	0,7	1,7	5,0	11,86	54
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	35	1	<0,1	0,2	0,7	1,98	8
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	35	1	<0,1	0,3	0,8	1,44	9,7
Glühverlust	Gew.-% TS	35	0	3,8	7,9	7,7	9	9,6
TOC (C)	Gew.-% TS	35	0	1,7	3,3	3,3	3,8	5,2
Calciumcarbonat nach Scheibler	mg/kg TS	35	0	15300	75500	72991	84720	97700
pH-Wert am Feststoff	-	2	0	6,5	6,65	6,65	6,77	6,8
Cyanid ges.	mg/kg TS	35	11	<0,05	0,35	0,4	0,8	2,4
EOX	mg/kg TS	35	16	<0,5	0,6	0,9	1,8	2,1
<b>Nährstoffe</b>								
Ammonium	mg/kg TS	2	0	1120	1160	1160	1192	1200
Stickstoff ges.	mg/kg TS	2	0	3370	3385	3385	3397	3400
gesamt-Phosphor (als P)	mg/kg TS	2	0	2100	2300	2300	2460	2500
Gesamt-Schwefel (S)	mg/kg TS	2	0	4300	4450	4450	4570	4600
Arsen	mg/kg TS	35	0	19	37	37	47,2	71
Blei	mg/kg TS	35	0	51	92	95	117,6	182
Cadmium	mg/kg TS	35	0	2	3,8	3,8	5,0	6,7
Chrom ges.	mg/kg TS	35	0	33	65	62	77	85
Kupfer	mg/kg TS	35	0	65	172	188	265	536
Nickel	mg/kg TS	35	0	18	33	32	37,4	47
Quecksilber	mg/kg TS	35	0	1,5	3	3,1	3,8	5,3
Zink	mg/kg TS	35	0	382	626	603	735	798
Thallium	mg/kg TS	35	0	0,3	0,6	0,6	0,7	0,9
Fluor	mg/kg TS	2	0	150	170	170	186	190
Chlor	mg/kg TS	2	0	300	310	310	318	320
Calcium	mg/kg TS	2	0	29000	31500	31500	33500	34000
Eisen ges.	mg/kg TS	2	0	25000	27500	27500	29500	30000
Magnesium	mg/kg TS	2	0	5300	5350	5350	5390	5400
Mangan	mg/kg TS	2	0	1600	1650	1650	1690	1700
<b>Kohlenwasserstoffe</b>								
Lipophile Stoffe	mg/kg OS	35	0	94	172	175	247	283
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	35	0	200	360	378	560	660
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	35	0	40,4	92	98	162,2	198
Summe BTEX	mg/kg TS	35	35	<0,1	<0,1	k. MW	<0,1	<0,1
<b>Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	35	3	<0,05	0,21	0,21	0,33	0,43
Acenaphthylen	mg/kg TS	35	31	<0,05	<0,05	k. MW	0,01	0,061
Acenaphthen	mg/kg TS	35	7	<0,05	0,08	0,08	0,12	0,16
Fluoren	mg/kg TS	35	5	-0,05	0,16	0,15	0,23	0,31

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Phenanthren	mg/kg TS	35	0	0,07	0,65	0,64	0,96	1,3
Anthracen	mg/kg TS	35	2	-0,05	0,25	0,23	0,36	0,39
Fluoranthen	mg/kg TS	35	0	0,14	1,00	1,01	1,40	2,1
Pyren	mg/kg TS	35	0	0,14	0,82	0,79	1,10	1,4
Benzo(a)anthracen	mg/kg TS	35	0	0,08	0,53	0,51	0,76	0,84
Chrysen	mg/kg TS	35	0	0,08	0,48	0,47	0,70	0,86
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	35	0	0,10	0,52	0,50	0,71	0,93
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	35	0	0,05	0,27	0,25	0,37	0,45
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	35	0	0,07	0,47	0,44	0,68	0,74
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	35	5	-0,05	0,12	0,13	0,21	0,32
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	35	0	0,07	0,39	0,42	0,64	0,9
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	35	0	0,06	0,47	0,45	0,68	0,96
Summe PAK (16) *	mg/kg TS	35	0	1,2	6,7	6,3	9,5	11,0
<b>PCCC/F Dioxine und Furane I-TEQ (NATO)</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	1,1	1,8	1,88	2,53	3,7
beta-HCH	µg/kg TS	10	0	1,1	2,4	2,59	4,65	5,1
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,43	0,6	0,67	0,96	1,2
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	10	0	1,2	2,2	3,34	4,72	13
p,p-DDE	µg/kg TS	10	0	8,2	11	14,24	19,2	39
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	8,4	18,5	28,36	43,5	120
p,p-DDD	µg/kg TS	10	0	19	47	74,9	117,2	290
o,p-DDT	µg/kg TS	10	0	1,1	1,8	2,51	5,37	6,9
p,p-DDT	µg/kg TS	10	0	5,1	26	37,23	59,2	160
PCB-Nr. 28	µg/kg TS	35	14	<3	3,2	4,2	4,8	8,4
PCB-Nr. 52	µg/kg TS	35	5	<3	5,5	6,5	10,6	12
PCB-Nr. 101	µg/kg TS	35	4	<3	9,9	11,3	18,2	24
PCB-Nr. 118	µg/kg TS	35	7	<3	5,3	6,6	9,2	13
PCB-Nr. 138	µg/kg TS	35	1	<3	19	20,5	32,4	58
PCB-Nr. 153	µg/kg TS	35	1	<3	15	15,5	25,4	41
PCB-Nr. 180	µg/kg TS	35	5	<3	13	13,7	19,2	42
Summe PCB 6 *	µg/kg TS	35	0	24,6	74,6	78,3	119	195
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Mono-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	37	97	96	140	250
Di-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	24	120	117	170	230
Tri-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	84	600	621	854	1100
Tetra-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	0	4,8	120	119	180	210
Mono-Octylzinn (Kat.)	µg/kg TS	35	1	<1	6,7	6,9	10,6	18
Di-Octylzinn (Kation)	µg/kg TS	34	1	<1	7,1	7,8	10,7	38
Tri-Phenylzinn (Kation)	µg/kg TS	35	3	<1	7,2	9,0	16	33
Tri-Cyclohexylzinn (Kat.)	µg/kg TS	35	35	<1	<1	k. MW	<1	<1
<b>Eluat (DIN S4)</b>								
pH-Wert	-	35	0	6,6	7,1	7,1	7,4	7,5
Leitfähigkeit	µS/cm	35	0	234	783	776	848,4	918
Abdampfdruckstand	mg/l	35	0	142	422	437	583,4	609

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
DOC	mg/l	35	0	2,1	16	14,4	20,6	28
Chlorid	mg/l	35	0	1,4	31	27	35,6	39
Sulfat	mg/l	35	0	78	135	162	243,2	425
Fluorid	mg/l	35	3	<0,3	0,23	0,236	0,296	0,47
Ammonium-N	mg/l	35		<0,02	24		31,8	37
Cyanide gesamt	mg/l	35	35	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Antimon	mg/l	35	15	<0,001	0,0011	0,001	0,002	0,0028
Barium	mg/l	35	0	0,028	0,071	0,073	0,095	0,14
Molybdän	mg/l	35	1	<0,001	0,025	0,023	0,034	0,05
Selen	mg/l	35	35	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	<0,002
Kohlenwasserstoffe H53	mg/l	2	0	4,3	5,2	6,1	5,92	6,1
Arsen	mg/l	35	0	0,003	0,04	0,039	0,069	0,1
Blei	mg/l	35	31	<0,001	<0,001	k. MW	0,001	0,0086
Cadmium	mg/l	35	32	<0,0003	<0,0003	k. MW	<0,0003	0,0011
Chrom VI	mg/l	35	35	<0,025	<0,025	k. MW	<0,025	<0,025
Chrom Gesamt	mg/l	35	31	<0,001	<0,001	k. MW	0,0002	0,0073
Kupfer	mg/l	35	15	<0,001	0,001	0,003	0,007	0,012
Nickel	mg/l	35	0	0,001	0,008	0,008	0,011	0,015
Quecksilber	mg/l	35	34	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	0,0005
Zink	mg/l	35	20	<0,01	<0,01	k. MW	0,026	0,12
Cyanide, l. freisetzbar	mg/l	35	35	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Gesamtphenol	mg/l	35	35	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
AOX	mg/l	35	0	0,01	0,04	0,04	0,06	0,1

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

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