

Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

Teilbericht Umlagerung von Baggergut nach Neßsand

Bericht über den Zeitraum 1.1. bis 31.12.2014



Inhalt

Überblick.....	1
1 Randbedingungen.....	2
1.1 Abflussgeschehen	2
1.2 Gewässergüte.....	3
2 Baggermengen	3
2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib	4
2.2 Baggermassen.....	4
2.3 Zeitliche Verteilung	5
2.4 Einsatz des Wasserinjektionsverfahrens.....	6
3 Peilungen und Volumenvergleich.....	7
4 Schadstoffuntersuchungen	9
4.1 Schadstoffbelastung der Sedimente	9
4.2 Ökotoxikologische Untersuchungen.....	11
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 2014 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 4,5 Mio. m³ Baggergut an. Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,39 Mio. m³ schlickiges Material zugeführt. Weitere rd. 0,24 Mio. m³ Sand aus der Stromelbe wurden in Francop und Moorburg für Bauzwecke verspült, 7.800 m³ Boden wurden entsorgt. Insgesamt wurden rund 2,7 Mio. m³ durch Verklappen bei Neßsand im Gewässer umgelagert.

Die gebaggerte Gesamtmenge des Jahres 2014 fällt im Vergleich zum Vorjahr etwa 1,5 Mio. m³ geringer aus.

Umlagerung nach Neßsand

Nach Neßsand wurden rund 2,7 Mio. m³ umgelagert. Eine maximale Wochenmenge von etwa 270.000 m³ fiel im März an. Begrenzungen der Umlagerungen ergeben sich aus der Schadstoffbelastung des Sediments sowie zeitlichen Einschränkungen zum Schutz empfindlicher Gewässerorganismen und der Gewässergüte. Zur Reduktion von Einschränkungen für die Schifffahrt in kritischen Hafenbereichen war es bereits Anfang Oktober zur Aufrechterhaltung des Hafenbetriebs erforderlich, mit einer vorzeitigen Umlagerung bei Neßsand zu beginnen.

Verbringung in die Nordsee

Auf Grundlage eines Einvernehmens mit dem Land Schleswig-Holstein wurden rd. 1,0 Mio. m³ Baggergut in die Nordsee in die Nähe der Tonne E3 verbracht. Dazu wird ein separater Bericht vorgelegt.

Ausblick

Die Gesamtbaggermenge des Jahres 2014 mit 4,5 Mio. m³ liegt weiter auf dem Niveau vergangener Jahre.

Hinsichtlich der Optimierung der Unterhaltungsarbeiten von Tideelbe und Hamburger Hafen wurde eine „Systemstudie Feinsedimente Tideelbe“ durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde BfG erstellt und in 2014 veröffentlicht (BfG-1763 auf www.bafg.de). Sie betrachtet die ökologischen Auswirkungen der Unterbringung von Feinmaterial an allen potentiellen Verbringstellen im Bereich zwischen Geesthacht und der Nordsee und stellt diese vergleichend gegenüber.

Die HPA hat zusammen mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) im Jahr 2014 das Forum Strombau- und Sedimentmanagement Tideelbe fortgeführt, um die Optionen für ein zukünftiges Strombau- und Sedimentmanagement gemeinsam mit der Region zu bewerten und um in diesem Rahmen Lösungen für die langfristige Entwicklung der Tideelbe als Lebens-, Wirtschafts- und Naturraum zu diskutieren. Der Endbericht ist seit dem 27. Juli 2015 unter www.dialogforum-tideelbe.de einsehbar.

Sowohl die fachlichen Einschätzungen aus der BfG-Systemstudie als auch die wichtigen Anregungen aus dem Forum geben sehr wichtige Hinweise für die Weiterentwicklung des Strombau- und Sedimentmanagementkonzepts für die Tideelbe. Die Unterhaltungssituation im Sommer 2014 zeigt, dass die natürlichen Randbedingungen stärker in den Unterhaltungskonzepten berücksichtigt werden müssen, um eine langfristige Bewirtschaftung des Sedimenthaushaltes ökologischer und wirtschaftlicher zu gestalten.

Mit der Gründung einer „Ästuarpartnerschaft“ soll der Dialog in der Region fortgesetzt werden. Eines der zentralen Ziele der neuen Kooperationsstruktur ist es, Maßnahmen zu priorisieren und zu konkretisieren, die die Strömungs- und Sedimentationsdynamik in der Tideelbe positiv beeinflussen können. Im Dialogforum Tideelbe wurden bereits über 20 mögliche Strombaumaßnahmen – z.B. Schaffung von Flutraum, die Aktivierung und Wiederanbindung von Nebeneiben – entlang der Unterelbe diskutiert und erstbewertet. Diese Diskussion sollte nun zielgerichtet fortgesetzt werden. Angestrebter Startpunkt der „Ästuarpartnerschaft“ ist Ende 2015.

Die HPA unterstützt darüber hinaus das internationale Projekt „ELSA“ (Schadstoffsanierung Elbsedimente), dessen Ziel es ist, Maßnahmen, die der Verbesserung der Schadstoffsituation der Elbe und insbesondere der Elbesedimente dienen, zu initiieren, fachlich zu begleiten und bei Bedarf finanziell zu unterstützen. Dazu wurden in der ersten Projektphase (2010-2014) sechs Fachstudien zur Analyse der Schadstoffsituation der Sedimente in der Elbe sowie zum Prozess- und Systemverständnis durchgeführt. Mit der Projektverlängerung bis Ende 2021 sollen nun konkrete Sanierungsmaßnahmen erarbeitet werden.

1 Randbedingungen

1.1 Abflussgeschehen

Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu-Darchau, lag mit $476 \text{ m}^3/\text{sec}$ im Jahresmittel deutlich unterhalb des langjährigen Mittels von $708 \text{ m}^3/\text{sec}$. 2014 war insgesamt ein sehr abflussarmes Jahr. Fast $2/3$ des Jahres lagen die Oberwasserabflüsse unter $500 \text{ m}^3/\text{sec}$ mit einem Minimum von $264 \text{ m}^3/\text{sec}$ am 25. Juni. Bereits der März war mit diesem niedrigen Niveau gekennzeichnet, das sich mit Ausnahme von Anfang Juni bis Mitte September durchzog. Zwei Spitzenwerte Anfang Juni und Anfang November bei ca. $790 \text{ m}^3/\text{sec}$ liegen auch nur im unteren Wertebereich der letzten Jahre.

In Abbildung 1 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2011 bis 2014 dargestellt.

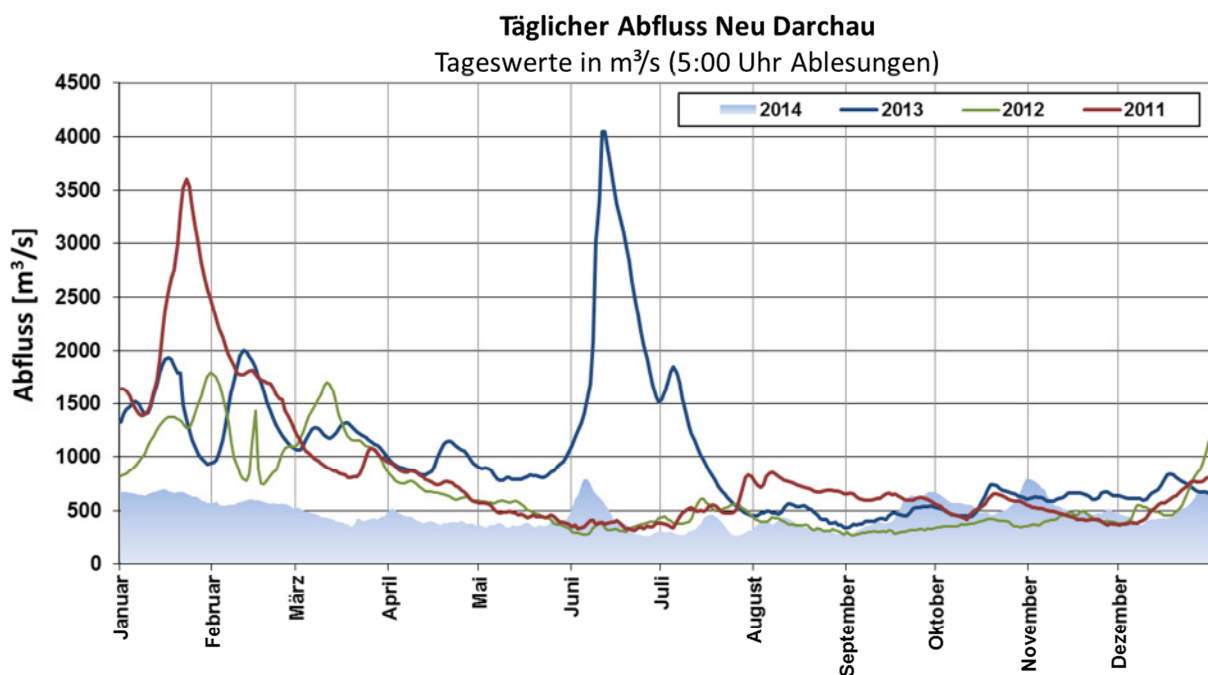


Abbildung 1: Abfluss am Pegel Neu-Darchau der Jahre 2011 bis 2014.

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 03.04. bis 17.11. betrug die Wassertemperatur mehr als 10 °C.

Die Sauerstoffgehalte lagen in der Zeit vom 12.04. bis 14.09. mit Unterbrechungen unterhalb von 6 mg O₂/l (insgesamt 121 Tage). An 14 Tagen lag der Sauerstoffgehalt unterhalb von 3 mg O₂/l. Der geringste gemessene Tagesmittelwert in 2014 betrug 1,8 mg O₂/l. Die Sauerstoffgehalte unterhalb von 6 mg O₂/l traten im Vergleich zu den Vorjahren fast einen Monat früher auf. Dies kann im Zusammenhang mit den niedrigen Abflusswerten stehen, die bereits ab Januar zu verzeichnen waren. Insgesamt stellt sich die Sauerstoffsituation ungünstiger im Vergleich zum Vorjahr dar, aber befindet sich im Rahmen der Jahre 2011 und 2012.

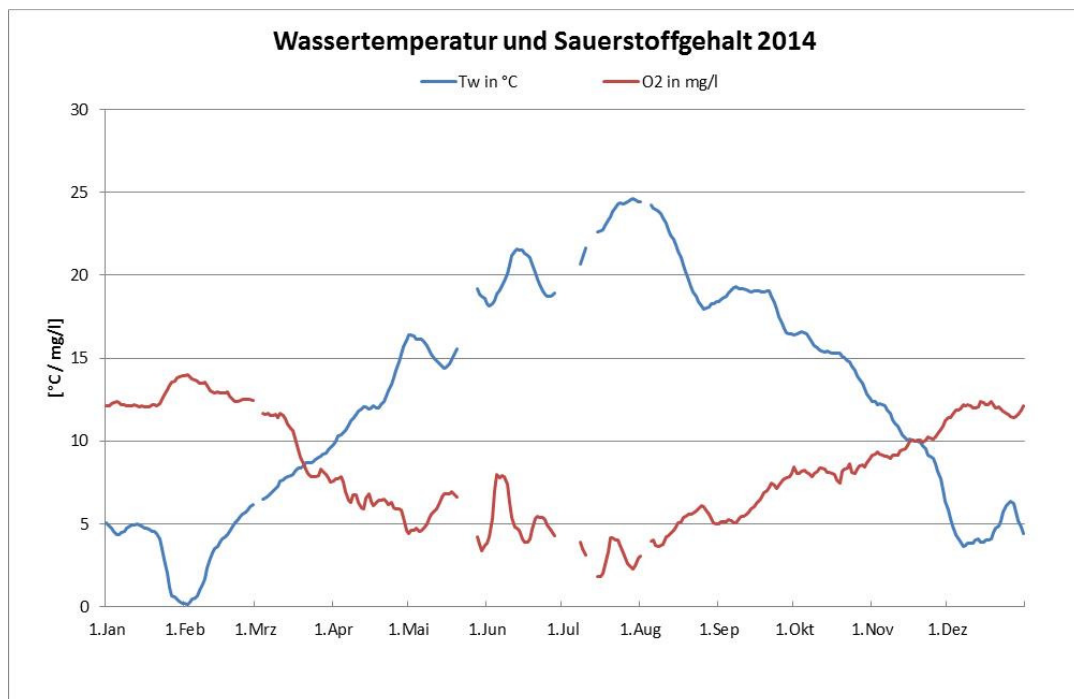


Abbildung 2: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte in 2014 an der Dauermessstelle Seemannshöft.

2 Baggermengen

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

2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2014 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe rd. 4,5 Mio. m³ Sediment gebaggert. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2014 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 2014 nach Verbleib (m³ Profilmaß BASSIN)

Verbleib	Summe
Umlagerung	
▪ Sediment zur Umlagerung bei Neßsand	2.740.300
▪ Sediment zur Umlagerung in die Nordsee bei Tonne E3	1.044.500
Landbehandlung	
▪ Mischboden zur Behandlung und Verwertung / Deponierung	393.600
▪ Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	239.600
▪ Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	7.800
Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen	
▪ Sand für Aufhöhungen	102.500
▪ Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	7.600
Summe (gerundet)	4.535.900 m³

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 2014 (Tonnen Trockensubstanz)

Verbleib	Sand t TS	Schlick t TS
Umlagerung nach Neßsand	325.900	860.900
Umlagerung in die Nordsee bei Tonne E3	98.700	336.200
Baggergut zur Behandlung Francop und Moorburg	140.500	122.700
Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	367.600	5.800
Sand für Aufhöhungen	164.800	2.000
Boden für Strombaumaßnahmen	10.700	400
Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	1.700	2.500
Summe (gerundet)	1.109.800	1.330.600

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 dem Bereich des Strom-Km 638 am südlichen Fahrwasserrand im Bereich des Tonnenstrichs vor der Landesgrenze wurden rund 2,7 Mio. m³ und damit 2,3 Mio. m³ weniger als im Vorjahr umgelagert. Die Umlagerungen bei Neßsand finden ausschließlich bei ablaufendem Wasser (Ebbstrom) statt. In Abwägung zwischen den verschiedenen Schutz- und Erhaltungszielen und der Notwendigkeiten der Wassertiefenunterhaltung für die Sicherung der Schifffahrt sollen im Zeitraum 1. April bis 6. November keine Umlagerungen nach Neßsand erfolgen. Eine Ausnahme gilt in der Zeit vom 1. Oktober bis 6. November, sofern der Sauerstoffgehalt ≥ 6 mg O₂/l und die Wassertemperatur ≤ 10 °C betragen.

Aufgrund des sehr geringen Abflusses aus dem Einzugsgebiet der Elbe in 2014 und der damit einhergehenden verstärkten Sedimentation im Hafenbereich wurden im Rahmen des Einvernehmens mit dem Land Schleswig-Holstein im Juli und August rd. 1,0 Mio. m³ Baggergut aus der Delegationsstrecke in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Hierüber wird ein separater Bericht erstellt.

Abbildung 3 gibt einen Überblick zu den wöchentlichen Baggergutmengen zur Umlagerung, zur Landbehandlung und Entsorgung sowie zur Verbringung in die Nordsee. Es zeigt sich deutlich, dass wegen der niedrigen Oberwasserführung der Elbe Umlagerungen nicht nur verstärkt in den Monaten Januar bis März stattfanden, sondern auch im zweiten Halbjahr. Zur Reduktion von Einschränkungen in kritischen Hafenbereichen war es allerdings bereits Anfang Oktober zur Aufrechterhaltung des Hafenbetriebs erforderlich, mit einer vorzeitigen Umlagerung bei Neßsand zu beginnen. Der Sauerstoffgehalt des Gewässers war dabei deutlich im unkritischen Bereich, allerdings lagen die Wassertemperaturen zu diesem Zeitpunkt noch oberhalb von 10 °C. Das Ausmaß des Einsatzes wurde auf das Notwendigste beschränkt.

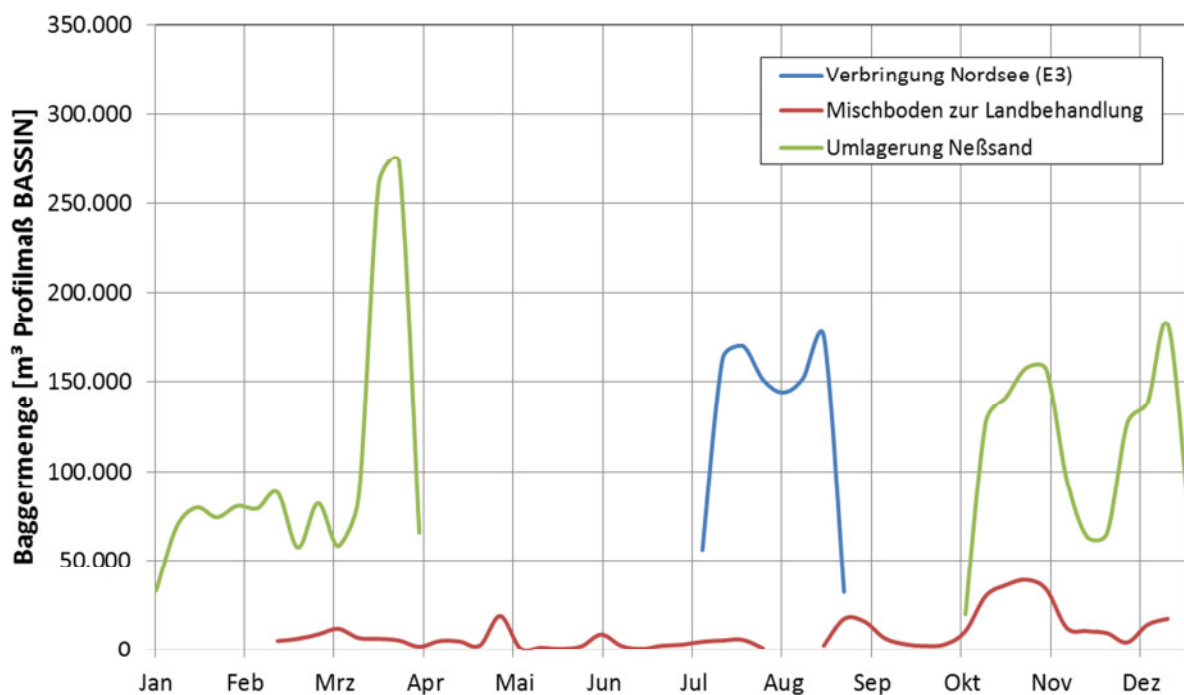


Abbildung 3: Wöchentliche Baggergutmengen ‚Umlagerung‘ innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie Verbringung in die Nordsee (Tonne E3) und ‚Landbehandlung‘ in Francop bzw. Moorburg für 2014.

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 mit der natürlichen Strömung 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 TSHD). Gleichfalls werden damit kleinräumige Schlickauflagen entfernt.

Grundsätzlich erfolgen Einsätze zur Mobilisierung von Schlick nur in der Zeit vom 7. November bis 31. März. In der warmen Jahreszeit werden diese nur in nicht vermeidbarem Umfang bei bestimmten Gewässerbedingungen und vorheriger Anzeige bei der BSU durchgeführt werden. Zwingend erforderlich ist hingegen der WI-Einsatz nach Hoppereinsätzen

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 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 ausgelesen werden. International gebräuchlich ist es deshalb, Einsatzstunden anzugeben.

Im Jahr 2014 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt etwa 1.995 Stunden zum Einsatz. Davon entfallen etwa 962 Stunden auf den Zeitraum April bis Oktober, wobei in 489 Stunden die Einsätze zur Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe dienten. Höhere Einsatzstunden fielen im ersten Halbjahr an, als auch in den Monaten August und September, was in direktem Zusammenhang zu den Nacharbeiten der Laderaum-/Saugbaggerarbeiten und auch in der Beseitigung von Sandriffeln zu sehen ist. Abbildung 4 zeigt die monatliche Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2014.

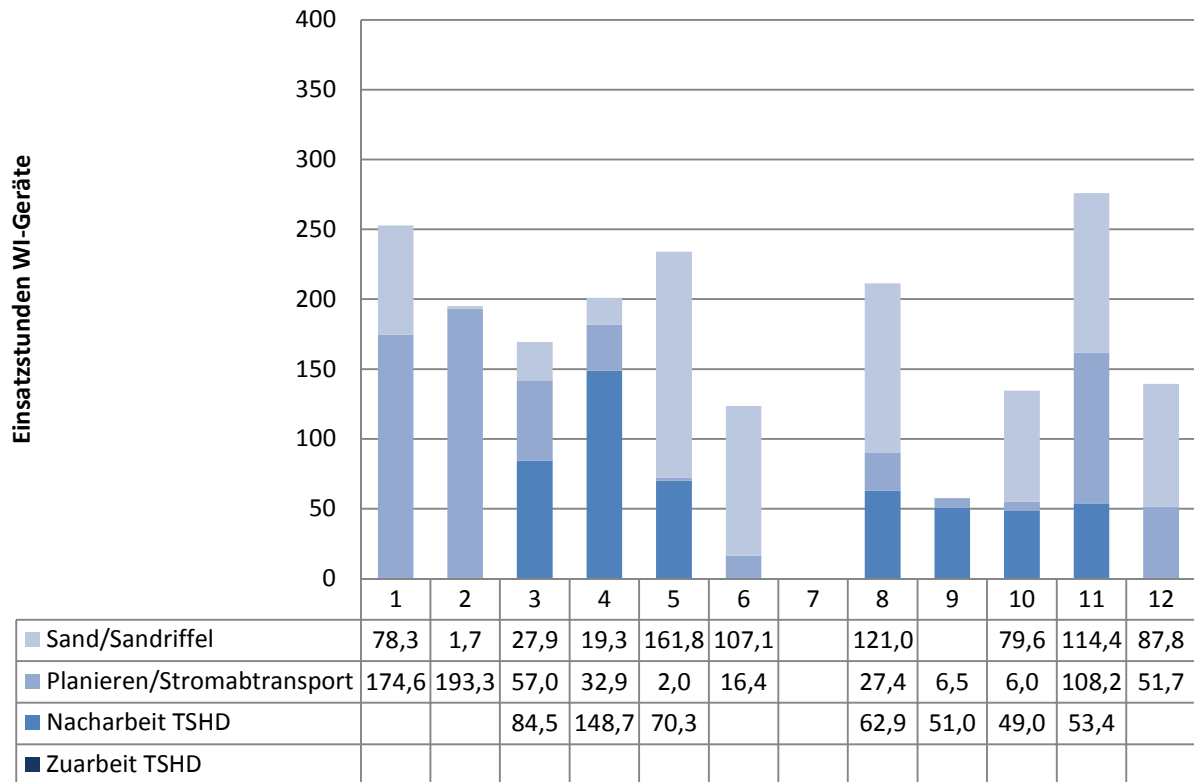


Abbildung 4: Einsatzzeiten des Wasserinjektionsverfahrens 2014, monatsweise Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem vom HPA eigenen Arbeitsschiff Otto Stockhausen durchgeführt. In 2014 fielen hierbei insgesamt etwa 1.516 Leistungsstunden an.

3 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 09.01. bis zum 09.12.2014 wurden fünf 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 m² 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 2014 einen Abtrag von rd. 218.000 m³, obwohl insgesamt in dieses Gebiet rd. 2,7 Mio. m³ Baggergut verbracht wurden. Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.

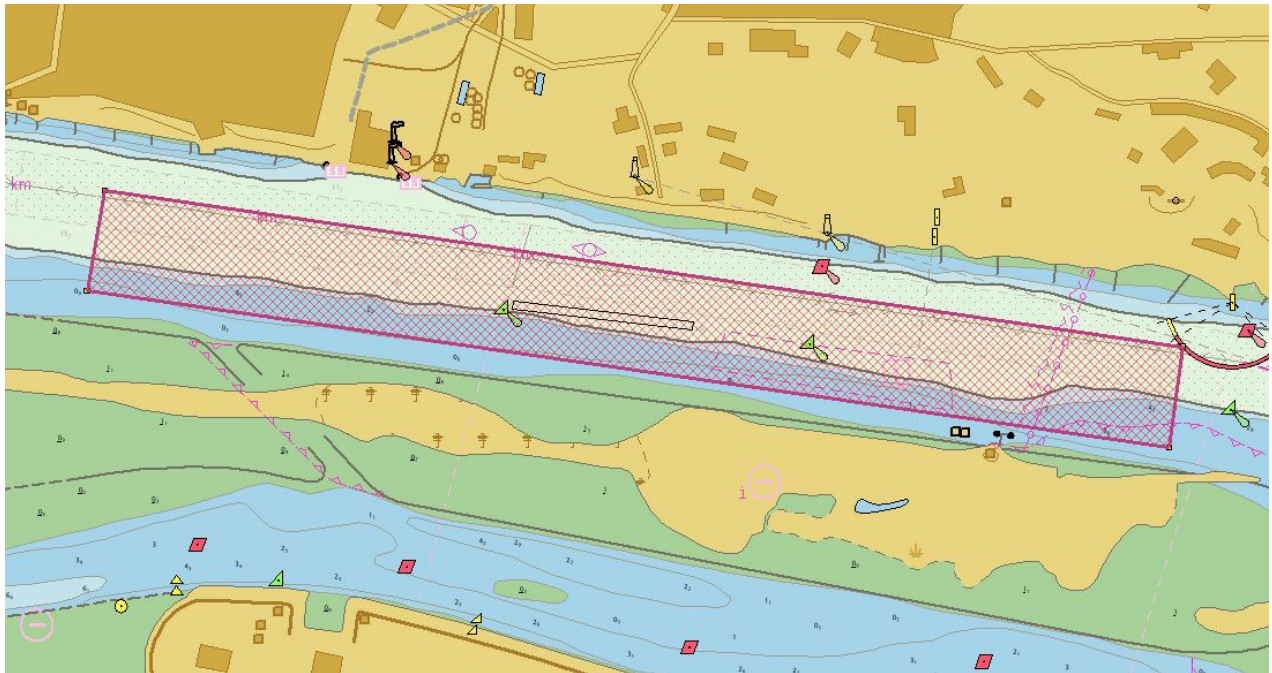


Abbildung 5: Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand. Auf dem südlichen Tonnenstrich ist das Klappfeld in schwarz markiert.

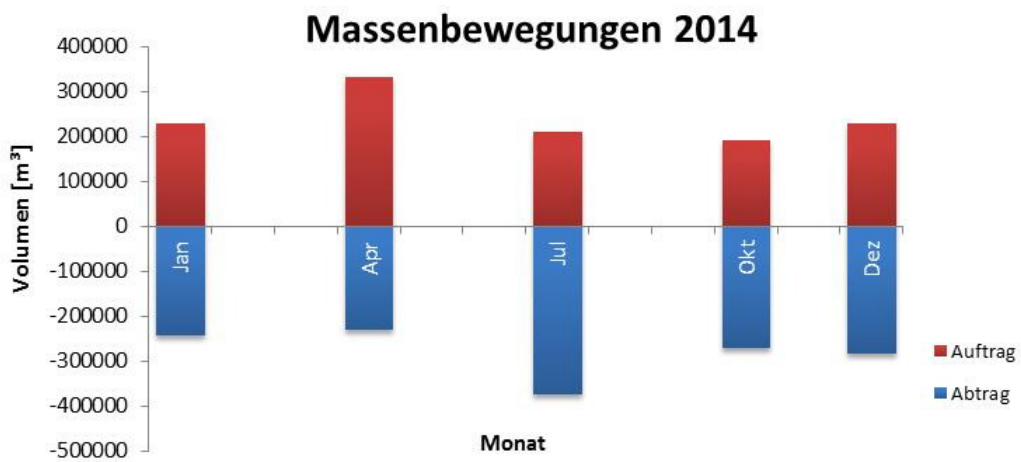


Abbildung 6: Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2014.



4 Schadstoffuntersuchungen

Für die Beurteilung des anfallenden Baggerguts aus dem Hamburger Hafen wurden Untersuchungen auf die Schadstoffbelastung nach der Handlungsvereinbarung vorgenommen. Schadstoffuntersuchungen erfolgen sowohl an Sedimenten als auch an dem aufbereiteten Baggergut für die landseitige Verwendung bzw. Beseitigung:

- 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 16. und 17.7.2014 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2014 sind in Anlage 3 dargestellt. Gegenüber den Vorjahresberichten sind in der statistischen Übersicht 20 Proben ausgewertet, die den Stromabschnitt von Geesthacht bis Wedel charakterisieren. Zur weiteren Aufklärung und Eingrenzung der in 2011 aufgetretenen hohen Ökotoxizitätsbefunde wurde das Untersuchungsprogramm auch in 2014 noch durch ergänzende Probenkampagnen mit einem reduzierten Umfang im Februar und April 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 2013 und in 2014 entnommenen Sedimentproben entfallen 71 Sedimentkerne auf vor Neßsand umgelagertes Baggergut. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Anlage 4 dargestellt, die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus 2014 sind in Anlage 5 abgebildet.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen aus 2014 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 im Sommer 2013 aufgetretene Hochwasser führte verstärkt oberstrombürtige Sedimente in den Ästuarbereich der Elbe, die zu einem gewissen Anteil zusammen mit Schwebstoffen aus der Trübungszone in der zweiten Jahreshälfte 2013 wieder in den Hafen zurücktransportiert wurden. Dieser Stromauftransport prägte die Zusammensetzung des Baggerguts. Hohe Sedimentationsraten im Frühsommer 2014 mit von Unterstrom eingetragenen Schwebstoffen dominierten den weiteren Sedimentationsverlauf des Jahres.

In den Ergebnissen der Referenzbeprobung 2014 sieht man deutlich, dass die Schadstoffbelastung des eingetragenen Sediments überwiegend durch den Eintrag aus dem unterstromigen Ästuarbereich geprägt ist. Lagen im Jahr 2013 die Metallgehalte des frisch abgelagerten Sediments bedingt durch das Junihochwasser deutlich oberhalb der üblichen Spanne (z.B. Mittelwert für Cadmium in der Fraktion <20µm mit 6 mg/kg TS), so zeigte sich im Juli 2014 wiederum der dominierende Einfluss von unterstrombürtigen Sedimenten; der Mittelwert für Cadmium in der Fraktion <20 µm lag bei 3 mg/kg TS. Hohe Maximalwerte sind durch das Belastungsmuster von Altsedimenten bedingt, die im Bereich der Tideelbe oberhalb Hamburgs in einigen Flußabschnitten oberflächennah anstehen (z.B. Mündungsbereich der Dove-Elbe).

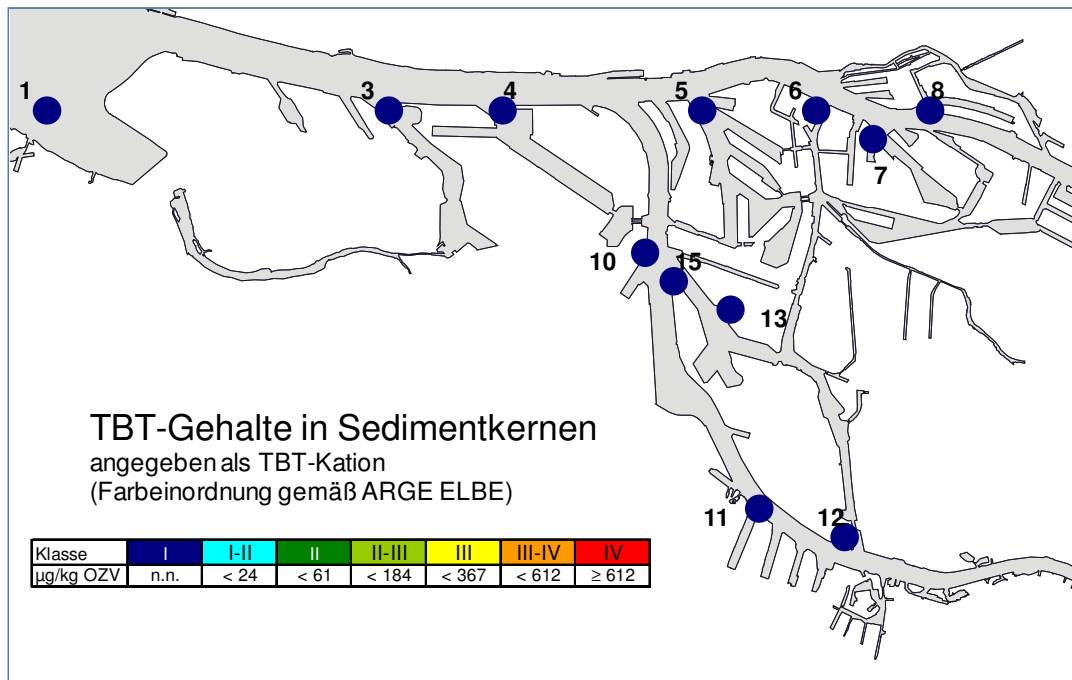
Die Charakterisierung des bei Neßsand umgelagerten Baggerguts erfolgte durch die Analyse von Kernproben (Anlage 4). Der Hauptanteil des anfallenden Baggerguts entstammt den strömungsberuhigten Bereichen des Hafens und der Elbe. Hier lagern sich überwiegend feinkörnige schwebstoffbürtige Sedimente ab. Der mittlere Schlickanteil (Feinkornanteil des Sediments der Fraktion < 63µm) liegt bei 68 Gewichts-%. Bedingt durch die gleichbleibenden hydraulischen Randbedingungen ändert sich die Zusammensetzung der Sedimente in den Hauptsedimentationsbereichen nicht grundlegend. Allerdings wies das Sediment einen vergleichsweise hohen TOC-Gehalt mit im Mittel 3,5 Gewichts-% TS auf.

Die Anreicherung von Metallen und Arsen in den Sedimenten liegt in 2014 auf einem niedrigeren Niveau als in dem durch das Sommerhochwasser geprägten Vorjahr. Im Mittel erreichen die Metallgehalte das Niveau der Jahre 2011 und 2012. Größere Rückgänge der Metallbelastungen sind im vergangenen Jahrzehnt nicht zu verzeichnen gewesen, auch in 2014 ist dies nicht der Fall.

Bei den organischen Schadstoffen ist ebenfalls keine wesentliche Änderung der Belastungsstruktur zu erkennen. Auffälligkeiten bei Mineralölkohlenwasserstoffen und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen traten nicht auf. Die untersuchten Gruppen der Chlorkohlenwasserstoffe PCB, HCH, DDT-Verbindungen und HCB zeigen ebenfalls das übliche Belastungsmuster. Wie auch bei den Metallen weisen die feinkörnigen Sedimente in den oberstrom-beeinflussten Hafenbereichen der Harburger Süderelbe die relativ höchsten Schadstoffanhaftungen auf, während die westlich gelegenen Hafenbecken an der Unterelbe die geringsten Anreicherungen an Schadstoffen zeigen.

Als Schadstoff mit schiffs- und hafenbürtiger Herkunft sind die Organozinnverbindungen gesondert zu betrachten. In den Sedimenten zur Umlagerung nach Neßsand ist das Tributylzinn als früherer Wirkstoff der Antifoulingfarben mit einem Mittelwert von 83 µg/kg TS in den Sedimenten angereichert (Anlage 4). Dies entspricht dem Belastungsniveau der Vorjahre, die Abnahme der Anreicherungen erfolgt insgesamt sehr langsam.

Trotz des IMO-Anwendungsverbotes von TBT-haltigen Schiffsanstrichen seit 2008 sind weiterhin Anreicherungen von Organozinnverbindungen in den frischen, schwebstoffbürtigen Sedimenten zu beobachten. Sedimente aus der Umgebung des nördlichen Reiherstiegs, deren Belastungsniveau deutlich höher liegt als das der übrigen Bereiche (Abbildung 7), wurden in 2014 an Land verbracht (Anlage 2).



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 *	[165 *]	130	84	94	51	75	[31]
2014	29	86 *	62	116 *	547 *	173	68	100	159	115	140	53

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

Abbildung 7: Entwicklung der Tributylzinngehalte in Sedimentkernen der Jahre 1997-2014, eingestuft nach dem Bewertungsschema der ARGE ELBE (Angaben in µg OZK/kg TS).

4.2 Ökotoxikologische Untersuchungen

Um die ökotoxikologische Wirkung der Sedimente zu erfassen, wird ein Teil der auf chemische Belastung untersuchten Proben zusätzlich mit einer Biotestbatterie analysiert. Hierzu werden Algen, Bakterien und Daphnien gemäß den Vorschriften der BfG den Eluaten und Porenwässern der Sedimente ausgesetzt (BfG-Merkblatt, 2011¹). 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.

¹ BfG-Merkblatt „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“:
http://www.bafg.de/Baggergut/DE/04_Richtlinien/merkblatt_oekotox.pdf (Stand: Juli 2015)

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 (pT0 (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.

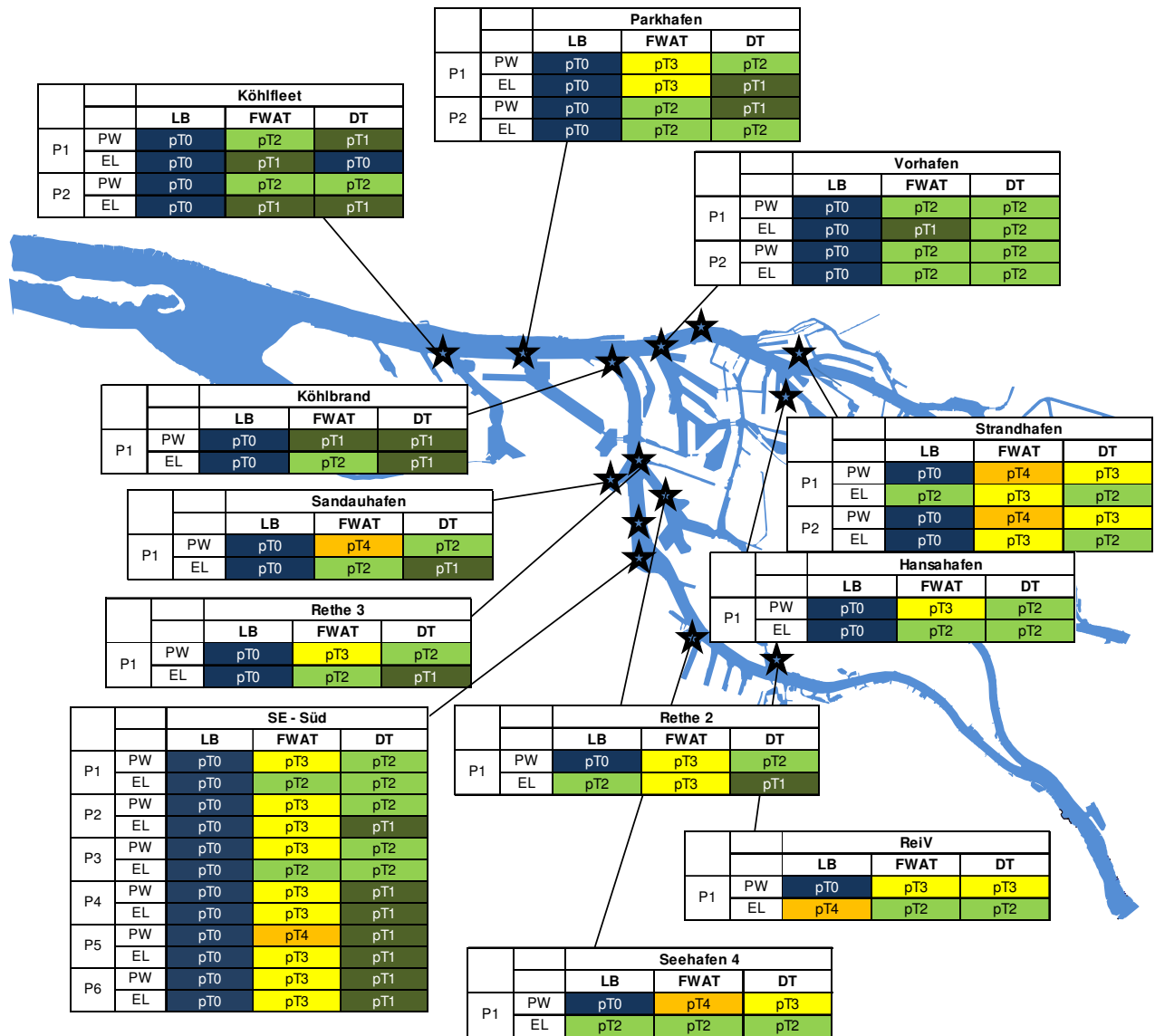
Die Interpretation des Algentests kann durch auftretende Wachstumsförderungen erschwert werden, da diese mögliche Toxizitäten überdecken und somit zu falsch negativen Befunden führen. Andererseits können auch natürliche Faktoren der Testsysteme im Labor zu falsch positiven Befunden führen.

In der zweiten Jahreshälfte 2014 wurden insgesamt 21 Sedimentkerne aus den Hafenzufahrten und Teilen der Delegationsstrecke über die gesamte Schnitttiefe beprobt und anschließend ökotoxikologisch analysiert.

Die Daten sind in Abbildung 8 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 pT1 (sehr gering belastet) bis pT4 (belastet), wobei die Werte größtenteils bei pT2 und pT3 liegen (Abbildung 8). Der Daphnientest zeigt überwiegend pT1 und pT2, vereinzelt auch pT3 an. Die Mehrzahl der Leuchtbakterientests ergibt einen Wert von pT0. Lediglich in den Gebieten der mittleren Reth, im Seehafen 4, im Strandhafen und im Reiherstieg Vorhafen werden auch höhere Werte festgestellt (Abbildung 8).

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 9 Kernproben in die Klasse III, und jeweils 6 in die Klassen II und IV eingestuft. Die beiden höchsten Toxizitätsklassen (V und VI) werden in keiner der Proben ermittelt. Der Medianwert aller Kernproben zeigt für 2014 die Klasse III (mäßige Belastung) an.

Von 2004 bis 2014 bewegten sich die Medianwerte der ökotoxikologischen Einstufung der Proben eines Jahres in den Klassen II bis IV. Zwischen 2011 und 2014 lag der Medianwert stabil in der Klasse III. 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 2014 nicht festgestellt.



Legende

PW = Porenwasser LB = Leuchtbakterientest
 EL = Eluat AT = Algentest
 P1-P6 = Parallelproben DT = Daphnientest

Kernbeprobung 2014

Abbildung 8: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen 2014.

Die ökotoxikologische Analyse der Oberflächenproben an den Referenzmessstellen wird seit 2005 mit der oben beschriebenen Testpalette an Eluaten 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 ab 2012 erweitert, um Auftreten und Ursache der unterschiedlichen Befunde in den Oberflächenproben zeitlich und räumlich möglichst genau eingrenzen zu können. Es bestand zunächst anhand der Datenlage die Vermutung, höhere Befunde in den oberflächennahen Proben würden tendenziell eher in den Sommermonaten auftreten (s. Neßsandbericht 2012). Zwischen Frühjahr 2013 und Frühjahr 2014 erfolgte daher, zusätzlich zur jährlichen Referenzbeprobung, an insgesamt 7 Stationen eine Eluatuntersuchung zu mehreren Terminen im Jahresverlauf. Insgesamt liegen damit 8 Beprobungen für diese 7 Stationen in einem Zeitraum von 17 Monaten vor (s. Neßsandbericht 2013 und Anlage 5). Die höchsten Werte im Algentest wurden im Dezember 2013 erzielt, wobei diese Werte von einem zweiten Labor nicht bestätigt werden konnten. Beim Leuchtbakterientest lagen die höchsten Werte im September 2013 und April 2014, die niedrigsten im Februar, Juni und Dezember 2013 vor. Der vermutete Zusammenhang zwischen einer höheren ökotoxikologischen Belastung der oberflächennahen Sedimente bei wärmeren Temperaturen und einer Belastungsabnahme bei kälteren Temperaturen (s. Neßsandbericht 2012) wurde durch diese Untersuchung damit nicht bestätigt.

Die Referenzbeprobung an allen 19 Stationen, die im Juli 2014 stattfand, zeigte im Vergleich der Jahre seit 2005 mit Medianwerten von pT2 im Leuchtbakterien- und im Algentest für den Leuchtbakterientest eher durchschnittliche Werte und für den Algentest eher niedrige Werte, wobei die überstrichene Spanne an Werten von pT0 bis pT4 (Algentest) resp. pT5 (Leuchtbakterien) wie auch in den vorangegangenen Jahren sehr weit war (Anlage 5).

Die Beprobung der Oberflächensedimente der obersten frischen Schicht von 2 bis 5 cm stellt nur eine Momentaufnahme dar. Ausschlaggebend für die Charakterisierung der umzulagernden Sedimente sind die Ergebnisse der oben beschriebenen, über die gesamte Sedimentmächtigkeit repräsentativ beprobten Kerne, deren ökotoxikologische Einstufung für 2014 keine Veränderung zu der aus den vorangegangenen Jahren anzeigt.

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.

Die potenzielle Sauerstoffzehrung der zu baggernden Sedimente wurde im Untersuchungszeitraum 2013/2014 an 70 Sedimentkernen untersucht. Ermittelt wurde der chemische Verbrauch von Sauerstoff nach 180 min, bezogen auf Trockensubstanz. Die mittlere Zehrung lag bei 0,9 mg O₂/kg TS bei einer Spanne von 0,13 bis 1,8 mg O₂/kg TS.

5 Berechnung der Schadstofffrachten

Die Baggerungen im Hamburger Hafen erfolgen zur Sicherung der 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.

Tabelle 3: Berechnete bzw. abgeschätzte Schadstofffrachten 2014

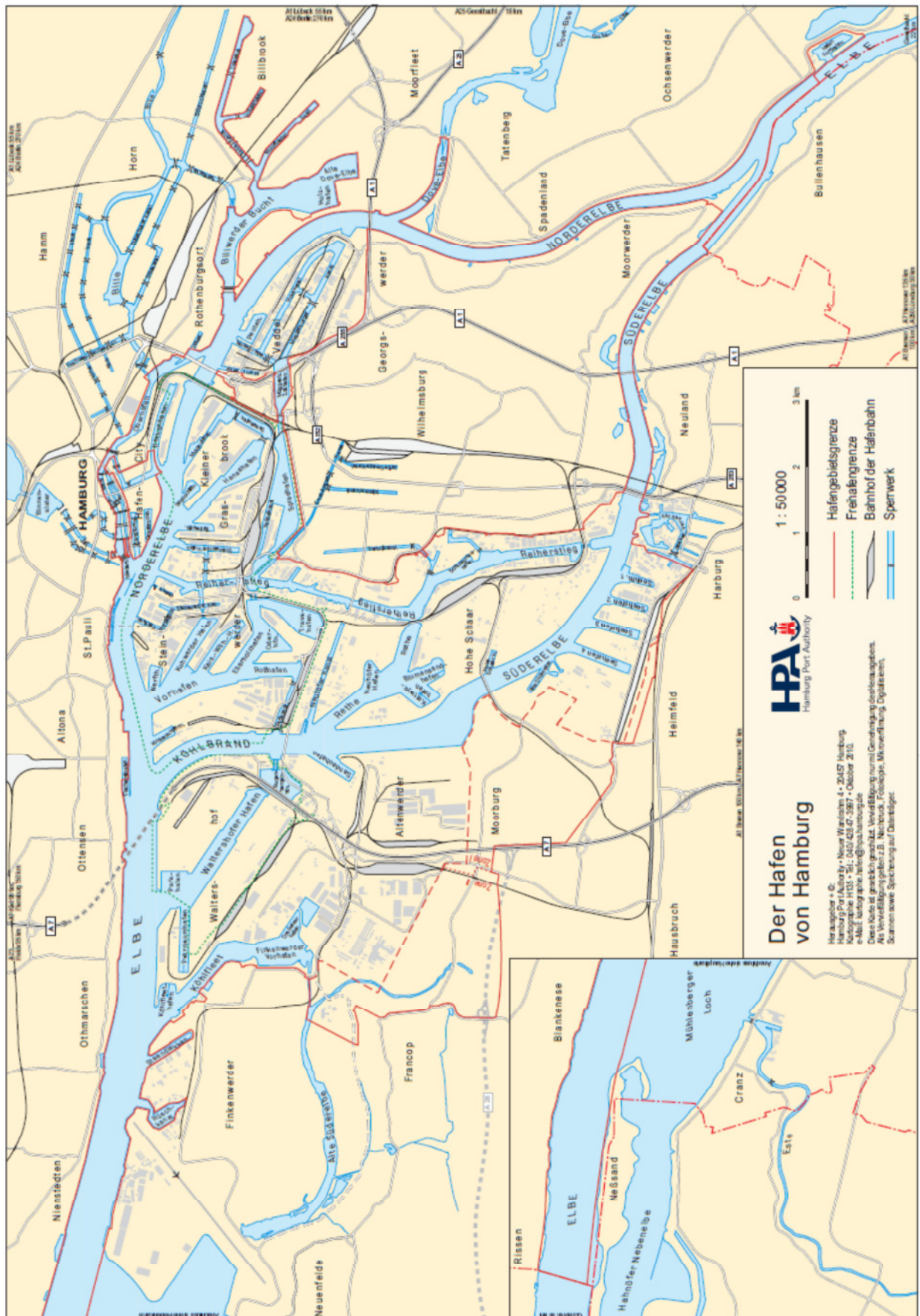
Schadstoff	Einheit	Landver-	Umlagerung	Verbringung	Elbe 2013
		bringung 2014	Neßsand 2014	Tonne E3 2014	
		bezogen auf 263.179 t TS	bezogen auf 1.186.844 t TS	bezogen auf 434.946 t TS	
Arsen	t/a	9,4	24,9	6,3	71
Blei	t/a	24	62,9	14,7	72
Cadmium	t/a	1,01	2,73	0,46	5,1
Kupfer	t/a	39,1	60,5	12,2	120
Nickel	t/a	8,2	32	8,2	100
Quecksilber	t/a	0,75	1,42	0,31	0,72
Zink	t/a	161	480	104	850
Mono-Butylzinn	kg Sn /a	16,4	35,1	3,2	k.A.
Di-Butylzinn	kg Sn /a	16,7	14,8	2,1	k.A.
Tri-Butylzinn	kg Sn /a	62,4	40,4	7,2	<120
Tetra-Butylzinn	kg Sn /a	11,4	12,5	1,6	k.A.

* Gesamt-Wasserfracht (s. Text)

Aufgrund methodischer Einschränkungen erfolgt die Berechnung lediglich für ausgewählte Schwermetalle, Arsen und zinnorganische Verbindungen. Die Massenermittlung ist z.T. mit erheblichen methodischen Unsicherheiten behaftet. Für die Frachtberechnungen bestehen unterschiedliche methodische Herangehensweisen. Hier bezieht sich die Angabe der Jahresfracht für die Messstation Schnackenburg auf Messungen der Gesamtwasserprobe, während die Werte 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 2014 in m³ Profilmäß BASSIN (gerundet), unterteilt nach Herkunft und Verbleib**

Herkunft	Umlagerung		Landbehandlung			Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen		Summe
	Sediment zur Umlagerung	Umlagerung Nordsee (E3)	Mibo zur Behandlung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zu Verklappung bei Strombaumaßnahmen	
Norderelbe (2-5)	0	0	600	6.800	0	65.900	0	73.300
Suederelbe (2-3)	0	0	0	43.800	0	28.500	0	72.300
Norderelbe (6-7)	343.400	462.600	4.100	0	0	0	0	810.100
Suederelbe	217.400	220.800	0	0	0	0	500	438.700
Koehlbrand	288.500	361.100	0	0	0	0	600	650.200
Untereelbe	34.300	0	3.500	189.100	0	8.100	6.000	241.000
Aussen - Este	33.700	0	9.300	0	0	0	0	43.000
Noerdl.Reiherstieg	0	0	133.800	0	100	0	0	133.900
Mittl. Reiherstieg	0	0	0	0	0	0	100	100
Suedl.Reiherstieg	2.300	0	37.500	0	0	0	0	39.800
Rethe	120.400	0	0	0	0	0	0	120.400
Neuhoefer Hafen	1.600	0	16.700	0	0	0	0	18.300
Hansahafen	106.300	0	600	0	0	0	0	106.900
Suedwesthafen	10.600	0	21.900	0	0	0	0	32.500
Steinwerder Hafen	33.500	0	4.200	0	7.800	0	0	45.500
Baakenhafen	15.900	0	17.200	0	0	0	0	33.100
Elbufer	75.000	0	5.600	0	0	0	0	80.600
Kuhwerder Vorhafen	182.000	0	100	0	0	0	0	182.100
Kaiser-Wilhelm-Hafen	0	0	9.200	0	0	0	0	9.200
Ellerholzhafen	29.900	0	0	0	0	0	0	29.900
Rosshafen	0	0	53.000	0	0	0	0	53.000
Sandauhafen	29.900	0	0	0	0	0	0	29.900
Parkhafen	617.000	0	6.500	0	0	0	0	623.500

Herkunft	Umlagerung		Landbehandlung			Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen		Summe
	Sediment zur Umlagerung	Umlagerung Nordsee (E3)	Mibo zur Behandlung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zu Verklappung bei Strombau-maßnahmen	
Waltershofer Hafen	0	0	0	0	0	0	300	300
Athabaskauer	0	0	0	0	0	0	100	100
Koehlfleet	593.300	0	0	0	0	0	0	593.300
Innere Durchfahrt	0	0	25.600	0	0	0	0	25.600
Fleete/Speicher	5.300	0	1.800	0	0	0	0	7.100
Peutekanal	0	0	2.600	0	0	0	0	2.600
Muegg.-Hovek.westl.T.	0	0	900	0	0	0	0	900
Muegg.-Hovek.oestl.T.	0	0	27.300	0	0	0	0	27.300
Ernst-August-Kanal	0	0	11.000	0	0	0	0	11.000
Rugenberger Hafen	0	0	700	0	0	0	0	700
SUMME	2.740.300	1.044.500	393.600	239.600	7.800	102.500	7.600	4.535.900

Anlage 3**Statistische Auswertung der Referenzproben (Juli 2014)**

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	20	0	20,3	25,1	27,9	38,8	43,8
TOC (C)	Gew.% TS	1,8	4,5	4,3	5,5	6,7	1,8	4,5
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	20	0	13,4	52,2	48,7	62,9	72,4
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	20	0	14,7	30,5	31,7	43,2	52,2
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	20	0	3	7,8	9,9	18,4	24
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	20	0	1,3	3,1	6,0	19	28,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	20	1	< 0,1	0,8	3,1	5,0	24,7
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	20	2	< 0,1	0,2	0,4	0,4	3,2
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	20	8	< 0,1	0,1	0,2	0,2	2,2
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	20	11	< 0,1	< 0,1	k.M	0,4	0,8
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	20	0	37,5	87,2	80,4	93,5	95
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	20	0	51	95,8	90,2	98	98,3
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	20	0	2190	5250	5152	7094	9400
Phosphor	mg/kg TS	20	0	810	1700	1628	2110	2800
Schwefel	mg/kg TS	20	0	2200	4000	4000	4800	5800
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	20	0	13	25	24	28	29
Blei	mg/kg TS	20	0	28	58	55	65	69
Cadmium	mg/kg TS	20	0	0,63	1,6	2,1	4	5,1
Chrom	mg/kg TS	20	0	32	53	52	64	68
Kupfer	mg/kg TS	20	0	22	42	43	54	75
Nickel	mg/kg TS	20	0	17	28	28	34	37
Quecksilber	mg/kg TS	20	0	0,56	1,2	1,3	1,5	3,6
Zink	mg/kg TS	20	0	166	375	408	611	739
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	20	0	30	33	35	35	69
Blei <20 µm	mg/kg TS	20	0	75	80	86	84	180
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,95	1,7	3	6,4	13
Chrom <20 µm	mg/kg TS	20	0	56	80	81	88	166
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	20	0	41	54	65	87	212
Nickel <20 µm	mg/kg TS	20	0	36	42	42	44	69
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	20	0	1,1	1,3	1,8	2,1	8,7
Zink <20 µm	mg/kg TS	20	0	425	517	659	1002	2000
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	20	0	69	150	164	250	390
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	20	0	15	28	30	46	70
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	20	0	54	122	132	200	322
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	20	0	0,038	0,07	0,10	0,21	0,29
Acenaphhtylen	mg/kg TS	20	4	< 0,01	0,01	0,01	0,04	0,044
Acenaphthen	mg/kg TS	20	11	< 0,01	< 0,01	k.M.	0,02	0,032
Fluoren	mg/kg TS	20	0	0,02	0,03	0,05	0,09	0,12
Phenanthren	mg/kg TS	20	0	0,073	0,13	0,19	0,37	0,55
Anthracen	mg/kg TS	20	0	0,029	0,05	0,06	0,11	0,16
Fluoranthren	mg/kg TS	20	0	0,11	0,21	0,29	0,59	0,78
Pyren	mg/kg TS	20	0	0,094	0,18	0,24	0,45	0,65

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	20	0	0,068	0,12	0,16	0,27	0,42
Chrysen	mg/kg TS	20	0	0,063	0,12	0,15	0,27	0,39
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	20	0	0,082	0,18	0,20	0,28	0,47
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	20	0	0,036	0,07	0,08	0,13	0,2
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	20	0	0,059	0,11	0,14	0,24	0,35
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	20	0	0,017	0,04	0,04	0,06	0,098
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	20	0	0,062	0,17	0,18	0,23	0,53
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	20	0	0,075	0,19	0,19	0,28	0,38
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	20	0	0,424	0,94	1,09	1,82	2,53
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	20	0	0,85	1,71	2,11	3,7	5,23
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	20	0	0,39	0,8	1	1,2	4,4
PCB 52	µg/kg TS	20	0	0,35	0,8	0,9	1,2	3,3
PCB 101	µg/kg TS	20	0	0,9	1,6	1,8	2,3	3,8
PCB 118	µg/kg TS	20	0	0,49	1,1	1,1	1,3	2,1
PCB 138	µg/kg TS	20	0	1,3	2,6	2,7	3,6	5
PCB 153	µg/kg TS	20	0	2	3,7	3,8	4,8	7,7
PCB 180	µg/kg TS	20	0	1,2	2,2	2,4	3,5	4,9
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	20	0	6,16	11,7	12,5	17	29,1
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	20	0	6,65	12,8	13,6	18,4	31,2
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	20	0	0,24	0,4	0,8	1,8	3,5
beta-HCH	µg/kg TS	20	0	0,73	1,5	2,1	3,5	7,3
gamma-HCH	µg/kg TS	20	0	0,08	0,1	0,2	0,5	0,88
delta-HCH	µg/kg TS	20	0	0,25	0,5	0,8	1,5	3,4
epsilon-HCH	µg/kg TS	20	9	< 0,1	0,1	0,1	0,4	0,92
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	20	0	0,18	0,4	0,5	0,9	1,2
p,p'-DDE	µg/kg TS	20	0	1,6	3,9	4,5	7,6	10
o,p'-DDD	µg/kg TS	20	0	1,8	4,4	5,4	9,8	12
p,p'-DDD	µg/kg TS	20	0	4,6	11	13,8	23,4	31
o,p'-DDT	µg/kg TS	20	0	0,14	0,4	0,9	3,1	3,7
p,p'-DDT	µg/kg TS	20	0	0,44	2,4	6	16,1	24
DDT-Summe	µg/kg TS	20	0	8,76	22,6	31	62,4	74,6
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	20	0	0,58	1,2	1,6	3,2	3,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	0	2,6	6,4	8,5	18,1	19
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	5,6	9,8	13,6	18,1	69
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	4,8	9,9	12,6	13,1	67
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	5,1	25,5	28,5	45,2	69
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	4,9	19	29,2	38,2	220
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	20	11	< 1	< 1	k.M.	1,5	5,1
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	20	4	< 1	1,4	1,4	2,7	7,7
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	20	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	20	20	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

Anlage 4**Statistische Auswertung der Kernproben 2013/14 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	71	0	28,5	40,8	42,4	58,4	69,9
TOC (C)	Gew.% TS	70	0	0,46	3,7	3,5	4,7	5,4
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	70	0	3,8	45,5	45	65,3	80,4
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	70	0	5,5	22,9	22,8	31,1	35
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	70	0	1,7	12,7	14,8	28	57,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	70	0	0,4	5,8	10,2	23	52
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	70	0	0	3,4	5,6	12,9	33,3
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	70	0	0	0,4	0,9	1,6	12,3
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	70	1	<0,1	0,2	0,5	0,9	4,6
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	70	5	<0,1	0,1	0,5	1	3,9
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	70	0	9,3	70,9	67,8	88	95,2
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	70	0	13,8	87	82,5	96,7	99,6
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	61	0	865	4210	4345	6400	8900
Phosphor	mg/kg TS	61	0	310	1620	1607	2190	3530
Schwefel	mg/kg TS	60	0	830	3860	3762	4907	5750
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	65	0	4,2	22	21	28	35
Blei	mg/kg TS	65	0	9,2	52	53	72	126
Cadmium	mg/kg TS	65	0	0,28	2,1	2,3	3,6	5,8
Chrom	mg/kg TS	65	0	9,5	52	54	76	171
Kupfer	mg/kg TS	65	0	9,6	47	51	71	272
Nickel	mg/kg TS	65	0	5,2	26	27	36	43
Quecksilber	mg/kg TS	65	0	0,1	1,1	1,2	1,9	3,89
Zink	mg/kg TS	65	0	65	390	404	583	951
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	70	0	20	37	37	43	51
Blei <20 µm	mg/kg TS	70	0	66	95	96	113	140
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	70	0	1,6	3,8	4	5,8	7,5
Chrom <20 µm	mg/kg TS	70	0	78	94	95	106	127
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	70	0	64	91,5	96	124	248
Nickel <20 µm	mg/kg TS	70	0	41	47	47	51	62
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	70	0	1,18	2,1	2,2	3,4	5,17
Zink <20 µm	mg/kg TS	70	0	469	768	778	992	1270
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	70	3	<20	120	132	230	360
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	70	52	<10	<40	k.MW	50	50
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	70	5	<18	100	113	201	310
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	70	0	0,017	0,082	0,09	0,14	0,23
Acenaphtylen	mg/kg TS	70	20	<0,01	0,011	0,01	0,02	0,038
Acenaphten	mg/kg TS	70	14	<0,01	0,015	0,02	0,03	0,051
Fluoren	mg/kg TS	70	1	<0,01	0,036	0,04	0,06	0,11
Phenanthren	mg/kg TS	70	0	0,035	0,155	0,17	0,25	0,45
Anthracen	mg/kg TS	70	0	0,014	0,048	0,05	0,08	0,16
<u>Fluoranthren</u>	mg/kg TS	70	0	0,08	0,24	0,27	0,4	0,88
Pyren	mg/kg TS	70	0	0,063	0,2	0,23	0,34	0,71

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	70	0	0,033	0,115	0,14	0,21	0,7
Chrysen	mg/kg TS	70	0	0,038	0,13	0,14	0,19	0,32
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	70	0	0,014	0,14	0,14	0,21	0,33
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	70	0	0,018	0,063	0,07	0,1	0,14
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	70	0	0,022	0,097	0,11	0,16	0,36
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	70	5	<0,01	0,023	0,03	0,04	0,081
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	70	0	0,019	0,1	0,1	0,15	0,24
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	70	0	0,018	0,076	0,09	0,15	0,25
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	70	0	0,22	0,73	0,78	1,18	2,2
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	70	0	0,49	1,57	1,69	2,38	4,53
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	70	0	0,16	1	1,1	1,9	3,8
PCB 52	µg/kg TS	70	0	0,2	1	1,2	2	4,6
PCB 101	µg/kg TS	70	0	0,39	1,9	2	3,1	5,8
PCB 118	µg/kg TS	70	0	0,18	1	1,2	2	3
PCB 138	µg/kg TS	70	0	0,55	3,2	3,5	5,3	9,6
PCB 153	µg/kg TS	70	0	0,81	4	4,2	6	10
PCB 180	µg/kg TS	70	0	0,52	3,1	3,5	5,7	9,1
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	70	0	2,63	15	15,5	23,4	40,5
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	70	0	2,83	16,1	16,7	25,1	43,5
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	70	0	0,13	0,6	0,9	1,3	10
beta-HCH	µg/kg TS	70	0	0,11	1,4	1,5	2,4	4,9
gamma-HCH	µg/kg TS	70	1	<0,05	0,2	0,2	0,4	1,1
delta-HCH	µg/kg TS	70	1	<0,1	0,8	0,8	1,1	3,5
epsilon-HCH	µg/kg TS	30	10	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,56
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	70	2	<0,1	0,3	0,4	0,6	0,89
p,p'-DDE	µg/kg TS	70	0	0,48	4,5	4,8	7,7	14
o,p'-DDD	µg/kg TS	70	0	0,48	5,1	5,4	8,1	16
p,p'-DDD	µg/kg TS	70	0	1,6	13	16,5	28,1	77
o,p'-DDT	µg/kg TS	70	1	<0,1	0,7	0,9	1,7	3,8
p,p'-DDT	µg/kg TS	70	0	0,17	3,5	4,3	7,8	22
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	70	0	0,19	1,5	1,4	2,4	3,6
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	70	0	1,1	7,4	8,4	14,2	29
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	71	0	2,5	29	43,8	88	250
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	71	0	4,1	18	24,5	42	130
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	71	0	13	62	83,3	170	270
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	71	0	3,6	20	30,8	72	160
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	71	18	<1	2	3,6	8	21
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	71	13	<1	2,6	3,8	8	20
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	71	68	<1	<1	k.MW	<1	6
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	71	71	<1	<1	k.MW	<1	<1
Sauerstoffzehrung								
02-zehrung n. 180 min	g O2/kg TS	70	0	0,13	1	0,9	1,3	1,8

Anlage 5

Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2014 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= 21	Algentest n=21	Daphnientest n=21
pT 0	17	0	1
pT 1	0	4	10
pT 2	3	9	10
pT 3	0	8	0
pT 4	1	0	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser pT-Stufe	n=21	n=21	n=21
pT 0	21	0	0
pT 1	0	0	6
pT 2	0	6	11
pT 3	0	10	4
pT 4	0	5	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n=21
0	0
I	0
II	6
III	9
IV	6
V	0
VI	0

Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2014

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2014 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juli 14			
	Leucht- b. (LB) n=19	Algentest (AT) n=19	Daphnient. (DT) n=19	Klasse n=19
pT 0	9	7	3	0
pT 1	1	2	12	7
pT 2	1	4	1	3
pT 3	2	2	3	1
pT 4	4	4	0	6
pT 5	2	0	0	2
≥ pT 6	0	0	0	0

	Feb 14 (n=7)			April 14 (n=7)			Juli 14 (n=7)*		
	LB	AT	DT	LB	AT	DT	LB	AT	DT
pT 0	0	0	6	1	0	4	3	2	0
pT 1	1	0	0	1	1	2	1	0	6
pT 2	2	2	1	0	1	1	0	2	0
pT 3	4	0	0	0	1	0	1	0	1
pT 4	0	4	0	3	2	0	1	3	0
pT 5	0	1	0	0	2	0	1	0	0
≥ pT 6	0	0	0	2	0	0	0	0	0

*Daten der 7 Proben vom Juli 2014 Teil des Datensatzes „Referenz Juli 14“ mit n=19

Anlage 6**Schadstoffbelastung des in der METHA klassierten Schlicks 2014**

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-%	28	0	22,5	24,4	24,8	26,7	29,4
Fraktion < 20 µm	Gew.-%	28	0	33,3	43,8	43,4	49,7	54,5
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	28	0	26	30,8	30,5	32,8	34,1
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	28	0	8,3	16,1	16,4	21,6	22,7
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	28	0	4	8,05	7,8	10,3	15,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	28	0	0,7	1,25	1,5	2,5	3,4
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	28	5	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,4
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	28	5	<0,1	0,15	0,2	0,4	0,7
Glühverlust	Gew.-% TS	28	0	6,5	8,05	8,2	9,6	10,2
TOC (C)	Gew.-% TS	28	0	2,3	3,7	3,6	4,0	4,3
Calciumcarbonat nach Scheibler	mg/kg TS	28	0	63000	79150	79079	89940	95100
pH-Wert am Feststoff	-	2	0	7,5	7,55	7,55	7,59	7,6
Cyanid ges.	mg/kg TS	28	8	<0,05	0,24	0,27	0,56	0,81
EOX	mg/kg TS	28	20	<0,5	<0,5	k. MW	0,8	1,3
Nährstoffe								
Ammonium	mg/kg TS	2	0	1140	1555	1555	1887	1970
Stickstoff ges.	mg/kg TS	2	0	3920	4060	4060	4172	4200
gesamt-Phosphor (als P)	mg/kg TS	2	0	2700	2750	2750	2790	2800
Gesamt-Schwefel (S)	mg/kg TS	2	0	4900	5000	5000	5080	5100
Arsen	mg/kg TS	28	0	23	34	36	44	56
Blei	mg/kg TS	28	0	73	88	91	107	132
Cadmium	mg/kg TS	28	0	2,5	3,8	3,8	4,6	6
Chrom ges.	mg/kg TS	28	0	48	60	62	73	84
Kupfer	mg/kg TS	28	0	96	138,5	149	190	250
Nickel	mg/kg TS	28	0	26	31	31	35	44
Quecksilber	mg/kg TS	28	0	1,9	2,85	2,8	3,3	4
Zink	mg/kg TS	28	0	432	613,5	613	717	792
Thallium	mg/kg TS	28	0	0,4	0,55	0,56	0,636	0,89
Fluor	mg/kg TS	2	0	73	146,5	146,5	205,3	220
Chlor	mg/kg TS	2	0	340	375	375	403	410
Calcium	mg/kg TS	2	0	35000	38500	38500	41300	42000
Eisen ges.	mg/kg TS	2	0	29000	30000	30000	30800	31000
Magnesium	mg/kg TS	2	0	5000	5350	5350	5630	5700
Mangan	mg/kg TS	2	0	1500	1700	1700	1860	1900
Kohlenwasserstoffe								
Lipophile Stoffe	mg/kg OS	28	0	112	162	163	194	258
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	28	0	100	325	334	420	480
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	28	0	28	85	90	113	164
Summe BTEX	mg/kg TS	28	0	<0,03	<0,03	k. MW	<0,03	<0,03
Naphthalin	mg/kg TS	28	0	0,17	0,22	0,23	0,27	0,36
Acenaphthylen	mg/kg TS	28	17	<0,05	<0,05	k. MW	0,06	0,07
Acenaphthen	mg/kg TS	28	2	<0,05	0,07	0,07	0,09	0,12
Fluoren	mg/kg TS	28	0	0,10	0,15	0,15	0,19	0,21
Phenanthren	mg/kg TS	28	0	0,39	0,67	0,67	0,83	1,20

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Anthracen	mg/kg TS	28	0	0,15	0,26	0,29	0,41	0,75
Fluoranthen	mg/kg TS	28	0	0,53	1,20	1,13	1,40	1,70
Pyren	mg/kg TS	28	0	0,45	0,95	0,91	1,10	1,40
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	28	0	0,28	0,55	0,57	0,70	0,83
Chrysen	mg/kg TS	28	0	0,29	0,54	0,52	0,61	0,75
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	28	0	0,31	0,58	0,58	0,73	0,90
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	28	0	0,15	0,28	0,28	0,34	0,41
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	28	0	0,27	0,48	0,50	0,65	0,80
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	28	1	<0,05	0,15	0,16	0,22	0,36
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	28	0	0,07	0,45	0,47	0,74	1,10
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	28	0	0,07	0,52	0,53	0,79	1,10
Summe PAK (16) *	mg/kg TS	28	0	3,7	6,9	7,1	8,6	10,9
PCCC/F Dioxine und Furane I-TEQ (NATO)								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	1,1	1,5	1,7	2,2	2,8
beta-HCH	µg/kg TS	10	0	1,6	2,2	2,3	3,1	3,7
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,4	0,5	0,6	0,9	1,1
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	1,8	1,7	2,0	2,0
p,p-DDE	µg/kg TS	10	0	8,1	10,5	10,3	12,0	12,0
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	8,7	10,5	10,9	12,5	17,0
p,p-DDD	µg/kg TS	10	0	24,0	34,0	32,3	36,3	39,0
o,p-DDT	µg/kg TS	10	0	0,7	1,1	1,1	1,3	1,6
p,p-DDT	µg/kg TS	10	0	5,5	11,0	11,2	15,4	19,0
PCB-Nr. 28	µg/kg TS	28	7	-3,0	3,5	3,8	4,8	5,7
PCB-Nr. 52	µg/kg TS	28	0	4,2	5,0	5,4	7,0	9,5
PCB-Nr. 101	µg/kg TS	28	0	7,4	9,5	10,1	12,3	24,0
PCB-Nr. 118	µg/kg TS	28	0	3,7	5,2	5,5	7,0	9,6
PCB-Nr. 138	µg/kg TS	28	0	13,0	17,0	18,9	22,6	59,0
PCB-Nr. 153	µg/kg TS	28	0	9,2	12,5	14,0	18,3	43,0
PCB-Nr. 180	µg/kg TS	28	0	7,6	11,5	13,7	17,6	51,0
Summe PCB 6 *	µg/kg TS	28	0	50	66	71	84	198
Mono-Butylzinn (Kation)								
Mono-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	65	92	92	110	130
Di-Butylzinn (Kation)								
Di-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	80	120	125	149	190
Tri-Butylzinn (Kation)								
Tri-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	270	540	579	769	1200
Tetra-Butylzinn (Kation)								
Tetra-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	78	135	127	153	180
Mono-Octylzinn (Kat.)								
Mono-Octylzinn (Kat.)	µg/kg TS	28	0	2,7	7,5	7,5	9,0	13,0
Di-Octylzinn (Kation)								
Di-Octylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	0	5,0	8,1	8,4	11,3	14,0
Tri-Phenylzinn (Kation)								
Tri-Phenylzinn (Kation)	µg/kg TS	28	2	<1	2,8	3,9	5,1	28,0
Tri-Cyclohexylzinn (Kat.)								
Tri-Cyclohexylzinn (Kat.)	µg/kg TS	28	28	<1	<1	k. MW	<1	<1
Eluat (DIN S4)								
pH-Wert	-	28	0	6,9	7,1	7,1	7,3	7,5
Leitfähigkeit	µS/cm	28	0	674	794	805	911	953
Abdampfrückstand	mg/l	28	0	350	448	448	513	549
DOC	mg/l	28	0	12	17	17,8	21,3	24

Originalsubstanz		Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Chlorid	mg/l	28	0	22	36	35	43,6	47
Sulfat	mg/l	28	0	117	164	164	182	217
Fluorid	mg/l	28	3	<0,2	0,36	0,45	0,77	1,1
Ammonium-N	mg/l	28	0	2	19	19	27	28
Cyanide gesamt	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Antimon	mg/l	28	21	<0,001	<0,001	k. MW	0,001	0,002
Barium	mg/l	28	0	0,022	0,082	0,074	0,095	0,098
Molybdän	mg/l	28	0	0,011	0,02	0,019	0,023	0,027
Selen	mg/l	28	28	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	<0,002
Arsen	mg/l	28	0	0,016	0,043	0,049	0,087	0,110
Blei	mg/l	28	26	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,0018
Cadmium	mg/l	28	24	<0,0003	<0,0003	k. MW	0,0005	0,0053
Chrom VI	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,025	<0,025
Chrom Gesamt	mg/l	28	25	<0,001	<0,001	k. MW	0,0011	0,0013
Kupfer	mg/l	28	6	<0,001	0,001	0,003	0,006	0,016
Nickel	mg/l	28	0	0,007	0,009	0,009	0,012	0,013
Quecksilber	mg/l	28	27	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	0,0003
Zink	mg/l	28	18	<0,01	<0,01	k. MW	0,02	0,07
Cyanide, l. freisetzbar	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Gesamtphenol	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
AOX	mg/l	28	2	<0,02	0,03	0,04	0,06	0,06

*) Summenberechnung mit der ganzen Bestimmungsgrenze bei Werten < BG

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