

Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

Teilbericht Umlagerung von Baggergut nach Neßsand

Bericht über den Zeitraum 1.1. bis 31.12.2015



Inhalt

Überblick.....	1
1 Randbedingungen.....	2
1.1 Abflussgeschehen	2
1.2 Gewässergüte.....	3
2 Baggermengen	4
2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib	5
2.2 Baggermassen.....	5
2.3 Zeitliche Verteilung	6
2.4 Einsatz des Wasserinjektionsverfahrens.....	7
3 Peilungen und Volumenvergleich.....	8
4 Schadstoffuntersuchungen	10
4.1 Schadstoffbelastung der Sedimente	10
4.2 Ökotoxikologische Untersuchungen.....	12
4.3 Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente.....	15
5 Berechnung der Schadstofffrachten.....	16

Anlagen



Überblick

Veranlassung

Gemäß dem Handlungskonzept „Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Stromelbe“ wird hiermit der Bericht für das Kalenderjahr 2015 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 11,7 Mio. m³ Baggergut an. Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,68 Mio. m³ schlickiges Material zugeführt. Weitere rd. 0,34 Mio. m³ Sand aus der Stromelbe wurden für Bauzwecke verspült, 3.500 m³ Boden wurden entsorgt. Insgesamt wurden rund 8,1 Mio. m³ durch Verklappen bei Neßsand im Gewässer umgelagert.

Umlagerung nach Neßsand

Nach Neßsand wurden rund 8,1 Mio. m³ umgelagert. 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 wurde eine Gesamtmenge von rd. 2,0 Mio. m³ Baggergut aus Teilen der Bundeswasserstraße in die Nordsee verbracht. Dazu wird ein separater Bericht vorgelegt.

Ausblick

Das Unterhaltungserfordernis lag im Jahr 2015 auf einem sehr hohen Niveau. Dies resultierte in einer Gesamtbaggermenge von 11,7 Mio. m³. Die Sedimentation im Hamburger Hafengebiet hängt von vielen unterschiedlichen Faktoren ab. Entscheidend ist dabei vor allem der Oberwasserabfluss aus dem Einzugsgebiet der Elbe. Bereits zwei Jahre in Folge ist aufgrund von Trockenheit im Elbeeinzugsgebiet der Oberwasserabfluss im Frühjahr und Sommer sehr gering. Der natürliche Sedimentaustrag aus dem Ästuar in Richtung Nordsee ist damit nicht mehr gegeben und es kommt zu einer erhöhten Sedimentation. Gleichzeitig verlagert sich die Trübungszone stromaufwärts und sorgt für ein höheres Dargebot an Schwebstoffen. Die Umlagerungsmengen bei Neßsand in 2015 sind von einer intensivierten Kreislaufbewirtschaftung beeinflusst worden. D.h., dass es nach der Umlagerung zu einem anteiligen Rücktransport der Sedimente von Neßsand ins Hafengebiet kommt. Dieser ist in Jahren mit mittleren und hohen Oberwasserabflüssen gering, in 2015 war er aufgrund der beschriebenen Randbedingungen stärker ausgeprägt. Um für Entlastung zu sorgen, wurden 2015 mit Einvernehmen des Landes Schleswig-Holstein 2 Mio. m³ in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht.

Die Erfahrungen mit dem Austrag von Sedimenten aus dem flutstromdominierten inneren Ästuar zeigen, dass eine Stabilisierung des Sedimenthaushalts erfolgen kann, wenn er regelmäßig und konsequent erfolgt. Diese Einschätzung wird durch verschiedene nationale und internationale Fachgutachter bestätigt (Systemstudie II, BfG (BfG-1763 auf www.bafg.de); internationale Evaluation des Strombau- und Sedimentmanagementkonzepts SSMK). Diese Strategie des regelhaften Sedimentaustrags wurde intensiv im Forum Strombau- und Sedimentmanagement Tideelbe (Dialogforum Tideelbe), initiiert durch die Hamburg Port Authority (HPA) und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), in 2014 und 2015 diskutiert. Insgesamt wurden in diesem Kontext sieben verschiedene Optionen für die Verbringung von Austragsbaggergut in der Tideelbe und Nordsee identifiziert und bewertet. Der einstimmig verabschiedete Endbericht ist unter www.dialogforum-tideelbe.de einsehbar.

Ende 2015 erfolgte eine weiterführende umfassende ökologische Bewertung und Priorisierung der Unterbringungsoptionen von Baggergut im Gewässer durch die Fachbehörden der Länder (Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Hamburg) unter Einbeziehung des im Dialogforum Tideelbe erarbeiteten Meinungsbildes. Als Vorzugsoption konnte die Unterbringungsoption „Nordsee-Schlickfallgebiet“ identifiziert werden, sowohl hinsichtlich ökologischer Gesichtspunkte als auch unter Beachtung der Ergebnisse aus dem Dialogforum Tideelbe zur Realisierbarkeit, Wirtschaftlichkeit, zu Nutzungsaspekten und regionaler Akzeptanz. Daraufhin stellte die HPA Anfang 2016 den Antrag beim schleswig-holsteinischen Umweltministerium auf Verbringung von Elbsedimenten in die Nordsee bei Tonne E3, um einen systematischen Austrag von Sedimentüberschüssen aus dem Bereich Hamburg zu gewährleisten.

Um die Menge der mit dem Flutstrom stromaufwärts transportierten Sedimente nachhaltig zu reduzieren, beschäftigen sich die HPA und WSV auch mit strombaulichen Maßnahmen. Mit Gründung des „Forums Tideelbe“ soll auch der Dialog mit der Region zielgerichtet 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 Nebenelben – entlang der Unterelbe diskutiert und erstbewertet.

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. In Vorbereitung ist ein Pilotprojekt zur Sanierung von Staustufen an der Saale, aus der weiterhin ein signifikanter Eintrag von schadstoffbelasteten Sedimenten in die Elbe zu verzeichnen ist. Kooperationspartner in diesem Projekt sind aktuell das Land Sachsen-Anhalt, die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) sowie das Hamburger Projekt ELSA.

1 Randbedingungen

1.1 Abflussgeschehen

Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu-Darchau, lag mit $478 \text{ m}^3/\text{s}$ im Jahresmittel deutlich unterhalb des langjährigen Mittels von $714 \text{ m}^3/\text{s}$. Auch wenn das Jahresmittel dem Wert von 2014 ähnlich ist, so zeigt das Jahr 2015 einen anderen Verlauf, der insbesondere durch die sehr abflussarmen Monate Juni bis Mitte November gekennzeichnet war. Die Hälfte des Jahres lagen die Oberwasserabflüsse unter $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Von Anfang Juni bis Mitte Oktober lagen sogar die Werte unter $300 \text{ m}^3/\text{s}$ mit einem Minimum von $161 \text{ m}^3/\text{s}$ am 16. August. Dieser sehr geringe Oberwasserabfluss ist auf die extreme Trockenheit im Elbeeinzugsgebiet zurückzuführen. Nur Mitte Januar und Anfang April traten kurzzeitig zwei kleinere Abflussspitzen mit $1.360 \text{ m}^3/\text{s}$ und $984 \text{ m}^3/\text{s}$ auf.

In Abbildung 1 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2012 bis 2015 dargestellt. Sie verdeutlicht die ausgeprägt niedrige Abflusssituation in den Sommermonaten.

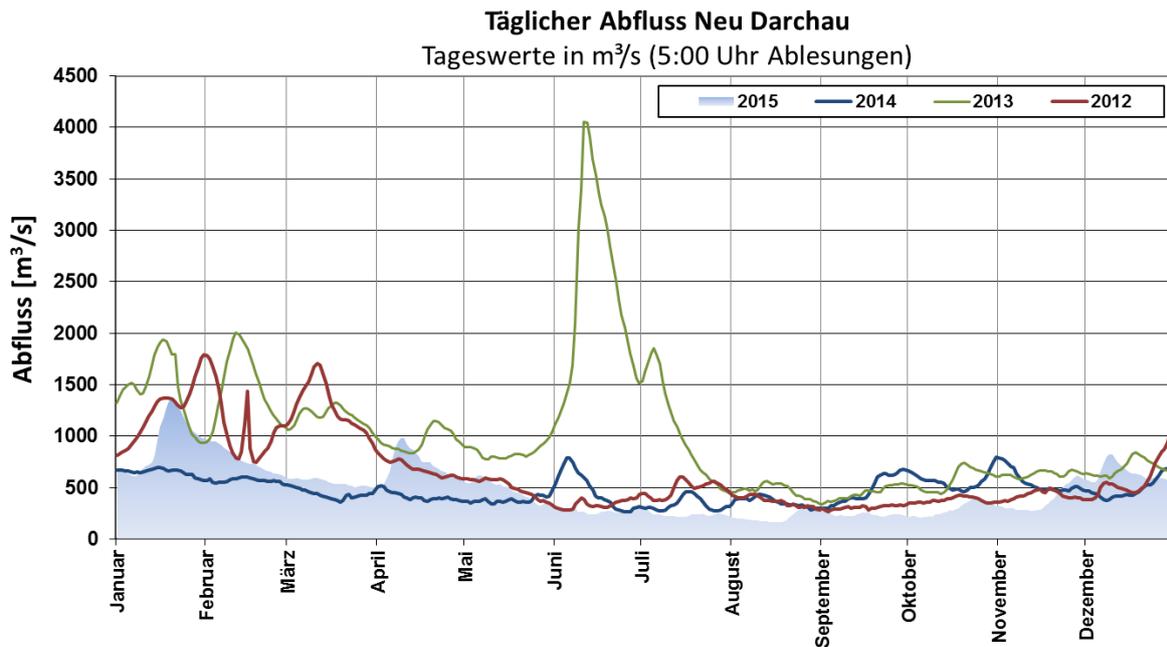


Abbildung 1: Abfluss am Pegel Neu-Darchau der Jahre 2012 bis 2015.

1.2 Gewässergüte

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

Im Zeitraum vom 14.04. bis 21.11. betrug die Wassertemperatur mehr als 10 °C.

Die Sauerstoffgehalte lagen in der Zeit vom 30.05. bis 04.09. mit Unterbrechungen unterhalb von 6 mg O₂/l (insgesamt 90 Tage). An keinem Tag lag der Sauerstoffgehalt unterhalb von 3 mg O₂/l. Der geringste gemessene Tagesmittelwert in 2015 betrug 3,5 mg O₂/l.

Insgesamt stellt sich die Sauerstoffsituation günstiger als in den voran gegangenen Jahren dar.

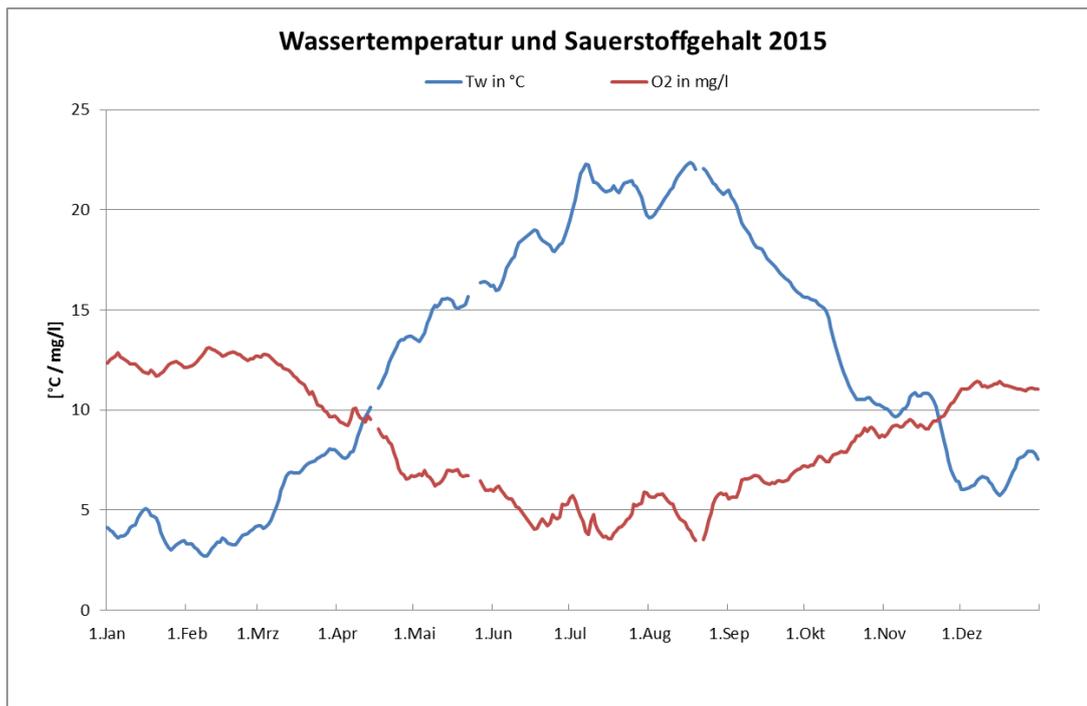


Abbildung 2: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte in 2015 an der Dauermessstelle Seemannshöft.

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 Profirmaß und sind das Ergebnis einer empirisch entwickelten Näherungsberechnung aus den ermittelten Massenangaben.

2.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2015 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe rd. 11,7 Mio. m³ Sediment gebaggert. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2015 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 im Jahr 2015 nach Verbleib (m³ Profilmaß BASSIN)

Verbleib	Summe
Umlagerung	
▪ Sediment zur Umlagerung bei Neßsand	8.055.400
▪ Sediment zur Umlagerung in die Nordsee bei Tonne E3	2.176.100
Landbehandlung	
▪ Mischboden zur Behandlung und Verwertung / Deponierung	679.800
▪ Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	336.200
▪ Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	3.500
Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen	
▪ Sand für Aufhöhungen	371.200
▪ Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	43.200
Summe (gerundet)	11.665.400 m³

2.2 Baggermassen

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

Tabelle 2: Gebaggerte Massen im Jahr in 2015 (t TS = Tonnen Trockensubstanz)

Verbleib	Sand (t TS)	Schlack (t TS)
Umlagerung nach Neßsand	678.500	2.576.900
Umlagerung in die Nordsee bei Tonne E3	230.300	700.100
Baggergut zur Behandlung Francop und Moorburg	250.500	196.400
Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	520.300	6.500
Sand für Aufhöhungen	607.500	6.100
Boden für Strombaumaßnahmen	65.000	1.700
Mineralöl verunreinigte Böden zur Entsorgung	6.300	500
Summe (gerundet)	2.358.300	3.488.200

2.3 Zeitliche Verteilung

Die Umlagerungen zur Klappstelle Neßsand erfolgen auf Grundlage der mit der Umweltbehörde vereinbarten „Übergangsregelung zum Handlungskonzept zur Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Stromelbe“ (2012). In dem Bereich des Strom-Km 638 am südlichen Fahrwasserrand im Bereich des Tonnenstrichs vor der Landesgrenze wurden rund 8,1 Mio. m³ und damit 5,4 Mio. m³ mehr 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 im Jahr 2015 und der damit einhergehenden verstärkten Sedimentation im Hafenbereich wurden im Rahmen des Einvernehmens mit dem Land Schleswig-Holstein von Juli bis Oktober rd. 2,2 Mio. m³ Baggergut aus der Delegationsstrecke in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Hierüber wird ein separater Bericht erstellt.

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die 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 und damit zur Aufrechterhaltung des Hafenbetriebs war es allerdings bereits Anfang Oktober 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.

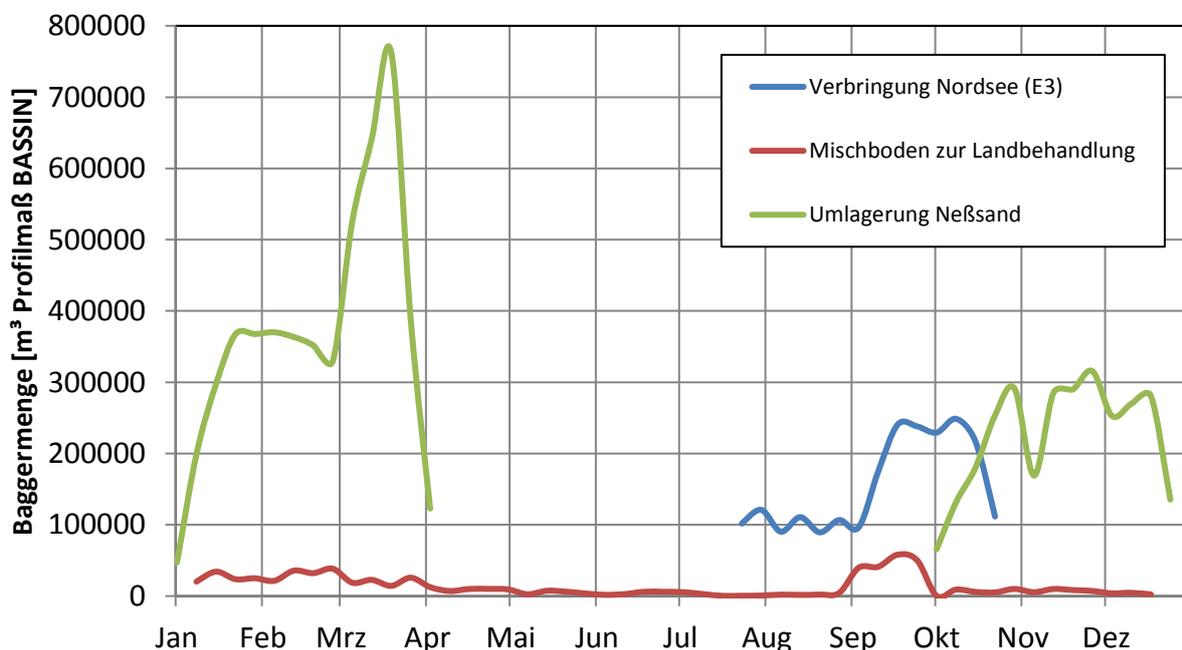


Abbildung 3: Wöchentliche Baggergutmengen ‚Umlagerung‘ innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie Verbringung in die Nordsee (Tonne E3) und ‚Landbehandlung‘ in Francop bzw. Moorburg für 2015.

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 Einsätzen von Laderaumsaugbaggern (Trailing Suction Hopper Dredger (TSHD), auch „Hopper“), um eine ebene Gewässersohle zu erzeugen (Nacharbeit TSHD). 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 nach vorheriger Anzeige bei der Behörde für Umwelt und Energie (BUE) durchgeführt. 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 Vor- und Nachpeilungen nicht immer 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 es deshalb, Einsatzstunden anzugeben.

Im Jahr 2015 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt etwa 2.197 Stunden zum Einsatz. Im Zeitraum April bis Oktober entfielen dabei 445 Einsatzstunden auf die Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe, sowie 227 Stunden auf Entfernung von Schlicklinsen. Abbildung 4 zeigt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2015.

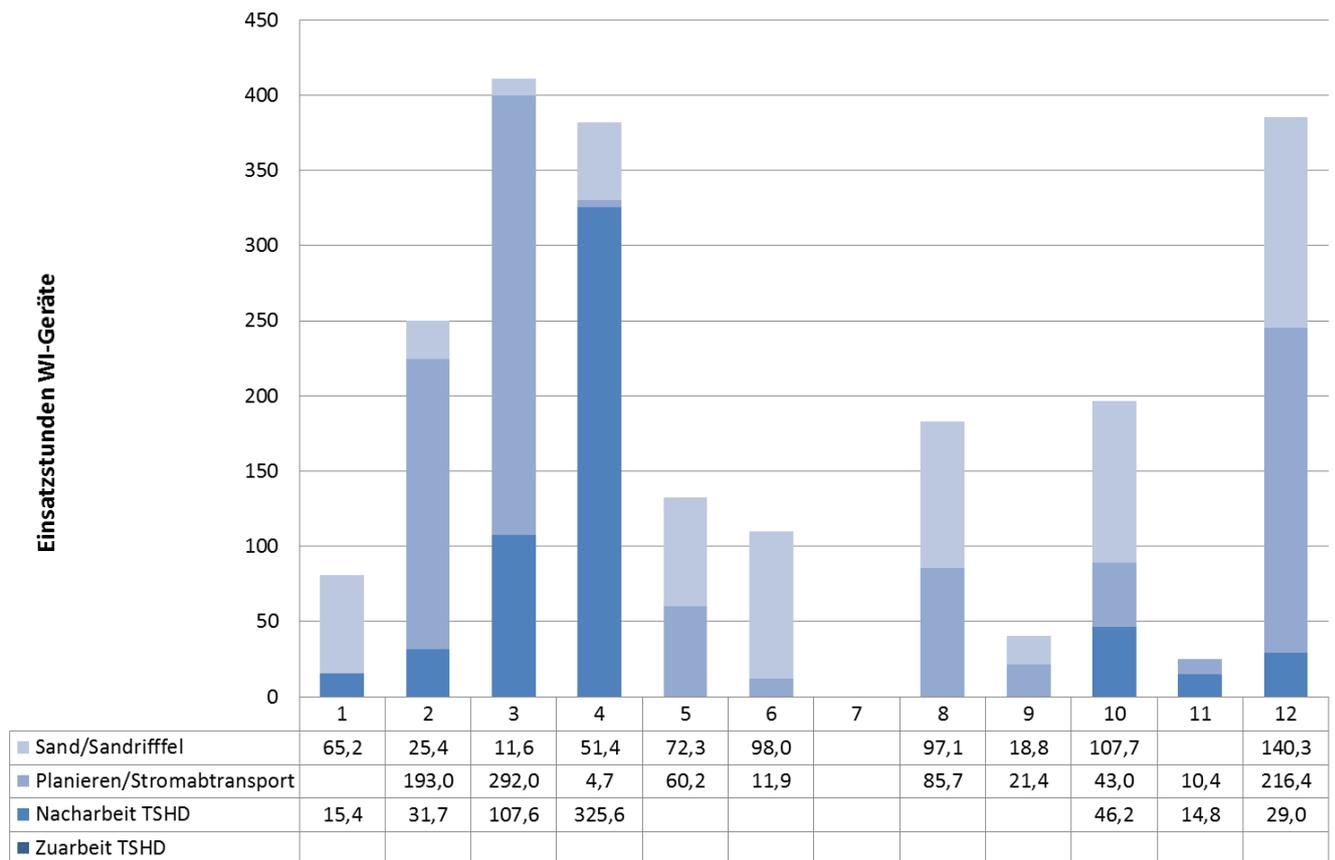


Abbildung 4: Einsatzzeiten des Wasserinjektionsverfahrens 2015, monatsweise Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem vom HPA eigenen Arbeitsschiff Otto Stockhausen durchgeführt. Im Jahr 2015 fielen hierbei insgesamt etwa 1.410 Leistungsstunden an.

3 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 29.01. bis zum 20.11.2015 wurden vier 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 statistischen Sicherheit von $P=95\%$. 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 2015 einen Auftrag von rd. 314.000 m³, obwohl insgesamt in dieses Gebiet rd. 8,1 Mio. m³ Baggergut verbracht wurden. Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.

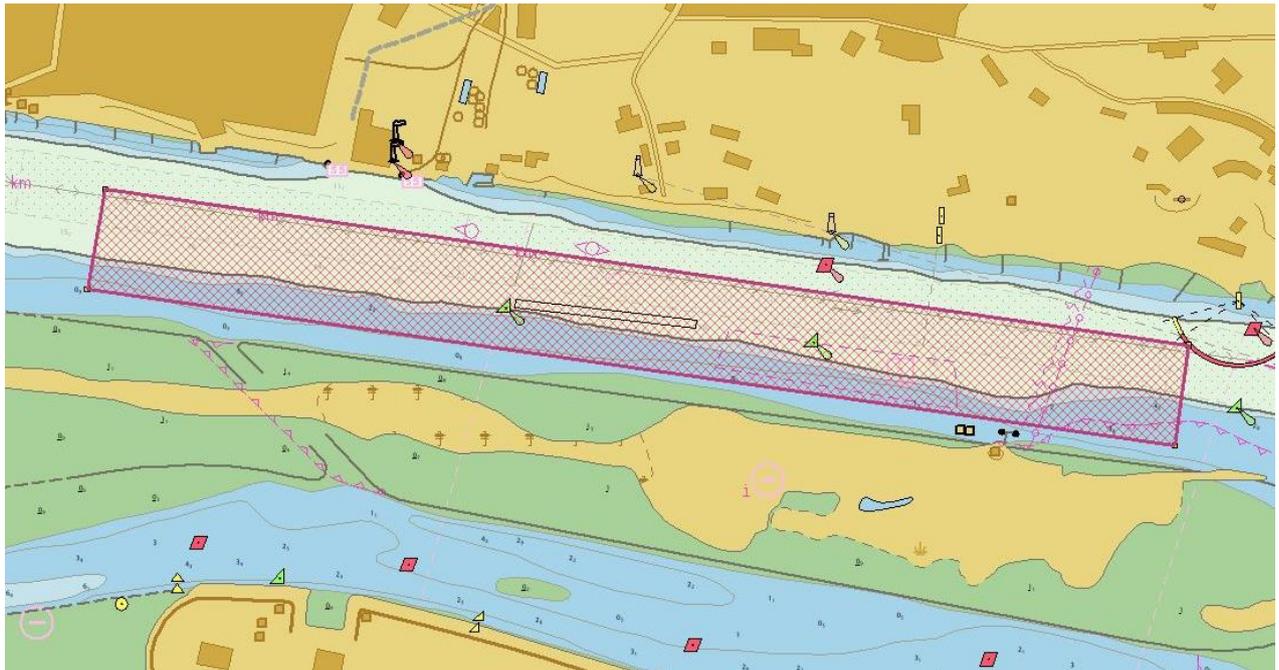


Abbildung 5: Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand. Auf dem südlichen Tonnenstrich ist das Klappfeld in schwarz markiert.

Massenbewegungen 2015

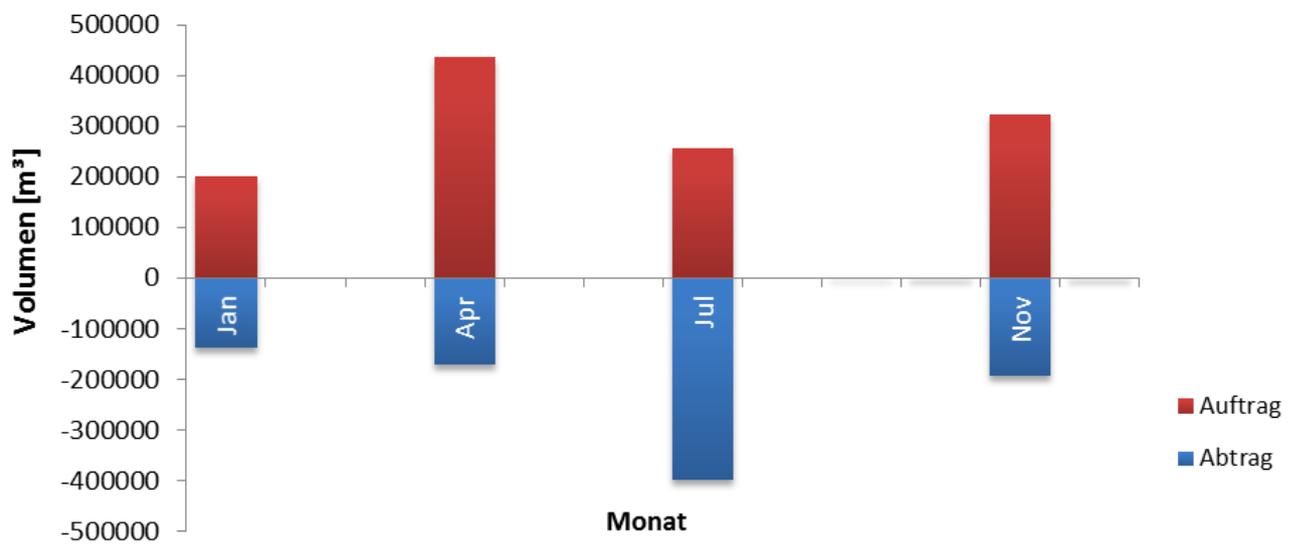


Abbildung 6: Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2015.



4 Schadstoffuntersuchungen

Für die Beurteilung des anfallenden Baggerguts aus dem Hamburger Hafen wurden Untersuchungen hinsichtlich der Schadstoffbelastung gemäß der Handlungsvereinbarung durchgeführt. Schadstoffuntersuchungen erfolgen sowohl an Sedimenten als auch an dem aufbereiteten Baggergut für die landseitige Verwertung bzw. Beseitigung:

- Zur Einschätzung der Entwicklung der Belastung der Sedimente werden in jedem Frühsommer an festgelegten Probennahmepunkten im Stromabschnitt von Geesthacht bis Wedel Oberflächenproben des frischen Sediments entnommen (Referenzbeprobung, 20 Proben). 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 5. und 8.6.2015 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2015 sind in Anlage 3 dargestellt.
- Die schon im Jahr 2014 deutlich erhöhte Sedimentation im Hamburger Elbeabschnitt und die damit verbundene Baggermengen erforderten einen erhöhten Aufwand an Untersuchungen für die Verbringung von Baggergut zu den Klappstellen. 2015 wurden erstmalig auch Untersuchungen zur Verbringung von Schlickern aus den Hafenbeckeneinfahrten in die Deutsche Bucht zur Tonne E3 begonnen. Dies führte dazu, dass in der zweiten Jahreshälfte 2014 und im Jahr 2015 insgesamt über 190 Sedimentkerne hinsichtlich der Schadstoffgehalte untersucht wurden. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Anlage 4 dargestellt, die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus dem Jahr 2015 sind in Anlage 5 abgebildet
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen aus 2015 des an Land aufbereiteten Schlicks aus Entwässerungsfeldern sowie der METHA sind in Anlage 6 aufgeführt.

4.1 Schadstoffgehalte der Sedimente

Die Belastung der frisch sedimentierten Schwebstoffe wird wesentlich durch den Oberwasserabfluss der Elbe geprägt. Die in Kapitel 1.1 aufgezeigte Abflusssituation bewirkte hohe Eintreibungen feinkörniger Sedimente in den Hafenbereich. Durch eine ausgebliebene länger andauernde Hochwasserperiode wurde das nach Neßsand verbrachte Baggergut nicht nachhaltig aus dem Hamburger Gewässerabschnitt ausgetragen. Die Schadstoffbelastung des Sediments zeigt durch den von Unterstrom eingetragenen Schwebstoffanteil insgesamt ein Niveau wie im Vorjahr.

Die Ergebnisse der Referenzbeprobung 2015 bestätigen den Eintrag von geringer belasteten Schwebstoffen und Sedimenten von Unterstrom. Geringe Befunde an Schwermetallen, gemessen in der Fraktion < 20 µm, sind der Hinweis auf diese Transport- und Einmischungsvorgänge. Mit einem mittleren Cadmiumgehalt von 3 mg/kg TS wird das gleiche Belastungsniveau wie im Jahr 2014 erreicht. Auch die spezifischen Gehalte der übrigen Metalle unterscheiden sich kaum von denen des Vorjahres. Die Maximalbefunde treten wieder in den frischen Sedimenten in der oberen Tideelbe oberhalb Hamburgs auf, bedingt durch den Sedimenteintrag aus der Mittelelbe und den in diesem Bereich niedrigeren Anteil geringer belasteter Sedimente von Unterstrom.

Das bei Neßsand umgelagerte Baggergut entstammt hauptsächlich aus den Hauptsedimentationsgebieten in den strömungsberuhigten Bereichen der Hafenbeckeneinfahrten und der Elbe. Hier lagern sich überwiegend feinkörnige schwebstoffbürtige Sedimente ab. Der mittlere Schlickanteil (Feinkornanteil des Sediments der Fraktion < 63µm) liegt bei 73,9 Gewichts-%. Bedingt durch die gleichbleibenden hydraulischen Randbedingungen ändert sich die Zusammensetzung der

Sedimente in den Hauptsedimentationsbereichen nicht grundlegend. Der TOC-Gehalt des Sediments weist im Mittel 3,3 Gewichts-% TS auf.

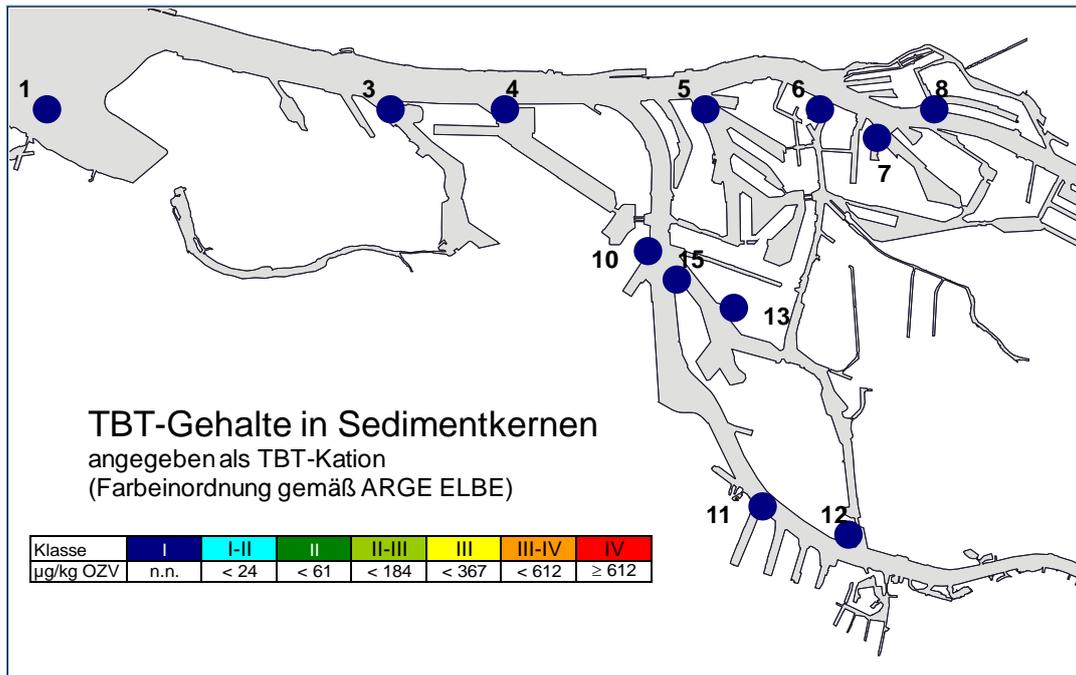
Die Konzentration von Metallen und Arsen in der Fraktion < 20 µm in den Sedimenten liegt im Jahr 2015 auf dem Niveau des Vorjahres. Es sind keine größeren Rückgänge der Metallbelastungen im vergangenen Jahrzehnt zu verzeichnen gewesen, auch im Jahr 2015 ist dies nicht der Fall.

Bei den organischen Schadstoffen ist gegenüber dem Vorjahr ebenfalls keine wesentliche Änderung der Belastungsstruktur zu erkennen. Auffälligkeiten bei Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) 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 Hafengebieten 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 59 µg/kg TS in den Sedimenten enthalten (Anlage 4). Dies entspricht dem Belastungsniveau der Vorjahre, die Abnahme der TBT-Anreicherungen im Sediment erfolgt insgesamt sehr langsam.

Trotz des Anwendungsverbotes von TBT-haltigen Schiffsanstrichen seit 2008 durch die IMO (International Maritime Organisation) sind weiterhin erhöhte Gehalte 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), mussten auch im Jahr 2015 an Land verbracht werden.





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
2015	51 *	59 *	50 *	47 *	566 *	112 *	40 *	39 *	47 *	57 *	30	74 *

* 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 1997-2015, eingestuft nach dem Bewertungsschema der ARGE ELBE (Bewertungsschema siehe: Umgang mit belastetem Baggergut an der Elbe. ARGE ELBE 1996, Hamburg; Angaben in µg OZK/kg TS).

4.2 Ökotoxikologische Untersuchungen

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

2011¹). Die eintretenden Beeinträchtigungen der Organismen werden gemessen. 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, in dem 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 bis 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 den Gebieten Köhlbrand, Norderelbe und Süderelbe wurden im Juni 2015 insgesamt 34 Sedimente über die gesamte Schnitttiefe beprobt und anschließend ökotoxikologisch analysiert. In den Hafenzufahrten wurden über die zweite Jahreshälfte 2015 noch einmal 41 Sedimentkerne untersucht, so dass für insgesamt 75 Proben ökotoxikologische Einstufungen vorliegen. 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 pT0 (unbelastet) bis pT5 (hoch belastet), liegen dabei aber mehrheitlich im unteren Bereich zwischen pT0 und pT2 (Abbildung 8). Der Daphnientest zeigt ebenfalls überwiegend pT0 bis pT2, vereinzelt auch pT3 an. Die Mehrzahl der Leuchtbakterientests ergibt einen Wert von pT0 oder pT1. In den Gebieten der Süderelbe, der Rethe Bl. 3, im Seehafen 4, im Sandauhafen und im Reiherstieg Vorhafen werden auch höhere Werte von pT2 bis pT3 festgestellt (Abbildung 8).

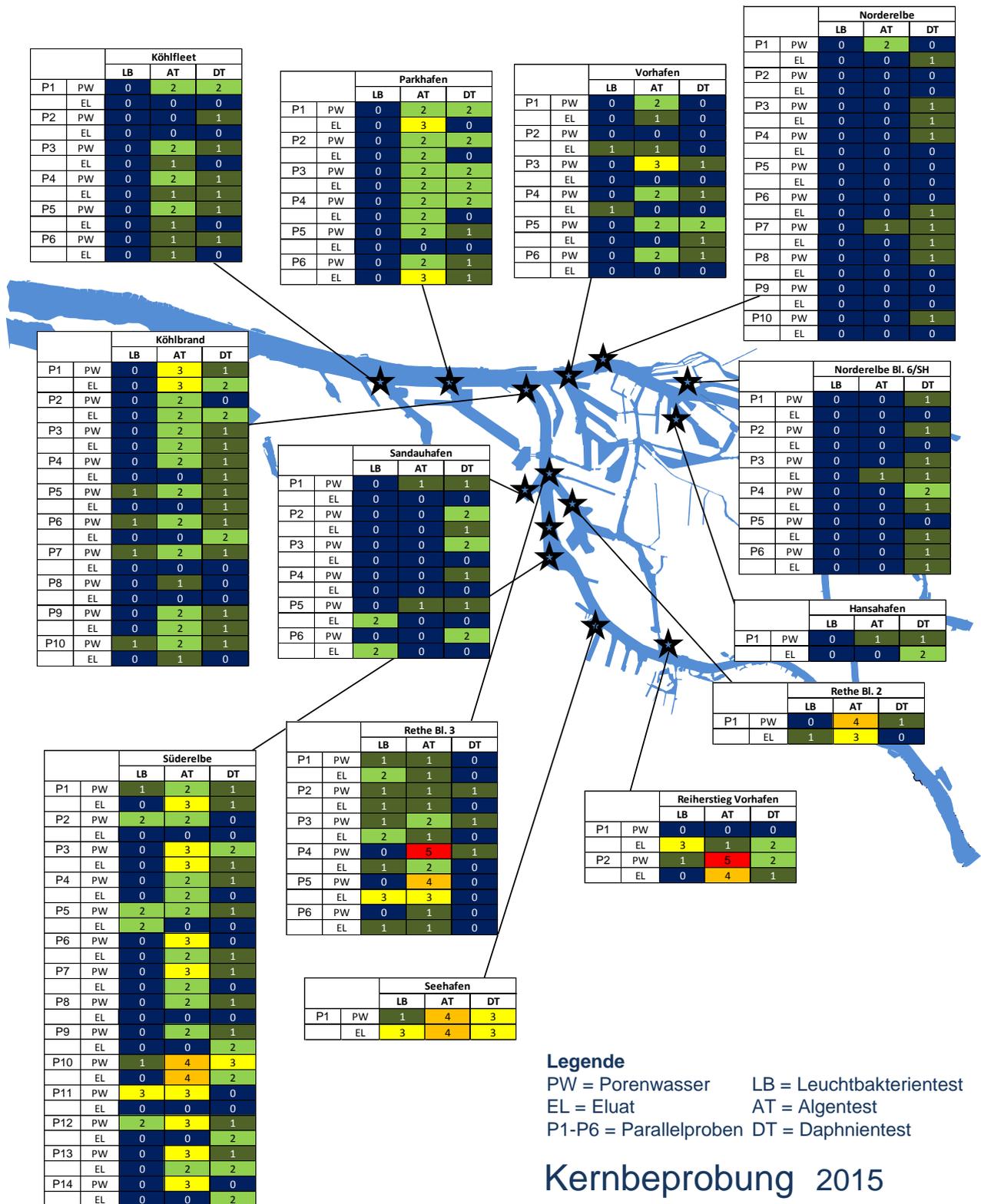
Pro Kernprobe werden die drei Testverfahren sowohl an Porenwässern als auch an Eluaten durchgeführt, so dass insgesamt sechs pT-Werte ermittelt werden. Der jeweils Höchste bestimmt die Einstufung in die Toxizitätsklasse. In der Gesamtbewertung 2015 wird die Klasse II am häufigsten erreicht, gefolgt von den benachbarten Klassen I und III (Anlage 5). Auch der Median aller Kernproben liegt für 2015 bei Klasse II (geringe Belastung). Auffällig ist, dass die Einstufung von Proben in eine höhere Toxizitätsklasse (Klasse IV und V) nur in den weiter Oberstrom gelegenen Bereichen festgestellt wird (Reiherstieg Vorhafen, Seehäfen, Süderelbe, Rethe Bl. 3, Bl. 2; Abbildung 8).

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. Mit einem Medianwert von Klasse II ist damit in 2015 ein etwas niedrigerer Wert als in den vergangenen Jahren erreicht. Dies könnte an den hohen Anteilen von geringer belastetem Material gelegen haben, dass in 2015 von Unterstrom eingetragen wurde (Abschn. 4.1). Anzeichen für eine signifikante Erhöhung des ökotoxikologischen Potenzials der umzulagernden Sedimente im Vergleich zu denen aus den vorangegangenen Jahren werden im Vergleich der Werte von 2004 bis 2015 damit auf jeden Fall nicht festgestellt.

Die ökotoxikologische Analyse der Oberflächenproben an den Referenzmessstellen wird seit 2005 mit der oben beschriebenen Testpalette an Eluaten durchgeführt. Beprobt wird nur die oberste

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

Sedimentschicht mit einer Schichtdicke von bis zu 5 cm. Die Analyse erfolgt an insgesamt 19 Stationen.



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

Kernprobung 2015

Abbildung 8: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen 2015.

Die Referenzbeprobung zeigte im Juni 2015 im Vergleich der Jahre seit 2005 mit Medianwerten von pT1 im Leuchtbakterientest einen eher niedrigen und im Algentest mit einem Median von pT3 einen durchschnittlichen Wert an, wobei die überstrichene Spanne mit Werten von pT0 bis pT4 (Leuchtbakterientest) resp. pT5 (Algentest) - 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 2015 etwas niedriger lag als die in den vergangenen Jahren ermittelte.

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 2014/2015 an 171 Sedimentkernen untersucht. Ermittelt wurde der chemische Verbrauch von Sauerstoff nach 180 Minuten, bezogen auf Trockensubstanz. Die mittlere Zehrung lag bei 1,2 mg O₂/kg TS bei einer Spanne von 0,03 bis 2,3 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. Zur Berechnung von Schadstofffrachten werden die bewegten Sedimentmassen mit der jeweiligen Konzentration der einzelnen Schadstoffe verrechnet.

Die bei Neßsand umgelagerten Mengen sind in der Regel frische Sedimente, die nicht älter als ein Jahr am Gewässergrund vorzufinden sind. Ihre Belastung resultiert zu sehr großen Teilen aus dem Oberstrom. Sie werden mit dem Strom in die Tideelbe eingetragen.

Tabelle 3: Berechnete bzw. abgeschätzte Schadstofffrachten 2015.

Schadstoff	Einheit	Landver-	Umlagerung	Verbringung	Elbe 2014 Schnackenburg*
		bringung 2015	Neßsand 2015	Tonne E3 2015	
		bezogen auf 405.200 t TS	bezogen auf 3.255.400 t TS	bezogen auf 932.450 t TS	
Arsen	t/a	12,8	<i>67,4</i>	14,2	36
Blei	t/a	32,8	<i>161,5</i>	32,2	39
Cadmium	t/a	1,29	<i>4,9</i>	0,93	2,6
Kupfer	t/a	61,6	<i>134</i>	31,4	57
Nickel	t/a	11,5	<i>84</i>	16,8	44
Quecksilber	t/a	1	<i>3,3</i>	0,78	0,44
Zink	t/a	214	<i>1084</i>	231	450
Mono-Butylzinn	kg Sn /a	24,2	<i>53,3</i>	6,7	k.A.
Di-Butylzinn	kg Sn /a	18,5	<i>27,9</i>	4,3	k.A.
Tri-Butylzinn	kg Sn /a	66,6	<i>78,6</i>	15,6	5,8
Tetra-Butylzinn	kg Sn /a	12,8	<i>12,6</i>	0,8	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 (kursive Werte in Tabelle 3) stellen aus der umgelagerten Tonnage und den Konzentrationen abgeschätzte Werte dar. Auf Grund des bei der dortigen Verbringung erfolgenden Rücktransports von nicht genauer quantifizierbaren Teilmengen in den Bereich des Hafens, die wiederum gebaggert und erneut umgelagert werden, erfolgt eine mehrfache Erfassung dieser Teilmengen und damit der entsprechenden Teilfrachten. Die tatsächlich je betrachtetem Stoff bewegte Fracht dürfte daher unter derjenigen liegen, die auf Grundlage der insgesamt umgelagerten Mengen abgeschätzt wird.

Anlage 2**Gebaggerte Mengen 2015 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 zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	
Norderelbe (2-5)	0	0	0	0	0	292.600	0	292.600
Suederelbe (2-3)	0	0	0	230.400	0	73.800	0	304.200
Norderelbe (6-7)	1.027.700	754.200	0	0	0	0	100	1.782.000
Suederelbe	1.000.700	622.200	1.400	0	0	0	600	1.624.900
Koehlbrand	500.500	799.800	0	0	0	0	300	1.300.600
Untereelbe	3.300	0	0	102.900	0	4.800	41.200	152.200
Aussen – Este	12.300	0	1.700	0	0	0	0	14.000
Muehlenberger Loch	0	0	4.200	0	0	0	0	4.200
Noerdl.Reiherstieg	0	0	184.000	0	200	0	0	184.200
Suedl.Reiherstieg	0	0	8.300	0	0	0	200	8.500
Rethe	880.100	0	7.300	2.800	0	0	0	890.200
Kattwykhafen	28.000	0	0	0	0	0	0	28.000
Blumensandhafen	41.400	0	0	0	0	0	0	41.400
Neuhoefer Hafen	21.100	0	0	0	0	0	100	21.200
Hansahafen	107.700	0	0	0	0	0	0	107.700
Suedwesthafen	44.300	0	0	0	0	0	0	44.300
Steinwerder Hafen	90.700	0	0	0	0	0	0	90.700
Baakenhafen	0	0	300	0	0	0	0	300
Elbufer	287.200	0	1.600	0	0	0	400	289.200
Kuhwerder Vorhafen	1.063.800	0	4.100	0	3.400	0	0	1.071.300
Werfthafen B+V	141.800	0	29.500	0	0	0	0	171.300
Kuhwerder Hafen	0	0	18.100	0	0	0	0	18.100
Kaiser-Wilhelm-Hafen	0	0	220.300	0	0	0	0	220.300

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 zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	
Ellerholzhafen	107.900	0	100	0	0	0	0	108.000
Oderhafen	0	0	0	0	0	0	200	200
Rosshafen	0	0	17.800	0	0	0	0	17.800
Sandauhafen	314.500	0	0	0	0	0	0	314.500
Parkhafen	1.263.100	0	103.400	0	0	0	0	1.366.500
Waltershofer Hafen	54.300	0	0	0	0	0	0	54.300
Finkenwerd.Vorhafen	0	0	4.100	0	0	0	0	4.100
Koehlfleet	1.024.400	0	0	0	0	0	0	1.024.400
Koehlfleethafen	0	0	1.200	0	0	0	0	1.200
Dradenauhafen	0	0	0	0	0	0	100	100
Seehafen 1	4.100	0	1.100	0	0	0	100	5.300
Seehafen 2	0	0	0	0	0	0	100	100
Seehafen 4	14.200	0	3.000	0	0	0	0	17.200
Innere Durchfahrt	0	0	500	0	0	0	0	500
Fleete/Speicher	7.000	0	16.200	0	0	0	0	23.200
Muegg.-Hovek.westl.T.	0	0	6.700	0	0	0	0	6.700
Muegg.-Hovek.oestl.T.	0	0	41.200	0	0	0	0	41.200
Rugenberger Hafen	15.200	0	3.700	0	0	0	0	18.900
SUMME	8.055.400	2.176.100	679.800	336.200	3.500	371.200	43.200	11.665.400

Anlage 3**Statistische Auswertung der Referenzproben (Juni 2015)**

Parameter	Einheit	n	n < BG	Min.	Median	Mittelwert	90. P.	Max.
Trockensubstanz	Gew.-% OS	20	0	20,7	26,3	28,5	38,6	40,5
TOC (C)	Gew.-% TS	20	0	2,3	4,3	4,3	5,5	7,3
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	20	0	27,9	52,5	50,8	62,3	73,5
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	20	0	19,5	31,3	31,5	37,1	46,6
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	20	0	2,8	6,5	8,7	17,6	22,6
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	20	0	1,9	4,7	5,8	9,2	19,1
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	20	1	< 0,1	0,2	0,3	0,8	1,3
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	20	1	< 0,1	0,3	0,5	0,6	2,6
Fraktion 1000 - 2000 µm	Gew.-% TS	20	5	< 0,1	0,3	0,4	0,9	2
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	20	5	< 0,1	0,3	0,4	0,9	2
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	20	0	60,5	85,5	82,3	92,6	93
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	20	0	69,3	92,9	91	96,8	97,1
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	20	0	2530	4745	4722	6431	8790
Phosphor	mg/kg TS	20	0	1000	1600	1630	2030	2800
Schwefel	mg/kg TS	20	0	2600	4100	3895	4610	4800
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	20	0	26	32	32	37	38
Blei < 20 µm	mg/kg TS	20	0	72	88	91	107	124
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	20	0	1,3	2,1	3	6	6,8
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	20	0	61	71	72	82	83
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	20	0	46	63	70	104	115
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	20	0	33	40	40	43	50
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	20	0	1,2	1,4	1,7	2,7	3
Zink < 20 µm	mg/kg TS	20	0	417	538	682	1094	1200
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	20	0	54	110	107	144	180
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	20	8	<10	12	13	17	22
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	20	0	47	92	95	126	160
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	20	0	0,04	0,06	0,08	0,15	0,18
Acenaphthylen	mg/kg TS	20	10	< 0,01	0,01	0,01	0,03	0,03
Acenaphthen	mg/kg TS	20	12	< 0,01	< 0,01	k. MW	0,02	0,026
Fluoren	mg/kg TS	20	0	0,02	0,03	0,03	0,06	0,069
Phenanthren	mg/kg TS	20	0	0,08	0,13	0,17	0,32	0,36
Anthracen	mg/kg TS	20	0	0,03	0,05	0,06	0,11	0,12
Fluoranthren	mg/kg TS	20	0	0,14	0,23	0,29	0,54	0,61
Pyren	mg/kg TS	20	0	0,12	0,2	0,25	0,46	0,53
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	20	0	0,08	0,12	0,15	0,25	0,28
Chrysen	mg/kg TS	20	0	0,08	0,12	0,14	0,24	0,26
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	20	0	0,11	0,14	0,17	0,26	0,32
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	20	0	0,05	0,07	0,08	0,12	0,14
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	20	0	0,16	0,21	0,25	0,38	0,46
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	20	0	0,07	0,1	0,12	0,19	0,22
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	20	0	0,02	0,02	0,03	0,04	0,042
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	20	0	0,05	0,08	0,09	0,13	0,15
PAK Summe 6 *)	mg/kg TS	20	0	0,05	0,08	0,09	0,14	0,15
PAK Summe 16 *)	mg/kg TS	20	0	0,49	0,71	0,83	1,37	1,58

Parameter	Einheit	n	n < BG	Min.	Median	Mittelwert	90. P.	Max.
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	20	3	0,3	0,6	0,8	<1,5	<1,5
PCB 52	µg/kg TS	20	0	0,4	0,7	0,8	1,2	1,5
PCB 101	µg/kg TS	20	0	1,0	1,8	1,8	2,4	3,0
PCB 118	µg/kg TS	20	0	0,6	1,0	1,1	1,3	1,9
PCB 138	µg/kg TS	20	0	1,6	2,9	3,2	4,5	6,3
PCB 153	µg/kg TS	20	0	2,2	4,1	4,4	6,1	9,0
PCB 180	µg/kg TS	20	0	1,3	2,6	3,0	4,6	7,7
PCB Summe 6 ^{*)}	µg/kg TS	20	0	6,7	12,7	14,1	19,8	28,0
PCB Summe 7 ^{*)}	µg/kg TS	20	0	7,3	13,7	15,2	21,2	29,3
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	20	0	0,24	0,4	0,6	1,4	1,6
beta-HCH	µg/kg TS	20	0	0,24	1,1	1,6	3,7	5,1
gamma-HCH	µg/kg TS	20	0	0,11	0,1	0,2	0,4	0,45
delta-HCH	µg/kg TS	20	0	0,14	0,4	0,5	1,1	1,2
epsilon-HCH	µg/kg TS	20	12	< 0,1	< 0,1	k. MW	0,3	0,31
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	20	0	0,16	0,3	0,4	0,5	0,78
p,p'-DDE	µg/kg TS	20	0	1,5	3,1	3,7	6,2	8,3
o,p'-DDD	µg/kg TS	20	0	1,8	3,9	4,8	8,1	11
p,p'-DDD	µg/kg TS	20	0	5,2	10	12,9	22,8	33
o,p'-DDT	µg/kg TS	20	0	0,15	0,4	1	2,4	4,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	20	0	1,9	4	7,2	19,3	26
DDT-Summe	µg/kg TS	20	0	11,1	21,1	29,9	58,8	76,8
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	20	0	0,68	1,2	1,4	2,6	3,2
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	0	3,1	6,7	8,6	16,4	20
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	9,2	13	14	17	27
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	6,5	10	11	16	19
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	10	31	36	56	130
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	2,2	4	5	9	10
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	1	1,6	1,8	2,6	3,5
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	20	0	2	2,9	3,3	4,7	6,9
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	20	18	< 1	< 1	k. MW	< 1	2,7
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	20	20	< 1	< 1	k. MW	< 1	< 1

^{*)} Summenberechnung mit der ganzen Bestimmungsgrenze bei Werten < BG

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

Anlage 4**Statistische Auswertung der Kernproben 2014/15 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	194	0	21,9	38	38,1	49,8	80,8
TOC (C)	Gew.-% TS	189	0	0,09	3,5	3,3	4,6	5,7
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	189	0	1,1	52,6	50	72,9	80,4
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	189	0	0,4	24,1	23,9	29,9	37,6
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	189	0	0,7	11,5	13,6	26,5	37,7
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	189	0	0,4	4,2	8,2	19,4	46,7
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	189	2	< 0,1	1,2	3,1	7,4	55,5
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	189	19	< 0,1	0,2	0,6	1	17,4
Fraktion 1000 - 2000 µm	Gew.-% TS	189	39	< 0,1	0,1	0,4	0,7	8,8
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	189	82	< 0,1	0,1	0,4	0,7	4,5
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	189	0	1,5	79,1	73,9	93,4	96,9
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	189	0	2,2	91,5	87,4	98,1	99,6
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	189	1	< 100	3930	3761	5140	8900
Phosphor	mg/kg TS	189	0	130	1400	1394	1800	3530
Schwefel	mg/kg TS	189	0	230	3800	3646	4726	5900
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	185	0	1,9	22	20,7	28	32
Blei	mg/kg TS	185	0	9,8	52	49,6	66	126
Cadmium	mg/kg TS	185	1	< 0,1	1,3	1,5	2,3	5,8
Chrom	mg/kg TS	185	0	5,1	47	46,9	67,6	171
Kupfer	mg/kg TS	185	0	18	40	41,3	54	272
Nickel	mg/kg TS	185	0	5,5	27	25,8	35	41
Quecksilber	mg/kg TS	185	0	0,05	1,1	1	1,4	3,17
Zink	mg/kg TS	185	0	87	333	333	438	951
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	193	0	20	33	33,4	38	48
Blei < 20 µm	mg/kg TS	193	0	66	85	87,2	97	140
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	193	0	0,98	2,1	2,4	3,8	7,5
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	193	0	58	82	82,1	94	113
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	193	0	43	62	67,8	89	248
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	193	0	36	43	43,4	47	58
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	193	0	0,88	1,5	1,6	2,1	4,37
Zink < 20 µm	mg/kg TS	193	0	394	553	586	757	1189
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	188	1	< 50	100	105	160	490
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	188	69	< 50	15	21	50	74
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	188	1	< 50	88	89	134	412
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	188	0	0,022	0,06	0,06	0,09	0,24
Acenaphtylen	mg/kg TS	188	142	< 0,01	< 0,01	k.MW	0,01	0,036
Acenaphten	mg/kg TS	188	104	< 0,01	< 0,01	k.MW	0,02	0,051
Fluoren	mg/kg TS	188	0	0,011	0,02	0,03	0,04	0,12
Phenanthren	mg/kg TS	188	0	0,055	0,12	0,13	0,19	0,45
Anthracen	mg/kg TS	188	0	0,019	0,04	0,04	0,06	0,16
<u>Fluoranthren</u>	mg/kg TS	188	0	0,088	0,21	0,23	0,32	0,88
Pyren	mg/kg TS	188	0	0,073	0,18	0,19	0,27	0,71
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	188	0	0,036	0,1	0,11	0,15	0,7

Parameter	Einheit	n	n < BG	Min.	Median	Mittel	90. P.	Max.
Chrysen	mg/kg TS	188	0	0,038	0,1	0,11	0,16	0,4
<u>Benzo(b)fluoranthren</u>	mg/kg TS	188	0	0,014	0,12	0,13	0,17	0,33
<u>Benzo(k)fluoranthren</u>	mg/kg TS	188	0	0,021	0,06	0,06	0,08	0,18
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	188	0	0,036	0,1	0,1	0,14	0,36
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	188	2	< 0,01	0,03	0,03	0,04	0,11
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	188	0	0,035	0,1	0,1	0,14	0,29
<u>Indeno(1,2,3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	188	0	0,028	0,1	0,1	0,15	0,29
PAK Summe 6 *)	mg/kg TS	188	0	0,272	0,68	0,72	0,95	2,2
PAK Summe 16 *)	mg/kg TS	188	0	0,584	1,37	1,45	1,98	4,53
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	188	0	0,3	0,7	0,8	1,2	4,8
PCB 52	µg/kg TS	188	0	0,29	0,7	0,8	1,2	4,9
PCB 101	µg/kg TS	188	0	0,66	1,5	1,7	2,5	6,8
PCB 118	µg/kg TS	188	0	0,34	0,9	1	1,6	3,5
PCB 138	µg/kg TS	188	0	0,91	2,4	2,7	4,5	9,6
PCB 153	µg/kg TS	188	0	1,3	3,3	3,5	5,3	10
PCB 180	µg/kg TS	188	0	0,61	2,1	2,5	4,7	9,1
PCB Summe 6 *)	µg/kg TS	188	0	4,43	10,8	12,1	19,6	40,3
PCB Summe 7 *)	µg/kg TS	188	0	4,77	11,6	13	20,9	42,6
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	188	1	< 0,05	0,4	0,5	0,7	3,7
beta-HCH	µg/kg TS	188	0	0,064	0,8	0,9	1,5	4,9
gamma-HCH	µg/kg TS	188	3	< 0,05	0,1	0,1	0,2	1
delta-HCH	µg/kg TS	188	1	< 0,1	0,4	0,5	0,9	3,6
epsilon-HCH	µg/kg TS	154	115	< 0,1	< 0,1	k. MW	0,1	0,63
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	188	1	< 0,1	0,3	0,3	0,4	1,2
p,p'-DDE	µg/kg TS	188	0	0,27	2,9	3,3	5,3	14
o,p'-DDD	µg/kg TS	188	0	0,32	3,2	3,7	5,4	16
p,p'-DDD	µg/kg TS	188	0	0,75	7,7	10,1	16	77
o,p'-DDT	µg/kg TS	188	3	< 0,1	0,4	0,5	1	3,8
p,p'-DDT	µg/kg TS	188	0	0,31	2,1	3	5,4	43
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	188	1	< 0,1	1	1,1	1,6	3,6
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	188	0	0,38	4,8	5,5	8,2	29
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	194	0	5,2	14	24	42	200
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	194	0	4,5	12	17	30	100
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	194	0	3,4	44	59	110	270
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	185	3	< 1	4,9	11	21	130
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	194	111	< 1	< 1	k. MW	3	16
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	194	48	< 1	1,8	2,3	3,4	17
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	194	175	< 1	< 1	k. MW	1,2	29
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	194	194	< 1	< 1	k. MW	< 1	< 1
Sauerstoffzehrung								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	171	0	0,028	1,2	1,2	1,9	2,3

*) Summenberechnung mit der ganzen Bestimmungsgrenze bei Werten < BG

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

Anlage 5

Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen im Jahr 2015 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 = 75	Algentest n = 75	Daphnientest n = 75
pT 0	61	41	43
pT 1	6	13	20
pT 2	5	11	11
pT 3	3	7	1
pT 4	0	3	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser			
pT-Stufe	n = 75	n = 75	n = 75
pT 0	60	21	18
pT 1	11	9	43
pT 2	3	30	12
pT 3	1	9	2
pT 4	0	4	0
pT 5	0	2	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n = 75
0	3
I	19
II	34
III	13
IV	4
V	2
VI	0

Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2015

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2015 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juni 2015			
	Leuchtb. (LB) n = 19	Algentest (AT) n = 19	Daphnient. (DT) n = 19	Klasse n = 19
pT 0	9	1	14	1
pT 1	2	2	3	2
pT 2	2	3	2	3
pT 3	3	5	0	5
pT 4	3	4	0	4
pT 5	0	4	0	4
≥ pT 6	0	0	0	0

Anlage 6

Schadstoffbelastung des in der METHA klassierten Schlicks 2015

Originalsubstanz		n	n < BG	Min.	Median	Mittel	90. P.	Max.
Trockensubstanz	Gew.-%	31	0	23,6	25,8	26,2	28,3	31,1
Fraktion < 20 µm	Gew.-%	31	0	34,1	44,4	44,5	50,7	54,3
Fraktion 20 – 63 µm	Gew.-%	31	0	17,2	23,1	22,9	25	28,8
Fraktion 63 – 100 µm	Gew.-%	31	0	10,5	15,4	15,9	20	31,1
Fraktion 100 – 200 µm	Gew.-%	31	0	6,4	11,8	12,7	17,8	19,5
Fraktion 200 – 630 µm	Gew.-%	31	0	1,3	3,4	3,7	6,4	9,9
Fraktion 630 – 1000 µm	Gew.-%	31	2	< 0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	31	3	< 0,1	0,1	0,2	0,2	0,8
Glühverlust	Gew.-% TS	31	0	6	7,3	7,5	8,7	11,5
TOC	Gew.-% TS	31	0	2,3	3,2	3,3	3,9	4,6
Calciumcarbonat nach Scheibler	mg/kg TS	31	0	60900	72600	74013	85300	90200
pH-Wert am Feststoff	-	2	0	7,1	7,4	7,4	-	7,7
Cyanid ges.	mg/kg TS	31	14	< 0,05	0,088	0,1	0,23	0,81
EOX	mg/kg TS	31	17	< 0,5	< 0,5	k. MW	1,4	2,9
Nährstoffe								
Ammonium	mg/kg TS	2	0	944	1007	1007	-	1070
Stickstoff ges.	mg/kg TS	2	0	3280	3430	3430	-	3580
gesamt-Phosphor (als P)	mg/kg TS	2	0	2100	2100	2100	-	2100
Gesamt-Schwefel (S)	mg/kg TS	2	0	4400	4500	4500	-	4600
Arsen	mg/kg TS	31	0	25	31	31,5	37	39
Blei	mg/kg TS	31	0	59	81	80,9	91	150
Cadmium	mg/kg TS	31	0	2,5	3,2	3,2	3,7	4,1
Chrom ges.	mg/kg TS	31	0	37	54	53,3	63	67
Kupfer	mg/kg TS	31	0	96	147	152	190	270
Nickel	mg/kg TS	31	0	22	29	28,5	32	34
Quecksilber	mg/kg TS	31	0	1,6	2,4	2,5	3	4,7
Zink	mg/kg TS	31	0	416	530	527	601	662
Thallium	mg/kg TS	31	0	0,33	0,46	0,5	0,53	0,55
Fluor	mg/kg TS	2	0	99	190	190	-	280
Chlor	mg/kg TS	2	0	230	320	320	-	410
Calcium	mg/kg TS	2	0	34000	36000	36000	-	38000
Eisen ges.	mg/kg TS	2	0	27000	28000	28000	-	29000
Magnesium	mg/kg TS	2	0	5100	5100	5100	-	5100
Mangan	mg/kg TS	2	0	1500	1600	1600	-	1700
Kohlenwasserstoffe								
Lipophile Stoffe	mg/kg OS	31	0	81	132	137	166	280
Kohlenwasserstoffe (C10-C40)	mg/kg TS	31	0	170	260	276	350	380
Kohlenwasserstoffe (C10-C22)	mg/kg TS	31	0	46	75	76	97	130
Summe BTEX	mg/kg TS	31	31	<0,3	<0,3	k.MW	-	<0,3
Naphthalin	mg/kg TS	31	0	0,11	0,17	0,17	0,22	0,31
Acenaphthylen	mg/kg TS	31	31	< 0,05	< 0,05	k. MW	< 0,05	< 0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	31	12	< 0,05	0,055	0,06	0,078	0,21
Fluoren	mg/kg TS	31	0	0,079	0,12	0,12	0,17	0,33
Phenanthren	mg/kg TS	31	0	0,34	0,49	0,52	0,65	1
Anthracen	mg/kg TS	31	0	0,11	0,17	0,18	0,23	0,29

Originalsubstanz		n	n < BG	Min.	Median	Mittel	90. P.	Max.
Fluoranthen	mg/kg TS	31	0	0,48	0,72	0,75	0,97	1,1
Pyren	mg/kg TS	31	0	0,41	0,59	0,62	0,8	0,84
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	31	0	0,25	0,34	0,37	0,51	0,62
Chrysen	mg/kg TS	31	0	0,21	0,33	0,35	0,5	0,59
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	31	0	0,25	0,32	0,35	0,53	0,65
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	31	0	0,12	0,16	0,18	0,25	0,29
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	31	0	0,2	0,28	0,32	0,46	0,5
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	31	0	0,12	0,29	0,32	0,48	0,75
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	31	4	<0,05	0,079	0,08	0,13	0,16
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	31	0	0,14	0,26	0,31	0,53	0,78
Summe PAK (16) *)	mg/kg TS	31	0	3,16	4,62	4,78	6,45	6,99
PCCC/F Dioxine und Furane I-TEQ (NATO)								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,89	1,2	1,28	1,63	1,9
beta-HCH	µg/kg TS	10	0	1,2	1,65	1,63	2	2
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,26	0,41	0,43	0,54	0,57
Aldrin	µg/kg TS	5	5	< 10	< 10	k. MW	-	< 10
Dieldrin	µg/kg TS	5	5	< 10	< 10	k. MW	-	< 10
Endrin	µg/kg TS	5	5	< 10	< 10	k. MW	-	< 10
Methoxychlor	µg/kg TS	5	5	< 10	< 10	k. MW	-	< 10
o,p-DDE	µg/kg TS	10	0	1,0	1,3	1,5	1,9	3,1
p,p-DDE	µg/kg TS	10	0	5,7	8,9	8,9	11	11
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	5,2	7,7	9,1	13	19
p,p-DDD	µg/kg TS	10	0	14	24	28	44	59
o,p-DDT	µg/kg TS	10	0	0,4	0,8	1,0	2,0	2
p,p-DDT	µg/kg TS	10	0	2,6	8,4	8,1	12	12
Pentchlorbenzol	µg/kg TS	10	0	1,4	2,1	2,15	2,6	2,6
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	7,1	9,45	9,72	12,1	13
PCB-Nr. 28	µg/kg TS	31	21	< 3	< 3	k. MW	3,5	4,1
PCB-Nr. 52	µg/kg TS	31	4	< 3	3,6	4,0	5,7	6,5
PCB-Nr. 101	µg/kg TS	31	0	4,6	6,8	7,1	9,4	10
PCB-Nr. 118	µg/kg TS	31	8	< 3	3,8	3,9	4,8	8
PCB-Nr. 138	µg/kg TS	31	0	6,4	9,8	9,9	12	15
PCB-Nr. 153	µg/kg TS	31	0	8,9	13	13,0	15	20
PCB-Nr. 180	µg/kg TS	31	0	5,9	8,3	8,7	11	14
Summe PCB 6 *)	µg/kg TS	31	0	35,9	48,8	49,9	63,6	72,3
Mono-Butylzinn (Kation)								
Mono-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	31	0	25	81	89	120	250
Di-Butylzinn (Kation)								
Di-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	31	0	47	88	89	120	130
Tri-Butylzinn (Kation)								
Tri-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	31	0	260	370	402	520	850
Tetra-Butylzinn (Kation)								
Tetra-Butylzinn (Kation)	µg/kg TS	31	0	62	88	93	120	160
Mono-Octylzinn (Kat.)								
Mono-Octylzinn (Kat.)	µg/kg TS	31	0	2,1	5,9	6	7,1	8,6
Di-Octylzinn (Kation)								
Di-Octylzinn (Kation)	µg/kg TS	31	0	1,3	7,1	7,6	12	18
Tri-Phenylzinn (Kation)								
Tri-Phenylzinn (Kation)	µg/kg TS	31	31	< 1	< 1	k. MW	< 1	< 2
Tri-Cyclohexylzinn (Kat.)								
Tri-Cyclohexylzinn (Kat.)	µg/kg TS	31	3	< 1	2,9	5,2	12	34
Eluat (DIN S4)								
pH-Wert	-	31	0	6,6	7	7	7,3	7,3
Leitfähigkeit	µS/cm	31	0	589	770	765	814	917
Abdampfdruckstand	mg/l	31	0	268	420	417	475	559

Originalsubstanz		n	n < BG	Min.	Median	Mittel	90. P.	Max.
DOC	mg/l	31	0	11	16	17	21	34
Chlorid	mg/l	31	0	23	33	34	40	45
Sulfat	mg/l	31	0	92	146	144	170	186
Fluorid	mg/l	31	1	< 0,15	0,34	0,34	0,41	0,55
Ammonium-N	mg/l	31	0	12	19	20	24	29
Cyanide gesamt	mg/l	31	31	< 0,005	< 0,005	k. MW	< 0,005	< 0,005
Antimon	mg/l	31	21	< 0,001	< 0,001	k. MW	0,0013	0,0024
Barium	mg/l	31	0	0,035	0,078	0,077	0,093	0,12
Molybdän	mg/l	31	0	0,0089	0,014	0,014	0,017	0,021
Selen	mg/l	31	31	< 0,002	< 0,002	k. MW	< 0,002	< 0,002
Arsen	mg/l	31	0	0,0076	0,032	0,0383	0,057	0,1
Blei	mg/l	31	31	< 0,001	< 0,001	k. MW	< 0,001	< 0,001
Cadmium	mg/l	31	31	< 0,0003	< 0,0003	k. MW	< 0,0003	< 0,0003
Chrom VI	mg/l	31	30	< 0,005	< 0,005	k. MW	< 0,005	0,012
Chrom Gesamt	mg/l	31	14	< 0,001	0,0011	0,0016	0,0023	0,011
Kupfer	mg/l	31	10	< 0,001	0,0014	0,0053	0,012	0,046
Nickel	mg/l	31	0	0,0038	0,0074	0,0078	0,011	0,011
Quecksilber	mg/l	31	31	< 0,0002	< 0,0002	k. MW	< 0,0002	< 0,0002
Zink	mg/l	31	19	< 0,01	< 0,01	k. MW	0,014	0,098
Cyanide, l. freisetzbar	mg/l	31	31	< 0,005	< 0,005	k. MW	< 0,005	< 0,005
Gesamtphenol	mg/l	31	31	< 0,005	< 0,005	k. MW	< 0,005	< 0,005
AOX	mg/l	31	0	0,02	0,03	0,034	0,045	0,08

*) Summenberechnung mit der ganzen Bestimmungsgrenze bei Werten < BG

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