

Wir halten den Hafen auf Tiefe.

# Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

Teilbericht:  
Umlagerung von Baggergut nach Neßsand

Bericht über den Zeitraum 1.1. bis 31.12.2016



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Überblick.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Randbedingungen.....</b>	<b>6</b>
2.1	Abflussgeschehen.....	6
2.2	Gewässergüte.....	7
<b>3</b>	<b>Baggermengen.....</b>	<b>8</b>
3.1	Baggermengen nach Herkunft und Verbleib.....	8
3.2	Zeitliche Verteilung der Unterhaltungsaktivitäten.....	10
3.3	Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveller) .....	11
<b>4</b>	<b>Peilungen und Volumenvergleich.....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Schadstoffuntersuchungen.....</b>	<b>17</b>
5.1	Schadstoffbelastung der Sedimente.....	17
5.2	Ökotoxikologische Untersuchungen .....	19
5.3	Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente .....	23
5.4	Betrachtung der Schadstofffrachten .....	23

---

Hamburg Port Authority  
Hafeninfrastruktur Wasser  
März 2017

Revidierte Version vom 16.05.2017 (Im Anhang 2 wurden drei fehlende Herkunftsgebiete ergänzt)

# 1 Überblick

Als gemeinsame fachliche Vereinbarung zwischen Umweltbehörde und HPA setzt das „**Handlungskonzept** Umlagerung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in der Stromelbe“ den Rahmen für die Wassertiefenunterhaltung des Hafens auf Hamburger Gebiet. Es hat zum Ziel die Unterhaltung der Wassertiefen in Hamburg sicherzustellen und gleichzeitig die ökologischen Auswirkungen zu minimieren, nicht zuletzt vor dem Hintergrund der Umsetzung europäischer Rahmenrichtlinien. Teil der Vereinbarung ist die jährliche Anfertigung eines Berichts über die Unterhaltungsaktivitäten und die begleitenden Untersuchungen. Dieser wird hiermit für das Jahr 2016 vorgelegt.

In diesem Bericht werden einige Umstellungen vorgenommen, die sich aber im Wesentlichen auf die Form der Darstellung beschränken und somit insbesondere zum Ziel haben, die Verständlichkeit für die Lesenden zu erhöhen. Hierzu gehört die Entscheidung, die Angabe von Baggermengen auf die Einheit **Tonnen Trockensubstanz** umzustellen. Diese Art der Mengenangabe ist sowohl im internationalen Kontext üblich, z.B. im Berichtswesen der OSPAR, als auch für die Berichterstattung unserer Sedimentverbringung in die Nordsee bei „Tonne E3“ notwendig. Bis 2019 werden die Mengen übergangsweise als Tonnen (Trockensubstanz) und auch wie bisher üblich als Kubikmeter (Profilmass) angegeben.

Bei **Unterhaltungsmaßnahmen** fielen 2016 insgesamt 4,75 Mio. Tonnen Trockensubstanz (tTS) Baggergut an, das entspricht 11,45 Mio. Kubikmeter (m<sup>3</sup>). Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,27 Mio. tTS bzw. 0,36 Mio. m<sup>3</sup> schlickiges Material zugeführt. 2,98 Mio. tTS bzw. 7,4 Mio. m<sup>3</sup> wurden bei Neßsand im Gewässer umgelagert.



**Abb. 1:** Elbinsel Neßsand/Hanskalbsand

Ein frühzeitiges Umlagern im Oktober war 2016, trotz erneut sehr schlechter hydrologischer Bedingungen, nicht erforderlich. Es konnte regulär Anfang November begonnen werden. Grund hierfür ist eine seit April 2016 ganzjährig geltende **neue Genehmigung** für die Verbringung von Baggergut aus dem Hamburger Hafen in die Nordsee bei „Tonne E3“. Diese Option zeigte sich, orientiert an der Arbeit des Dialogforums Tideelbe ([www.dialogforum-tideelbe.de](http://www.dialogforum-tideelbe.de)), als die mit den geringsten ökologischen Auswirkungen und der größten gesellschaftlichen Akzeptanz.

Im Rahmen dieser durch Schleswig-Holstein erteilten Zulassungen ist es Hamburg erstmals erlaubt, frisch sedimentiertes Baggergut auch aus Hafengebieten außerhalb der Delegationsstrecke in die Nordsee zu verbringen, sofern dieses die dafür geltenden strengen Qualitätskriterien erfüllt. Die genehmigten Mengen wurden auf 5 Mio. Tonnen Trockensubstanz (bzw. 10 Mio. m<sup>3</sup> LRV) bis zum Jahr 2021 festgesetzt. Im Jahr 2016 konnten so alle relevanten Hafengebiete auch in den kritischen Sommermonaten auf Tiefe gehalten werden. Dazu war es erforderlich die Jahreshöchstmenge von insgesamt 1,50 Mio. tTS in die Nordsee zu verbringen. Hierzu wird ein separater Jahresbericht vorgelegt. Die erweiterte Verbringung war möglich, da alle zu baggernden Sedimente die erforderlichen Freigabevorgaben erfüllten. Durch diesen gesteigerten **Sedimentaustrag** wurde eine Entlastung des Feinsedimenthaushalts im Hamburger Baggerrevier erzielt. Eine konsequente Fortführung dieser Strategie in den kommenden Jahren wird sich, so die Sicht der HPA, positiv auf die Reduzierung der Gesamtbaggermengen auswirken.

Die hohen Schwankungsbreiten der Sedimentation verdeutlichen, dass es weiterhin erforderlich sein wird, alle **Optionen zu prüfen**, mit der eine größere Flexibilität für die Wassertiefenunterhaltung erzielt werden kann. Hierzu zählen insbesondere die Prüfung alternativer Verbringstellen in der Nordsee und ergänzender Optionen in der Tideelbe, nicht zuletzt auch mit dem Ziel, die Umlagerstelle Neßsand und das innere Ästuar weiter zu entlasten. HPA wird entsprechende Prüfungen in den kommenden Jahren vorantreiben.

Im operativen Handeln hat sich der intensive Einsatz eines sogenannten **Bed-Levellers** als sehr erfolgreich erwiesen. Mit Hilfe dieses leistungsstarken Schlickpflugs konnten insbesondere die Liegeplätze gut auf Tiefe gehalten werden. Turnusmäßig zieht das Gerät die überschüssigen Sedimente in naheliegende Vorratsbereiche, ohne sie dabei aufzuwirbeln, so dass sie anschließend effizient von Laderaumsaugbaggern aufgenommen und umgelagert werden können. Diese Methode wird auch 2017 weiter zum Einsatz kommen.

Eine Herausforderung stellte 2016 hingegen die Belastung von Elbesedimenten mit **PCB** im Bereich der oberen Elbe dar (Siehe <http://elsa-elbe.de/massnahmen/fachstudien-neu/bericht-pcb-in-der-elbe.html>). Unsachgemäß durchgeführte Strahlarbeiten im Zuge der Sanierung einer Eisenbahnbrücke in Usti nad Labem hatten erhebliche Mengen PCB-haltige Altfarbe in die Elbe eingetragen, die am Grenzprofil Schmilka zu Belastungen führten, die mehr als siebenfach über den bislang gemessenen Maximalwerten lagen. In Folge wurde eine Konzentrationserhöhung einer bestimmten Gruppe von PCB-Kongeneren im gesamten Elbeinzugsgebiet festgestellt, die bis heute anhält. Ende des Jahres 2016 wurden schließlich Sanierungsarbeiten vor Ort in Tschechien durchgeführt und ein Teil der verbliebenen belasteten Elbesedimente gesichert entsorgt. Auch in Hamburg konnten an der Messstelle Bunthaus erhöhte PCB-Gehalte im Sediment gemessen werden, die in ihrer Zusammensetzung eindeutig auf die Havarie zurückzuführen sind. Die Beprobungen des Hamburger Baggerguts hingegen zeigen jedoch bislang keine Werte, die außerhalb des elbetypischen Schwankungsbereichs liegen. Eine Beeinträchtigung der Wassertiefenunterhaltung durch die zusätzliche PCB-Belastung war somit nicht gegeben. Im Rahmen des Hamburger Projekts ELSA (Schadstoffsanierung Elbesedimente) wird auch in den kommenden Jahren eine enge

Überwachung der Schadstoffsituation und -verfrachtung durchgeführt werden. Darüber hinaus unterstreicht die Havarie noch einmal die dringend erforderliche Aufklärung und Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen im Elbeeinzugsgebiet, welche im Rahmen der **Solidargemeinschaft** in gemeinsamer Verantwortung getragen werden müssen.

Neben der letztlich doch noch erfolgten Sanierung in Tschechien setzte die Gründung des **Forums Tideelbe** ein weiteres positives Signal zum Jahresabschluss 2016. In Fortführung der konstruktiven, regionsübergreifenden Zusammenarbeit des Dialogforums Tideelbe (<http://www.dialogforum-tideelbe.de/>) widmet sich das Forum Tideelbe schwerpunktmäßig der Bewertung, Priorisierung und Umsetzung strombaulicher Maßnahmen an der Tideelbe mit dem Ziel, die hydromorphologischen Bedingungen und damit den Sedimenthaushalt zu verbessern, nicht zuletzt, um die Baggermengen nachhaltig zu reduzieren.

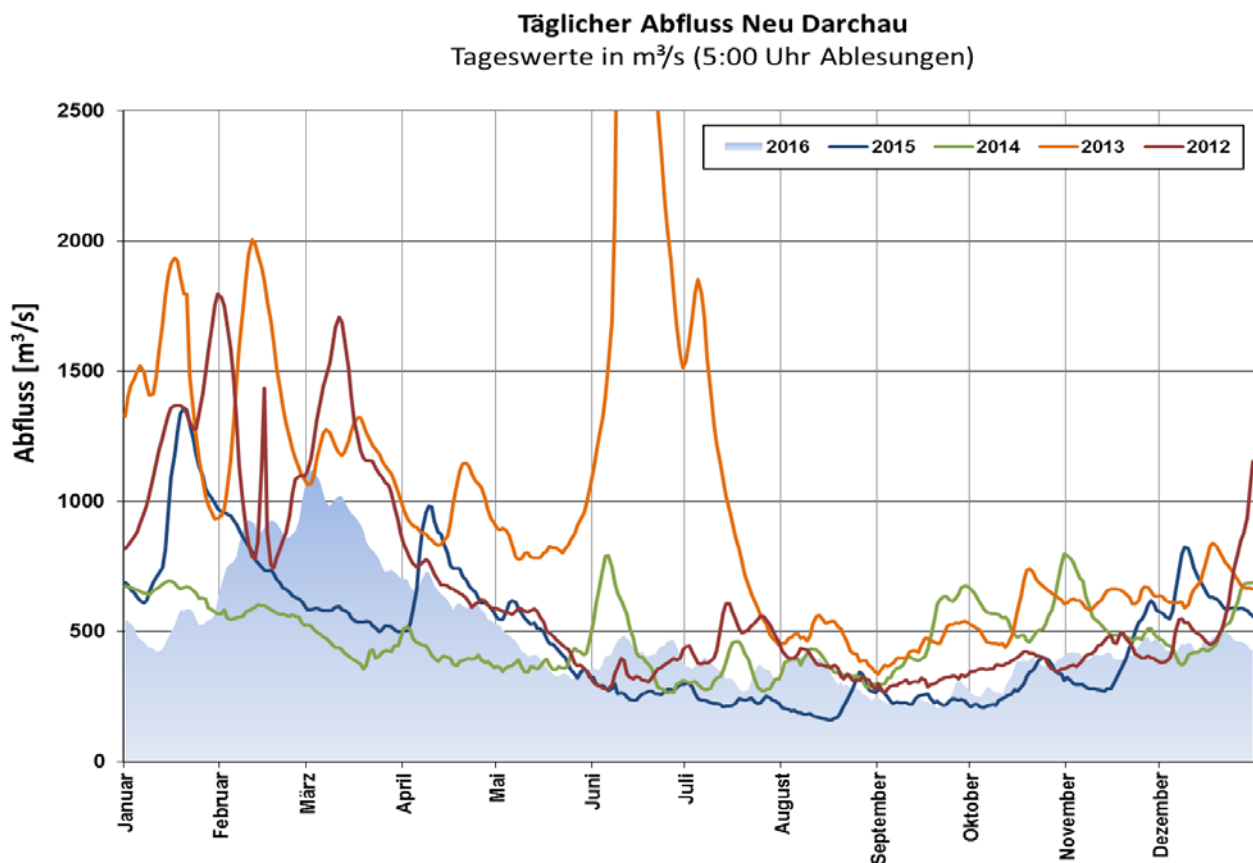
## 2 Randbedingungen

Situativ sind es vor allem zwei Faktoren, die die Wassertiefenunterhaltung kurzfristig beeinflussen können: Das Abflussgeschehen (Oberwasserabfluss) hat direkte Auswirkungen auf die Sedimentationsraten und damit die Baggermengen im Hamburger Raum. Ein niedriges langanhaltendes Oberwasser führt zu einer hohen Sedimentation und damit zu hohen Baggermengen. Als zweites ist die Gewässergüte entscheidend: Niedrige Sauerstoffkonzentrationen können dazu führen, dass bestimmte Unterhaltungsaktivitäten aus ökologischen Gründen unterbleiben müssen.

### 2.1 Abflussgeschehen

Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu-Darchau, lag mit  $489 \text{ m}^3/\text{s}$  im Jahresmittel erneut deutlich unterhalb des langjährigen Mittels von  $697 \text{ m}^3/\text{s}$ . Sowohl zu Jahresbeginn und folgend ab Anfang Mai lagen die Oberwasserabflüsse dabei unter  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  was zeitlich insgesamt 70 Prozent des Jahres ausmacht. Das Minimum lag bei lediglich  $206 \text{ m}^3/\text{s}$  am 19. September. Diese sehr geringen Oberwasserabflüsse sind das dritte Jahr in Folge auf die extreme Trockenheit im Elbeinzugsgebiet zurückzuführen. Nur Anfang März lagen die Abflusswerte über  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  mit einem Maximum von  $1.120 \text{ m}^3/\text{s}$  am ersten und zweiten März.

In Abbildung 2 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2012 bis 2016 dargestellt. Sie verdeutlicht die ausgeprägt niedrige Abflusssituation in den Monaten ab April.



**Abb. 2:** Abfluss am Pegel Neu-Darchau der Jahre 2012 bis 2016. Außerhalb der Skalierung liegt der Spitzenabfluss im Juni 2013 mit  $Q=4.050 \text{ m}^3/\text{s}$ . 70% des Jahres betrug der Abfluss weniger als  $500 \text{ m}^3/\text{s}$ .

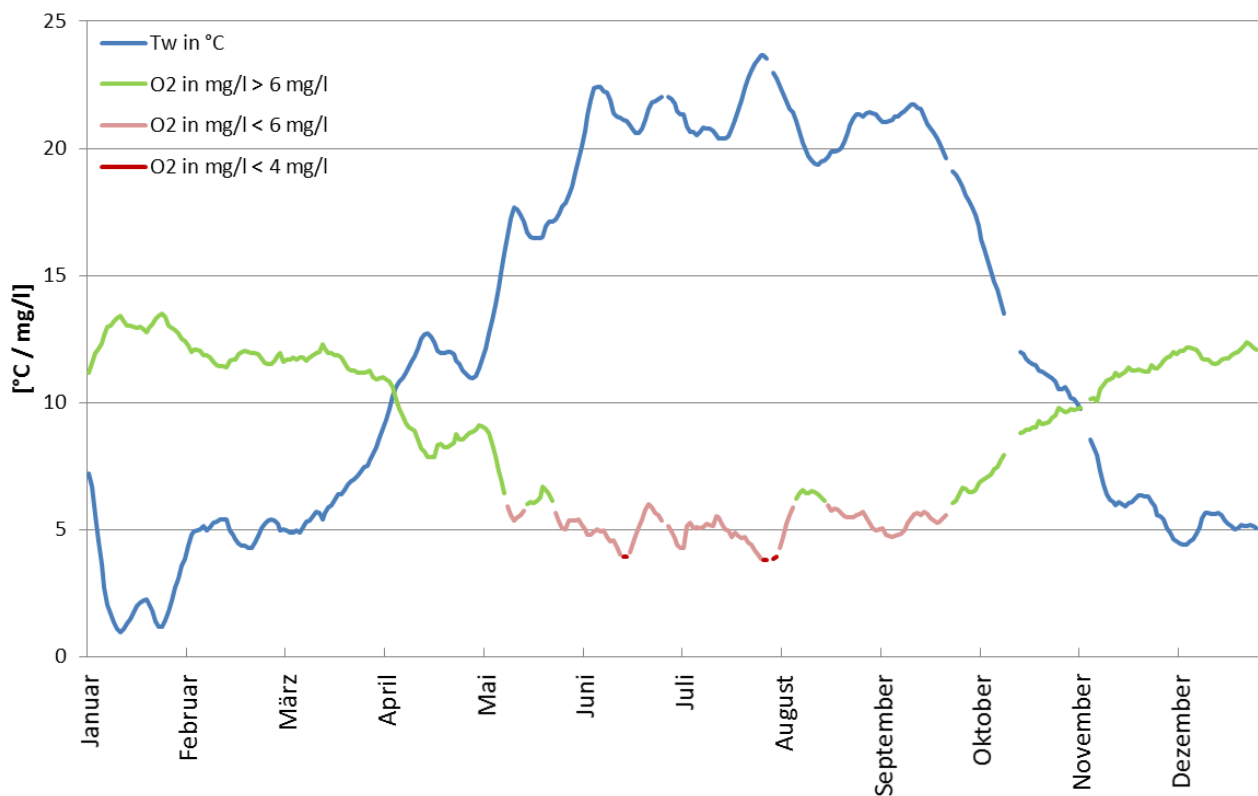
## 2.2 Gewässergüte

An der der Umlagerstelle nahe gelegenen Messstelle Seemannshöft erfolgen kontinuierliche Messungen zur Gewässergüte, u.a. der Parameter Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt. In Abbildung 3 sind die entsprechenden Tagesmittelwerte dargestellt.

Im Zeitraum vom 5.04. bis 4.11. betrug die Wassertemperatur mehr als 10 °C.

Die Sauerstoffgehalte lagen in der Zeit vom 11.05. bis 25.09. mit Unterbrechungen unterhalb von 6 mg O<sub>2</sub>/l (insgesamt 120 Tage). Davon wurde an insgesamt acht Tagen die für Fische kritische Grenze von 4 mg O<sub>2</sub>/l unterschritten. Die HPA stellte an diesen Tagen ihre Unterhaltungsaktivitäten mit Wasserinjektionsgeräten und Bed Leveller vorsorglich ein. An keinem Tag lag der Sauerstoffgehalt unterhalb von 3 mg O<sub>2</sub>/l. Der geringste gemessene Tagesmittelwert in 2016 betrug 3,8 mg O<sub>2</sub>/l.

Die Sauerstoffsituation stellte sich ähnlich wie im Vorjahr günstiger als in den vorangegangenen Jahren dar.



**Abb. 3:** Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte in 2016 an der Dauermessstelle Seemannshöft.

### 3 Baggermengen

Die Ermittlung der gebaggerten Mengen erfolgt auf Grundlage der je Transportvorgang (Hopperladung, Schute) dokumentierten Angaben (Datum, Herkunft, Verbleib, Ladungsgewicht, Volumen). Die Angaben erfolgten bislang in Kubikmeter Profilmaß und sind das Ergebnis einer empirisch entwickelten Näherungsberechnung aus den ermittelten Massenangaben (BASSIN). Um eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen, sollen die Mengen zukünftig in Tonnen Trockensubstanz angegeben werden, so wie es etwa auch im Bereich der OSPAR üblich ist (vgl. <http://www.ospar.org/work-areas/eiha/dredging-dumping>). Auch im neuen Einvernehmen für die Verbringung von Hamburger Baggergut in die Nordsee sind die Mengen nun in tTS angegeben, und nicht mehr wie bislang in Kubikmeter Laderaumvolumen. Die Bezifferung der tatsächlich verbrachten Baggermenge ist auf diese Weise besser möglich, denn der stark volumenbestimmende Anteil an Transportwasser wird bei Nutzung der Tonnage nicht mengenmäßig miterfasst.

#### 3.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2016 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe insgesamt rd. 5,96 Mio. tTS (bzw. 12,25 Mio. m<sup>3</sup>) Sediment gebaggert. Von diesen Baggerungen waren 4,75 Mio. tTS (bzw. 11,45 Mio. m<sup>3</sup>) für die eigentliche Wassertiefenunterhaltung erforderlich. Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2016 nach Verbleib. In Anlage 2 befindet sich ein detaillierter Überblick der gebaggerten Mengen, unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

**Tabelle 1:** Baggermengen im Jahr 2016 nach Verbleib (gerundet)

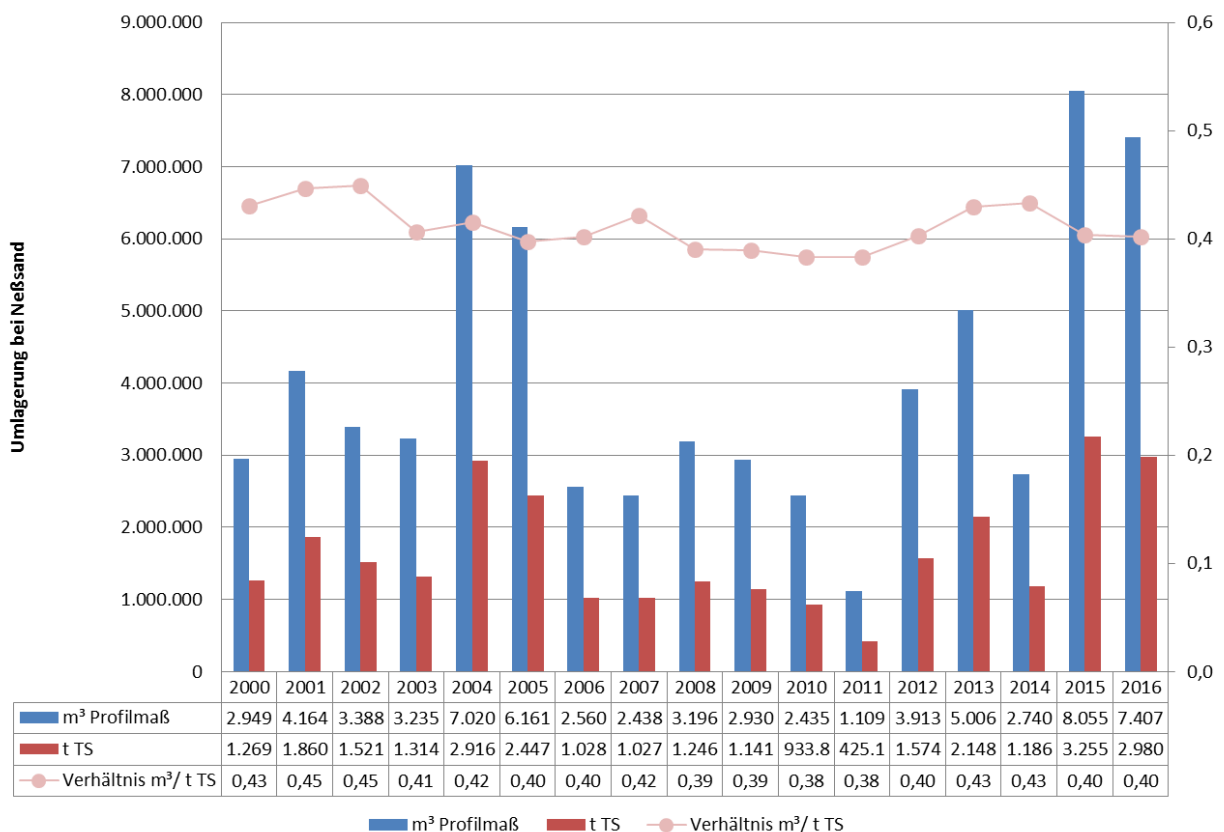
Verbleib	m <sup>3</sup>	t TS
<b>Verbleib im Gewässer</b>		
• Umlagerung bei Neßsand	7.407.600	<b>2.979.900</b>
• Verbringung in die Nordsee (Tonne E3)	3.683.500	<b>1.494.500</b>
<b>Strombau im Gewässer</b>		
• Boden zur Untiefenverfüllung	250.200	<b>360.900</b>
<b>Entnahme an Land</b>		
• Mischboden zur Behandlung/Verwertung	354.500	<b>273.500</b>
• Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und – unterbringung	108.700	<b>171.800</b>
• Boden zur Entsorgung (mineralölverunreinigt)	21.200	<b>13.700</b>
• Sand für Aufhöhungen	423.200	<b>668.500</b>
<b>Summe nur Wassertiefenunterhaltung*</b>	<b>11.445.600</b>	<b>4.747.900</b>
Gesamtsumme	12.248.900	5.962.800

\*Umlagerung + Verbringung + Mischboden zur Behandlung



Die Baggermengen der Unterhaltung liegen bei nahezu gleichbleibend ungünstigen hydrologischen Bedingungen in 2016 etwa auf dem Niveau von 2015. Die Mengen der Umlagerung bei Neßsand lagen rund 600.000 m<sup>3</sup> niedriger als im Vorjahr, dahingegen wurden die Mengen, die in die Nordsee verbracht, und die damit dauerhaft dem System entzogen wurden, um rund 1,6 Mio. m<sup>3</sup> gesteigert. Durch diese Strategie des Austrags sollen mittelfristig auch die Gesamtmengen wieder sinken. Die Sandentnahmen, die überwiegend aus der turnusmäßigen Herrichtung der Klappstelle bei Neßsand stammen, fallen im Vergleich zum Vorjahr geringer aus. Im Rahmen einer aktiven Geschiebemanagement hat die HPA im Jahr 2016 einen Pilotversuch zur **Verrieselung dieser Sande** im Bereich der Riffelstrecke durchgeführt. Das begleitende Monitoring zeigte an, dass sich die sandigen Sedimente bereits nach drei Wochen in die Transportkörper der Riffelstrecke eingearbeitet hatten. Eine nachhaltige Erhöhung der Sohl- und Formrauheit im Untersuchungsgebiet nachgewiesen werden, die sich allgemein günstig auf das Strömungsverhalten auswirkt. Eine Fortführung dieser Bewirtschaftung ist auch für 2017 vorgesehen.

Ein Vergleich der Mengenangaben m<sup>3</sup> Profilmass zu tTS seit 2000 zeigt für das umgelagerte Baggergut nur geringe Varianzen (Abb. 4). Die Auswertung zeigt auch, dass die Effizienz der Baggerungen (gebaggerte Dichten) unabhängig von den Mengen und Sedimentationsverhältnissen über die Jahre auf einem annähernd gleichbleibend hohen Niveau liegt. Dies ist insbesondere auf eine effiziente Baggereinsatzplanung zurückzuführen.



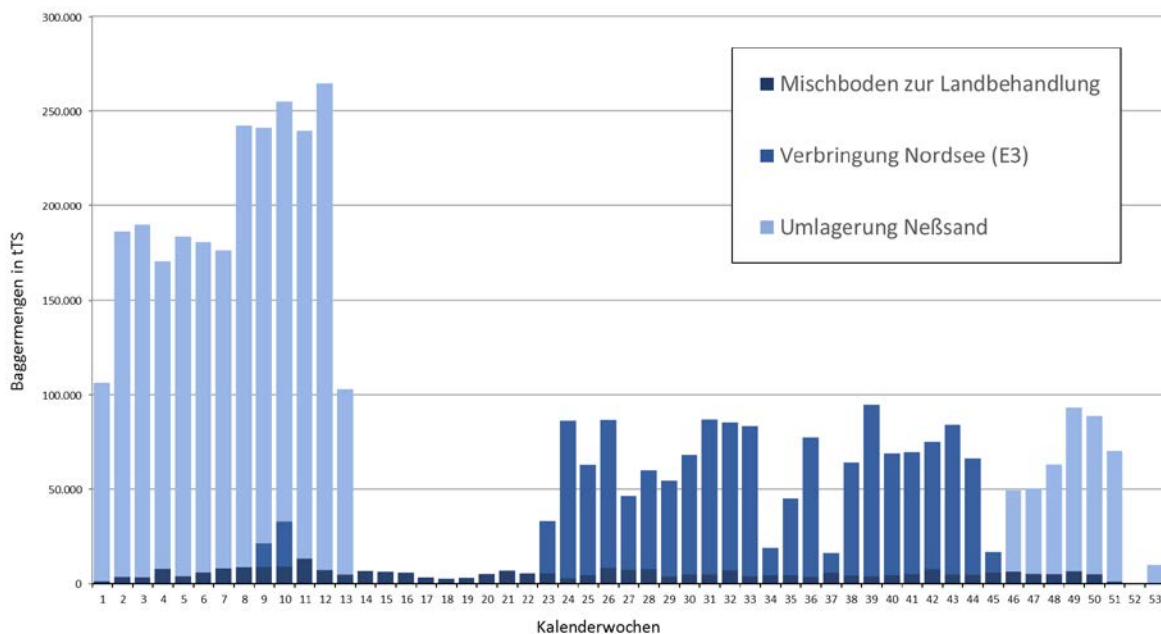
**Abb. 4:** Mengen Umlagerung Neßsand: Vergleich m<sup>3</sup> Profilmass zu Tonnen Trockensubstanz (tTS)

### 3.2 Zeitliche Verteilung der Unterhaltungsaktivitäten

An der Klappstelle Neßsand im Bereich des Strom-Km 638 am südlichen Fahrwasserrand im Bereich des Tonnenstrichs vor der Landesgrenze wurden rund 2,98 Mio. tTS bzw. 7,40 Mio. m<sup>3</sup> umgelagert. Die Umlagerungen bei Neßsand finden ausschließlich bei ablaufendem Wasser bzw. kurz vor einsetzen der Ebbe statt (Tidefenster). So ist gewährleistet, dass ein maximal möglicher Austrag erfolgt. In Abwägung zwischen den verschiedenen Schutz- und Erhaltungszielen und der Notwendigkeit der Wassertiefenunterhaltung für die Sicherung der Schifffahrt sollen im Zeitraum 1. April bis 6. November keine Umlagerungen nach Neßsand erfolgen. Eine vorgezogene Umlagerung, wie sie in der Zeit vom 1. Oktober bis 6. November bei günstigen gewässerökologischen Bedingungen möglich ist, wurde 2016 nicht benötigt.

Stattdessen konnte der Austrag in die Nordsee im Sommer 2016 intensiviert werden. Die neue Genehmigung mit Schleswig-Holstein erlaubte erstmalig auch die Beräumung anderer Hafenbereiche außerhalb der Delegationsstrecke, soweit die strengen Freigabeanforderungen erfüllt werden. Hierdurch konnten 2016 alle wesentlichen Hafenbereiche unterhalten werden, ohne dass eine vorzeitige Umlagerung nach Neßsand erfolgen musste. Insgesamt wurden von Anfang Juli bis Mitte Dezember 2016 rd. 1,45 Mio. tTS bzw. 3,54 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Eine geringe Menge von 0,05 Mio. tTS bzw. 0,14 Mio. m<sup>3</sup> wurde bereits Anfang April verbracht.

Abbildung 5 gibt einen Überblick über die wöchentlichen Baggergutmengen (tTS) zur Umlagerung, zur Landbehandlung und Entsorgung sowie zur Verbringung in die Nordsee im Jahr 2016. Es zeigt sich, dass die Wochenleistungen der Umlagerung in der ersten Jahreshälfte auf dem Niveau des Vorjahres liegen. Die Verbringung in die Nordsee wurde zeitlich ausgedehnt. Daher konnte mit der Umlagerung in der zweiten Jahreshälfte später und in einem niedrigeren Umfang begonnen werden. Die Baggerungen zur Landbehandlung liegen ohne große Schwankungen durchgängig auf niedrigem Niveau.



**Abb. 5:** Wöchentliche Baggergutmengen (tTS) der Umlagerung innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie Verbringung in die Nordsee (Tonne E3) und Landbehandlung in Francop bzw. Moorburg für 2016.

### 3.3 Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveller)

Bei der **Wasserinjektionsbaggerung** wird das zu entfernende Sediment durch Wasserinjektion (WI) 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 („Hopperbagger“), um eine ebene Gewässersohle zu erzeugen. 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. Gleichfalls werden damit kleinräumige Schlickauflagen entfernt. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Einsatz in der sogenannten Riffelstrecke (Stromelbe/Norderelbe). Dort liegt sandiges Material, das durch die dort vorherrschenden Strömungsbedingungen zu dünenartigen großen Riffeln aufgebaut wird, deren Spitzen dann als Untiefen mit dem Wasserinjektionsgerät gekappt werden müssen.

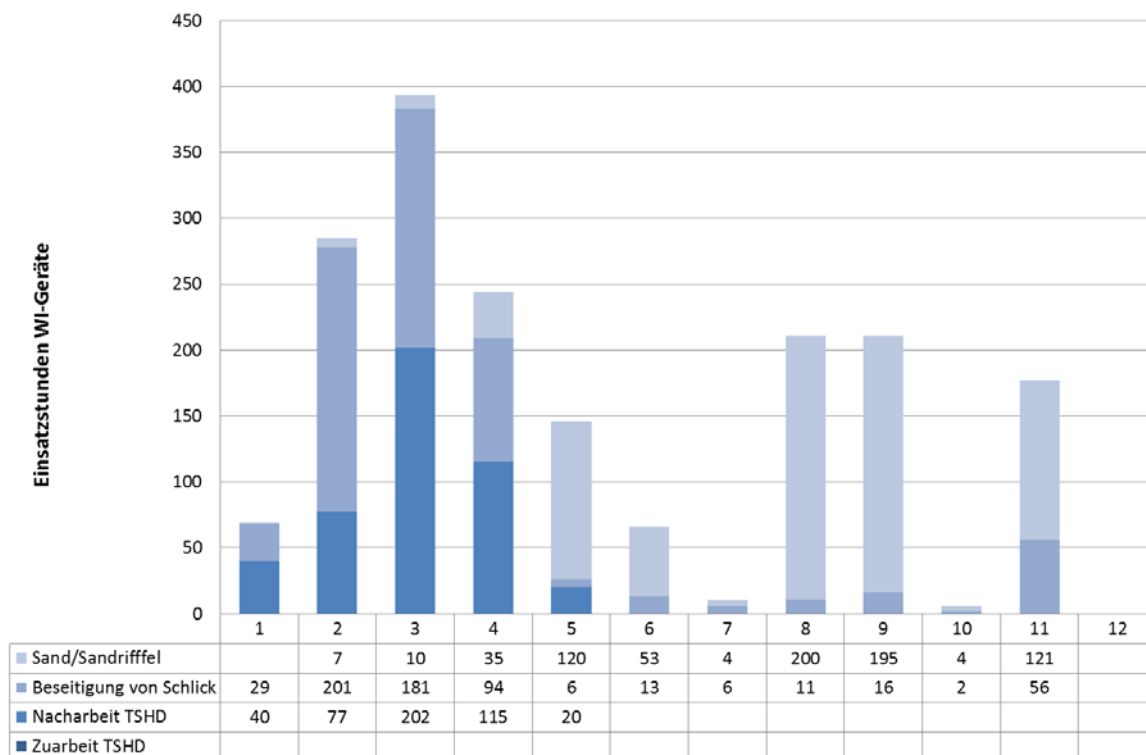


**Abb. 6:** Wasserinjektionsgerät Akke.

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

Im Jahr 2016 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt 1.818 Stunden zum Einsatz, und damit fast 400 Stunden weniger als im Vorjahr. 749 Einsatzstunden entfielen davon auf die Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe (Riffelstrecke), sowie 615 Stunden auf Entfernung von Schlicklinsen. 454 Stunden wurden Arbeiten zur Ebnung der Gewässersohle nach dem Einsatz von Hopperbaggern („TSHD“ = Trailing-Suction-Hopper-Dredger) durchgeführt. Für eine Zuarbeit zum Hopperbagger wurden auch 2016 keine WI-Geräte eingesetzt. Hier hat sich stattdessen der Einsatz eines Bed Levellers (Schlickpflug) bewährt (s.u.). Abbildung 7 stellt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2016 dar. Im Vergleich zum Vorjahr zeigt sich in der zweiten Jahreshälfte insbesondere bei der Beseitigung von Schlick eine deutliche Abnahme der Einsatzzeiten. Dies ist auf den sehr erfolgreichen Einsatz des ab Juni erstmals eingesetzten Bed Levellers zurückzuführen.



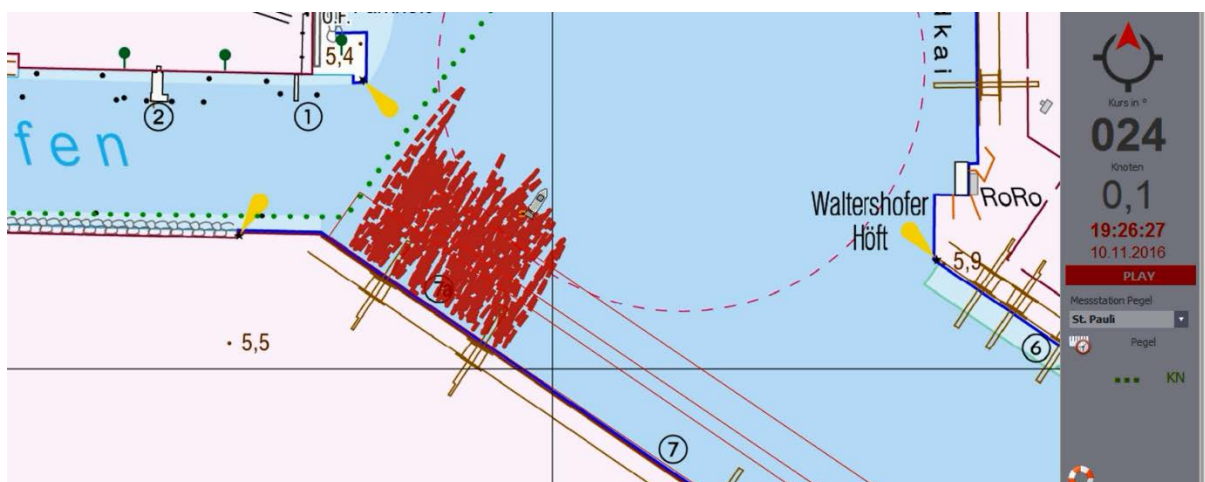
**Abb. 7:** Einsatzzeiten des Wasserinjektionsverfahrens 2016, monatsweise Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

Neu in 2016 war der intensive Einsatz eines leistungsstarken Schlickpflugs, des sogenannten **Bed Levellers Kees Jr** (Abb. 8). Anders als beim Wasserinjektionsverfahren wird der Schlick nicht flu-  
 idisiert, sondern über kurze Entfernungen in einen anderen Bereich geschoben. Dadurch bleibt die  
 Konsistenz des Schlicks überwiegend erhalten.



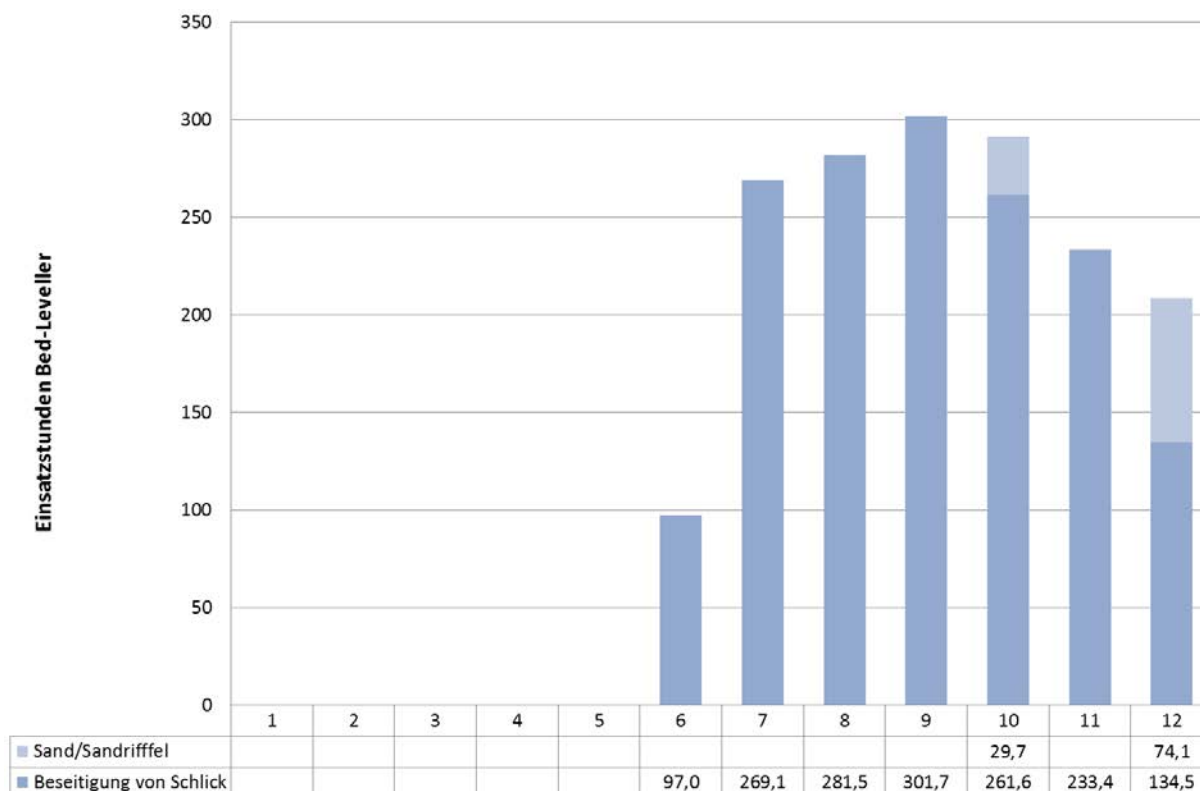
**Abb. 8:** Der 10m breite Schlickpflug des Bed-Levellers *Kees Jr*.

Das Gerät wurde insbesondere dazu eingesetzt, die Liegeplätze zu beräumen, wenn sie frei wa-  
 ren, und den Schlick in Vorratsbereiche zu verlagern, wo er ohne nennenswerte Dichteverluste  
 von Laderaumsaugbaggern effizient aufgenommen werden kann. Die hohe Mobilität des Geräts  
 erlaubt eine wirksame Unterhaltung der Liegeplätze, ohne dabei den Schiffsbetrieb zu stören. Ab-  
 bildung 9 zeigt beispielhaft, wie so ein Gerät zum Einsatz kommt. Der verlagerte Schlick wird dann  
 im Drehkreis aufgenommen und umgelagert.



**Abb. 9:** Typisches Einsatzmuster des Bed-Levellers bei der Beräumung eines Liegeplatzes.

Auch beim Bed Leveller ist es nicht praktikabel, die umgelagerten Mengen anzugeben, üblich sind auch hier die Einsatzstunden (Abb. 10). Das Gerät war seit Juni durchgängig im Einsatz, sieben Tage pro Woche, zwölf Stunden täglich, insgesamt 1682 Stunden in 2016. Den Hauptteil der Arbeiten (1578 Stunden) machten dabei kleinräumige Schlickverlagerungen als Zuarbeit zu den Hopferbaggern aus (Liegeplätze). 103 Stunden wurde das Gerät zur Beseitigung von Sandriffeln eingesetzt, dabei wird ein spezieller Sandpflug montiert. Die Erfahrung in 2016 zeigt, dass das Gerät sehr vielseitig einsetzbar ist. Das 2016 erstmals erfolgreich eingesetzte Gerät wird daher auch zukünftig zum festen Bestandteil der Unterhaltung.



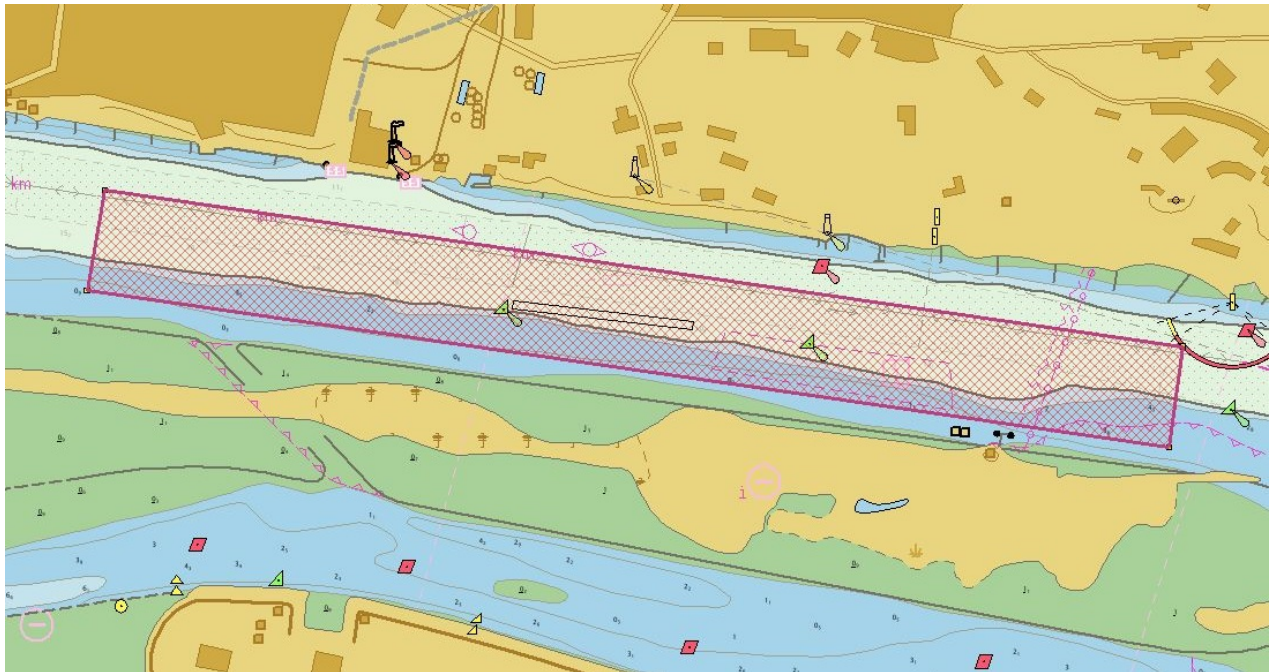
**Abb. 10:** Einsatzzeiten des Bed-Levellers 2016, monatsweise Darstellung, Januar (1) –Dezember (12).

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem vom HPA eigenen Schlickpflug *Otto Stockhausen* durchgeführt. Im Jahr 2016 fielen hierbei insgesamt etwa 1.308 Leistungsstunden an.

## 4 Peilungen und Volumenvergleich

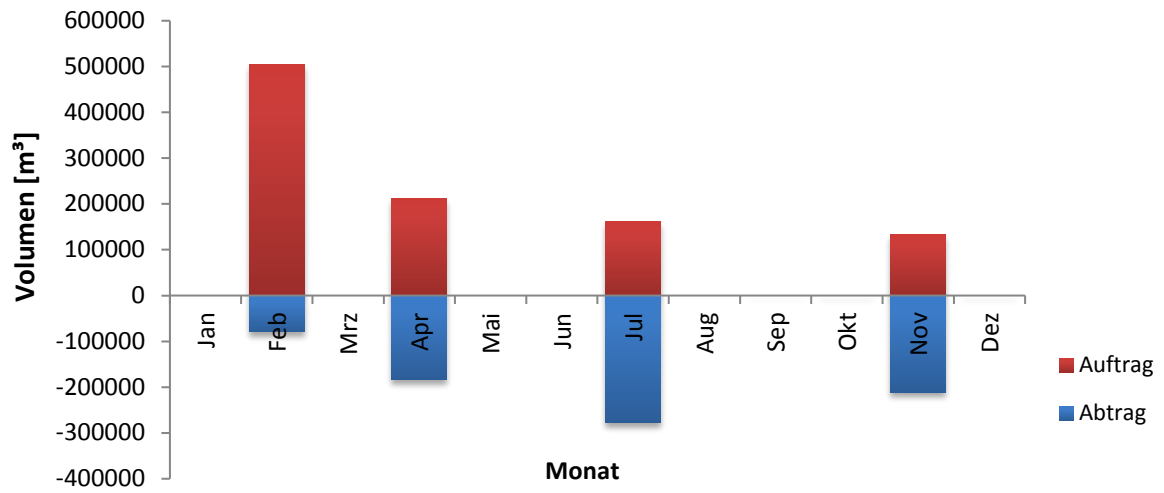
Im Zeitraum vom 20.12.2015 bis zum 03.11.2016 wurden vier flächendeckende Peilungen im Umlagergebiet Neßsand durchgeführt. Das eingesetzte Flächenlotsystem Reson-MCS 2000 ermöglicht eine Erfassung der Gewässersohle mit einer Punktdichte von unter 1 m in Fahrtrichtung und 1 m quer zur Fahrtrichtung des 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 11) von ca. 4200 x 400 m<sup>2</sup> mit den originären Tiefendaten erstellt und anschließend untereinander verglichen. Die daraus ermittelten Mengenänderungen sind in Abbildung 11 dargestellt. Die Aufsummierung der Auf- und Abträge ergibt für 2016 einen Auftrag von rd. 260.000 m<sup>3</sup>, obwohl insgesamt in dieses Gebiet rd. 7,4 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut verbracht wurden. Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.



**Abb. 11:** Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand. Auf dem südlichen Tonnenstrich ist das Klappfeld in schwarz markiert.

## Massenbewegungen 2016

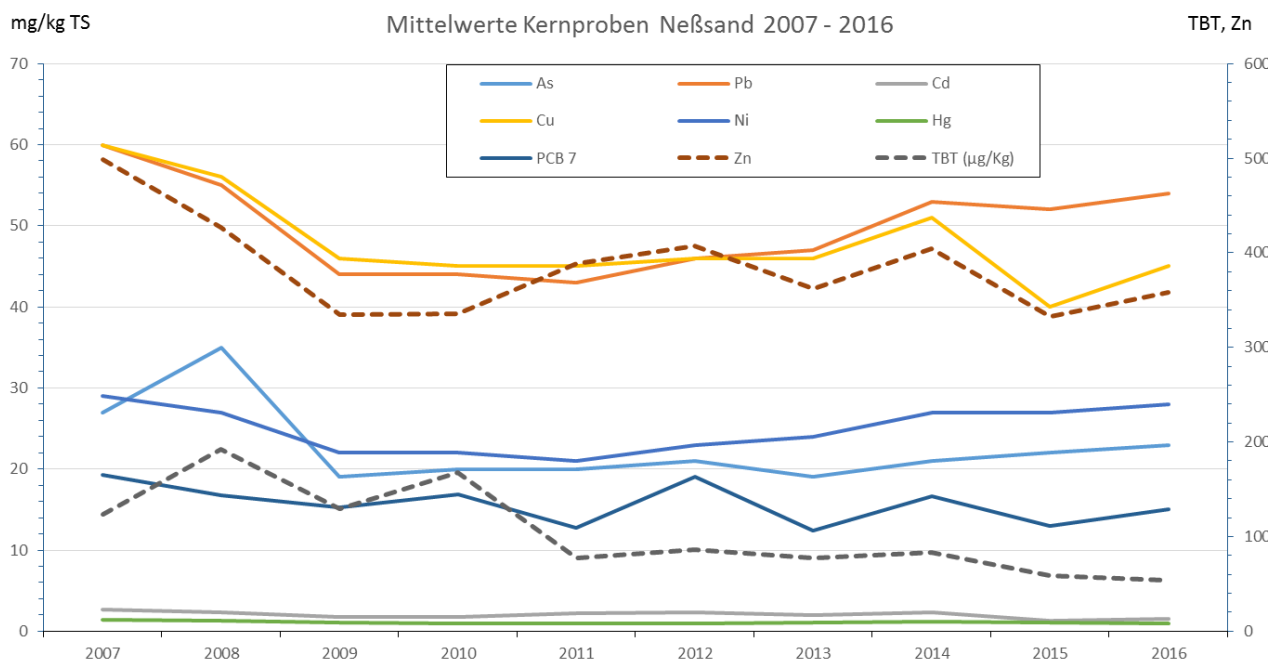


**Abb. 12:** Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2016.



## 5 Schadstoffuntersuchungen

Die Belastung der Elbesedimente mit Schadstoffen stellt neben den Mengen die größte Herausforderung für die Wassertiefenunterhaltung des Hamburger Hafens dar. Die Schadstoffkonzentration des zu baggernden Sediments bestimmt letztlich, wie mit dem Sediment verfahren werden kann; kann es im Gewässer verbleiben, oder muss es an Land behandelt und entsorgt werden. Nicht zuletzt ist dies ein entscheidender Kostenfaktor. Betrachtet man die Schadstoffkonzentrationen der Kernproben der letzten Jahre (s. Anlage 4), so ist erkennbar, dass die Belastungskonzentrationen sich insgesamt auf einem stabilen niedrigen Niveau bewegen. Bei TBT z.B. ist sogar eine Abnahme deutlich erkennbar, ein Hinweis, dass das Verbot der Verwendung in Schiffsanstrichen wirkt. Unabhängig von langfristigen Trends unterliegen die Schadstoffkonzentrationen jedoch Schwankungen, die insbesondere von den hydrologischen Verhältnissen abhängen (Hochwasserereignisse, Oberwasserabfluss, Durchmischung).



**Abb. 13:** Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Kernproben 2007 – 2016, Bestimmung in der Gesamtfraktion.

### 5.1 Schadstoffbelastung der Sedimente

Für die Beurteilung des anfallenden Baggerguts aus dem Hamburger Hafen wurden Untersuchungen hinsichtlich der Schadstoffbelastung gemäß der Handlungsvereinbarung zwischen BUE und HPA 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 (Referenzprobung, 18 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 27. und 29.6.2016 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2016 sind in Anlage 3 dargestellt. Die Stationen im Köhlbrand und in der Süderelbe Höhe Altenwerder wurden nicht beprobt, da dort bereits Baggerungen für die Verbringung von Sedimenten in die Deutsche Bucht zur Tonne E3 durchgeführt wurden.

- Die schon seit 2014 deutlich erhöhte Sedimentation von feinkörnigen Schwebstoffen im Hamburger Elbeabschnitt und die damit verbundenen Baggermengen erforderten einen erhöhten Aufwand an Untersuchungen für die Verbringung von Baggergut zu den Verbringstellen. Seit 2016 wurden auch erstmalig Sedimente aus den Hafeneinfahrten in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Hierfür wurden die erforderlichen Freigabeuntersuchungen ab dem Mai 2016 vorgenommen. Die Freigabeuntersuchungen für die Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 dienen gleichzeitig zur Ermittlung der Sedimentqualität für das Einbringen von Baggergut an der Klappstelle Neßsand. Hierfür wurde ein Datensatz von insgesamt 191 Sedimentkernen aus der zweiten Jahreshälfte 2015 und dem Jahr 2016 hinsichtlich der Schadstoffgehalte untersucht. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Anlage 4-1 und 4-2 dargestellt, getrennt in den Umlagerungszeitraum Januar bis März und November bis Dezember. Die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus dem Jahr 2016 sind in Anlage 5 abgebildet
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen aus 2016 des an Land aufbereiteten Schlicks aus Entwässerungsfeldern sowie der METHA sind in Anlage 6 aufgeführt.

Die Belastung der frisch sedimentierten Schwebstoffe wird wesentlich durch den Oberwasserabfluss der Elbe geprägt. Die in Kapitel 2.1 aufgezeigte Abflusssituation bewirkte hohe Eintreibungen feinkörniger und damit höher belasteter Sedimente in den Hafenebereich. Durch eine lang anhaltende Niedrigwasserperiode wurde das nach Neßsand verbrachte Baggergut nicht nachhaltig aus dem Hamburger Gewässerabschnitt ausgetragen. Die Schadstoffbelastung des Sediments zeigt durch den von Unterstrom (geringer belasteten) eingetragenen Schwebstoffanteil insgesamt ein Niveau wie im Vorjahr. Ein besonderes Augenmerk liegt in der Beobachtung der Entwicklung der PCB-Belastung der Sedimente.

Die Ergebnisse der Referenzbeprobung 2016 zeigen den Eintrag von geringer belasteten Schwebstoffen und Sedimenten von Unterstrom. Niedrige Befunde an Schwermetallen, gemessen in der Fraktion < 20 µm, sind der Hinweis auf diese Transport- und Einmischungsvorgänge. Mit einem mittleren Cadmiumgehalt von 2,4 mg/kg TS wird das Belastungsniveau der Vorjahre erreicht bzw. sogar unterschritten. 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 Mittel- und Unterelbe und den in diesem Bereich nicht vorhandene Einmischung geringer belasteter Sedimente von Unterstrom.

Das bei Neßsand umgelagerte Baggergut entstammt hauptsächlich aus den Hauptsedimentationsgebieten in den strömungsberuhigten Bereichen der Hafeneinfahrten und der Elbe. Hier lagern sich überwiegend feinkörnige schwebstoffbürtige Sedimente ab. Der mittlere Schlickanteil (Feinkornanteil des Sediments der Fraktion < 63µm) liegt über 80 Gewichts-%. Bedingt durch die

gleichbleibenden hydraulischen Randbedingungen ändert sich die Zusammensetzung der Sedimente in den Hauptsedimentationsbereichen nicht grundlegend. Der TOC-Gehalt des Sediments beträgt im Mittel mehr als 3,5 Gewichts-% TS.

Aufgrund der hohen Einträge von unterstrombürtigen Schlickern ist die Konzentration von Metallen und Arsen in der Fraktion < 20 µm in den Sedimenten insgesamt in der gleichen Größenordnung geblieben bzw. geringfügig niedriger als in den Vorjahren. Eine wesentliche Änderung in der Belastungsstruktur der Sedimente ist hieraus nicht abzuleiten.

Die derzeit im Fokus stehenden PCB-Verbindungen zeigen im Baggergut noch keine Anreicherungen oberhalb der Spanne, in der die Gehalte in den vergangenen Jahren auftraten. In den für die Umlagerungen in der ersten Jahreshälfte untersuchten Sedimentkernen aus dem Zeitraum 2015/16 ergab sich ein Mittelwert von 13 µg/kg TS, während die in der zweiten Jahreshälfte 2016 untersuchten Sedimentkerne einen Mittelwert von 18 µg/kg TS aufwiesen. Die in der zweiten Jahreshälfte vorgefundene Erhöhung der PCB-Konzentration kann durch den Eintrag von entsprechend belastetem Schwebstoff von Oberstrom bedingt sein. Da sie aber im Rahmen der Schwankungsbreite der bekannten PCB-Belastung liegt, kann dies bisher nicht allein auf die Folgen des PCB-Schadenfalls zurückgeführt werden. Die festgestellten Werte liegen nach wie vor unter den festgeschriebenen Umweltqualitätsnormen.

Bei den weiteren organischen Schadstoffen ist gegenüber dem Vorjahr keine wesentliche Änderung der Belastungsstruktur zu erkennen. Auffälligkeiten bei Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) traten nicht auf. Die untersuchten Gruppen der Chlorkohlenwasserstoffe 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.

Die Belastung des Baggerguts mit Organozinnverbindungen ist weiterhin rückläufig. Jedoch sind trotz des Anwendungsverbotes von TBT-haltigen Schiffsanstrichen seit 2008 durch die IMO (International Maritime Organisation) weiterhin erhöhte Gehalte von Organozinnverbindungen in den frischen, schwebstoffbürtigen Sedimenten zu beobachten. Die mittleren Gehalte an Tributylzinn (TBT) liegen bei 54 µg OZV/kg TS. Besondere Belastungsspitzen in frisch sedimentierten Schlickern wurden im Hafenbereich diesmal nicht vorgefunden.

## 5.2 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.

---

<sup>1</sup> BfG-Merkblatt „Ökotoxikologische Baggergutuntersuchung“: [http://www.bafg.de/Baggergut/DE/04\\_Richtlinien/merkblatt\\_oekotox.pdf](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, 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 Blatt 7 und Süderelbe wurden im Mai 2016 insgesamt 34 Sedimente über die gesamte Schnitttiefe beprobt und anschließend ökotoxikologisch analysiert. In den Hafenzufahrten Köhlfleet, Parkhafen, Vorhafen, Sandauhafen und Rethel Blatt 3 sowie in der Norderelbe Blatt 6 wurden im Zeitraum Ende Mai bis Mitte Juni insgesamt 37 Sedimentkerne untersucht. Im Oktober erfolgte dann die Beprobung und Analyse in den Gebieten Seehafen 4, Reiherstieg Vorhafen, Rethel Blatt 2 und Hansahafen. Damit liegen für insgesamt 76 Proben ökotoxikologische Einstufungen vor. Die Daten sind in Abbildung 14 und in Anlage 5 dargestellt. Da es in Hamburg noch keinen allgemein anerkannten Bewertungsmaßstab für diese Ergebnisse gibt, werden sie bisher nur unterstützend zur Charakterisierung der Sedimente herangezogen.

Die im Algentest ermittelten Werte überstreichen eine Spanne von pT0 (unbelastet) bis pT4 (belastet). Die in den Porenwässern festgestellten Belastungen liegen dabei mehrheitlich im unteren Bereich zwischen pT0 und pT2, während in den Eluaten auch ein Wert von pT3 häufig ermittelt wird (Abbildung 14). Der Daphnientest zeigt überwiegend pT0 bis pT2, ein Wert von pT3 wird lediglich in einer Probe erreicht. Die Mehrzahl der Leuchtbakterientests ergibt im Eluat einen Wert von pT0, während in den Eluaten auch höhere Werte von pT1 bis pT3, in einer Probe auch ein Wert von pT4 ermittelt werden (Abbildung 14).

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 2016 wird die Klasse II am häufigsten erreicht, gefolgt von den benachbarten Klassen I und III (Anlage 5). Auch der Median aller Kernproben liegt für 2016 bei Klasse II (geringe Belastung). Insgesamt scheinen die weiter Oberstrom gelegenen Gebiete Süderelbe, Seehäfen und Reiherstieg Vorhafen etwas höher belastet zu sein als die weiter Unterstrom gelegenen, diese Differenz ist aber nicht sehr deutlich ausgeprägt (Abbildung 14).

Von 2004 bis 2015 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. Im Jahr 2015 und 2016 wird mit einem Medianwert von II damit ein etwas niedrigerer Wert als in den vorangegangenen Jahren erreicht. Dies könnte an dem hohen Anteil von geringer belastetem Material gelegen haben, dass in 2015 und in 2016 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 2016 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. Beprobte wird nur die oberste Sedimentschicht mit einer Schichtdicke von bis zu 5 cm. Die Analyse erfolgte 2016 an insgesamt 17 Stationen.

Die Referenzbeprobung zeigte im Juni 2016 im Vergleich der Jahre seit 2005 etwas niedrigere Werte. Der Medianwert lag sowohl beim Leuchtbakterien- als auch beim Daphnientest bei pT0 mit einer Spanne der Werte von pT0 bis pT2. Im Algentest, der in der Testbatterie in der Regel das empfindlichste der drei Testverfahren ist, wurde – wie auch in den vorangegangenen Jahren – zwar eine weite Spanne an Werten von pT0 bis pT5 überstrichen, wobei auch hier der Medianwert in einem eher niedrigen Bereich lag (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 2016, wie auch bereits in 2015, etwas niedriger lag als die in den Jahren 2011 bis 2014 ermittelte.

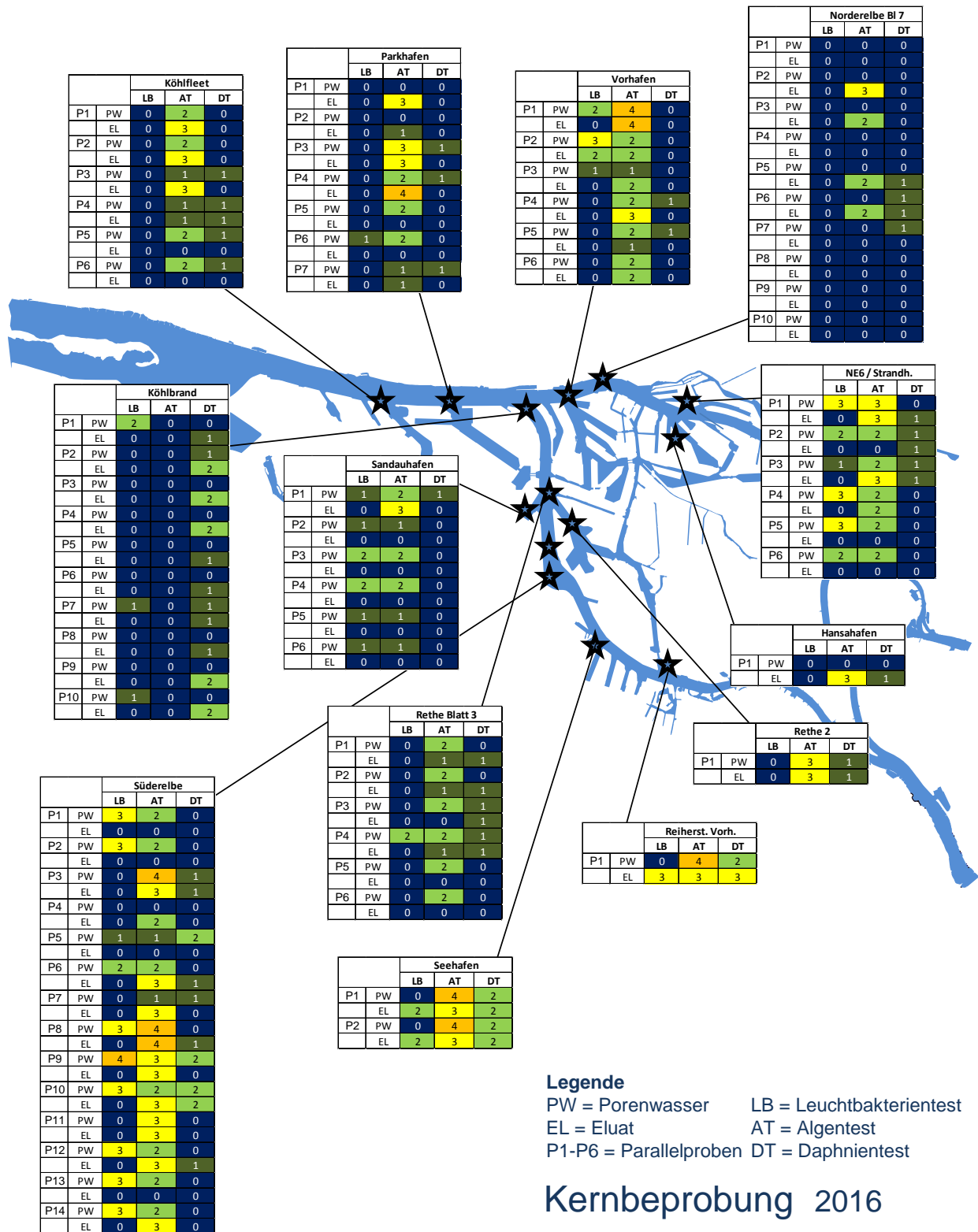


Abb. 14: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen 2016.

### 5.3 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 2015/16 an 111 Sedimentkernen bestimmt und für die Umlagerungen ab November an 62 Sedimentkernen untersucht. Ermittelt wurde die chemische Zehrung von Sauerstoff nach 180 Minuten, bezogen auf die Trockensubstanz. Die mittlere Zehrung lag bei 1,4 g O<sub>2</sub>/kg TS bei einer Spanne von 0,34 bis 3,1 g O<sub>2</sub>/kg TS.

### 5.4 Betrachtung der Schadstofffrachten

Neben den ökologisch relevanten Konzentrationen können auch die Schadstofffrachten der verschiedenen im Tideelbebereich maßgeblichen Sedimentströme betrachtet werden. Dabei kann man differenzieren in Einträge (also das, was schwebstoffgebunden von Oberstrom in den Hafen gelangt), in Verbleib im Gewässer (also das, was im Hamburger Raum umgelagert wird) und in Austrag (also Verbringung in die Nordsee) und Verbringung und Entsorgung an Land (Abb. 15).



**Abb. 15:** Behandlung von belastetem Baggergut in der METHA.

Nicht erfasst werden dabei der strömungsbedingte natürliche Austrag in Richtung Nordsee und die Festsetzung über stabile Sedimentationen, etwa im Deichvorland. Zur Berechnung von Schadstofffrachten werden die bewegten Sedimentmassen mit der jeweiligen Konzentration der einzelnen Schadstoffe verrechnet.

Grundsätzlich ist die Bilanzierung der sedimentgebundenen Stoffströme ein wichtiger Baustein für ein besseres Systemverständnis. Um die bestehenden Lücken zu schließen, soll eine neue Dauerermessstelle im Bereich der Tidegrenze am Wehr Geesthacht eingerichtet werden, mit der der Eintrag aus dem Elbeinzugsgebiet noch besser erfasst werden kann.

Zur Einordnung der zunächst sehr hoch erscheinenden Werte (Tonnen!) ist es wichtig, diese in Relation zu setzen. Eine Möglichkeit dazu sind die geogenen Hintergrundbelastungen, also die Stoffmengen, die auch ohne anthropogene Belastungen in den Sedimenten enthalten sind. Prange et al. (1997)<sup>2</sup> liefern hierzu Daten für die Elbe, die näherungsweise herangezogen werden können, allerdings nur für Schwermetalle. Deutlich wird, dass bereits die natürlicherweise im Sediment enthaltenen Mengen in derselben Größenordnung liegen, wie die Frachten der betrachteten Fraktionen. Oder anders ausgedrückt: der geogene Anteil an den im Zuge der Unterhaltung bewegten Schadstofffrachten ist bereits erheblich.

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die berechneten bzw. abgeschätzten Schadstofffrachten in 2016. Zusätzlich ist in grober Näherung basierend auf Prange et al. (1997) angegeben, in welcher Größenordnung die bereits vorhandene geogene Hintergrundbelastung einzuordnen ist.

**Tabelle 2:** Stoffstromfrachten im Rahmen der Unterhaltungstätigkeit der HPA in 2016

Stoff	Einheit	Schwefstoffeintrag in die Tideelbe	Geogene Hintergrundkonzentration	Verbleib im Gewässer		Austrag aus der Tideelbe			
		Schnackenburg (2015)		Umlagerung Neßsand (2016)		Landbehandlung und Entsorgung (2016)		Verbringung Nordsee (2016)	
		650.000 tTS **	nach Prange 1997	2.979.700 tTS		273.000 tTS		1.494.700 tTS	
			g/t	Schadstofffracht gesamt	Abschätzung hiervon geogene Fracht Elbe*	Schadstofffracht gesamt	Abschätzung hiervon geogene Fracht Elbe*	Schadstofffracht gesamt	Abschätzung hiervon geogene Fracht Elbe*
As	t	40	24	66,9	71,5	10,4	6,6	32,3	36,1
Pb	t	43	29	158,4	86,4	24,3	8,0	75,3	43,7
Cd	t	2,7	0,4	4,5	1,2	1,0	0,1	2,2	0,6
Cu	t	58	32	128,1	95,4	14,7	8,8	63,4	48,2
Hg	t	0,45	0,3	3,2	0,9	0,6	0,1	1,3	0,5
Zn	t	470	150	1032,7	447,0	160,8	41,1	501,5	225,9
TBT	kg Sn	5,6	k.A.	66,6	k.A.	58,4	k.A.	34,2	k.A.

berechnet basierend auf Prange 1997\*  
Abschätzung Sedimenteintrag in die Tideelbe über das Wehr Geesthacht\*\*

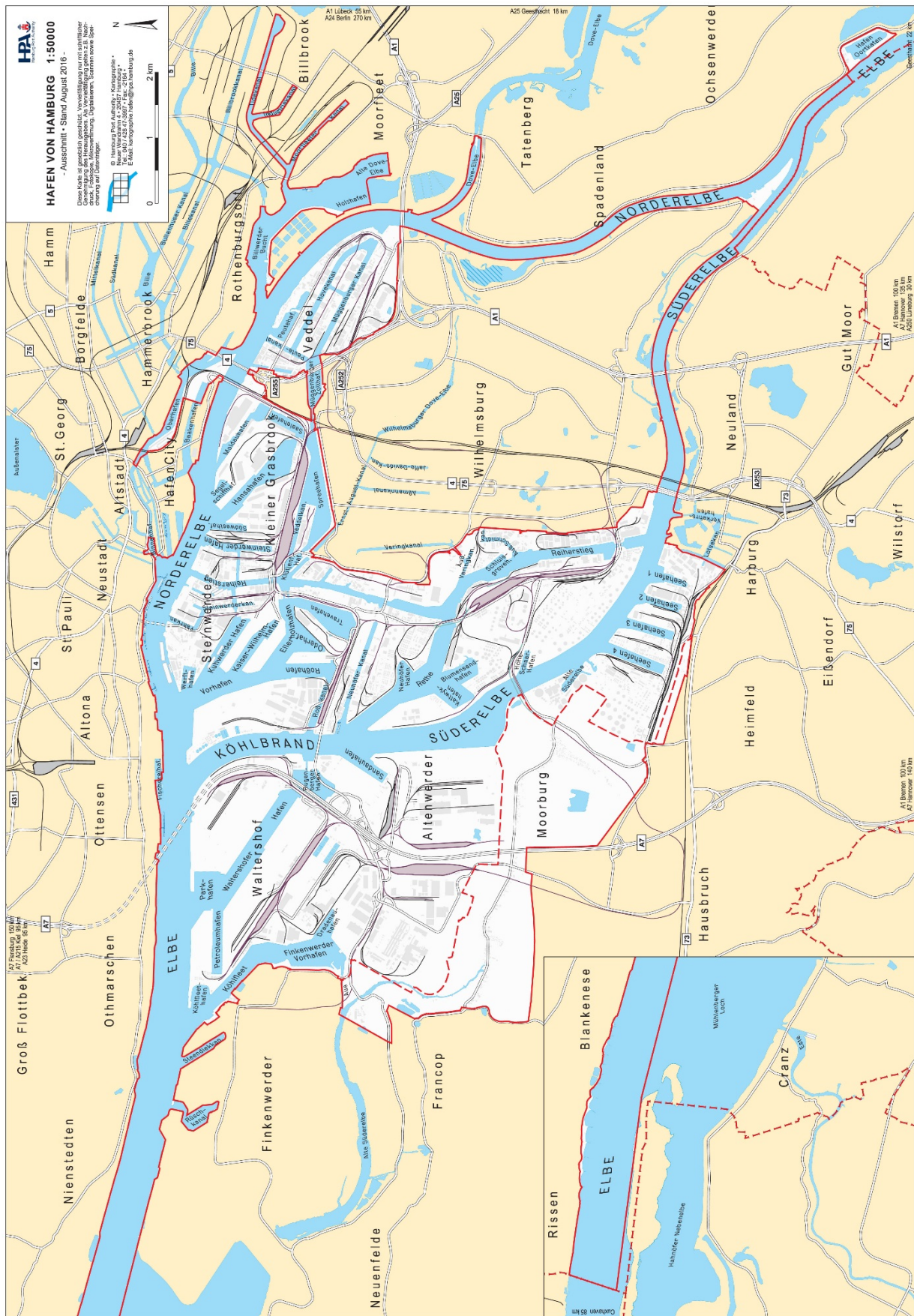
Die bei Neßsand umgelagerten und in die Nordsee verbrachten Mengen sind in der Regel frische Sedimente, die nicht älter als ein Jahr am Gewässergrund vorzufinden sind. Ihre Belastung resultiert zu sehr großen Teilen aus dem Oberstrom. Sie werden mit dem Strom in die Tideelbe eingetragen.

<sup>2</sup> Prange, A. et al. (1997): Geogene Hintergrundwerte und zeitliche Belastungsentwicklung. GKSS.



Die hier durchgeführte Frachtermittlung soll einen Anhaltspunkt für die Größenordnung liefern und dient nicht als vollständige geschlossene Bilanzierung. Zusätzlich bestehen für die Frachtberechnungen unterschiedliche Herangehensweisen. So 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 stellen aus der umgelagerten Tonnage und den Konzentrationen abgeschätzte Werte dar. Diese Mengen verbleiben aufgrund der hydrologischen Verhältnisse zum Großteil im selben System, sie stellen daher im Grunde nur eine geringe Veränderung gegenüber einem System ohne kleinräumige Umlagerung dar.

# Anlage 1 / Hafenplan



## Anlage 2

### Gebaggerte Mengen 2016 in Tonnen Trockensubstanz tTS (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 Bau- maßnahmen der Baggergut- behandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zur Verklappung bei Strombaumaß- nahmen	
Stackmeisterei Finkenwerder	0	0	600	0	0	0	0	<b>600</b>
Norderelbe (2-5)	0	0	3.000	0	0	0	0	<b>3.000</b>
Suederelbe (2-3)	4.500	0	1.100	151.200	0	0	0	<b>156.800</b>
Norderelbe (6-7)	457.900	143.800	13.000	0	0	262.300	0	<b>877.000</b>
Suederelbe	431.900	540.900	500	0	0	0	0	<b>973.300</b>
Koehlbrand	220.900	542.600	0	0	0	0	0	<b>763.500</b>
Unternelbe	8.300	0	0	20.600	0	406.200	360.900	<b>796.000</b>
Aussen - Este	32.400	0	0	0	0	0	0	<b>32.400</b>
Muehlenberger Loch	0	0	2.600	0	0	0	0	<b>2.600</b>
Steendiekkanal	29.200	0	0	0	0	0	0	<b>29.200</b>
Noerdl.Reiherstieg	107.200	0	26.800	0	0	0	0	<b>134.000</b>
Suedl.Reiherstieg	1.800	0	20.500	0	0	0	0	<b>22.300</b>
Rethe	257.000	37.100	2.500	0	0	0	0	<b>296.600</b>
Blumensandhafen	3.400	0	0	0	0	0	0	<b>3.400</b>
Neuhoefer Hafen	14.000	0	4.700	0	13.700	0	0	<b>32.400</b>
Hansahafen	56.100	0	14.600	0	0	0	0	<b>70.700</b>
Suedwesthafen	22.100	0	0	0	0	0	0	<b>22.100</b>
Steinwerder Hafen	31.000	0	0	0	0	0	0	<b>31.000</b>
Baakenhafen	0	0	47.100	0	0	0	0	<b>47.100</b>
Elbufer	214.800	22.400	500	0	0	0	0	<b>237.700</b>
Kuhwerder Vorhafen	196.400	77.900	34.500	0	0	0	0	<b>308.800</b>

Herkunft	Umlagerung		Landbehandlung			Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen		Summe
	Sediment zur Umlagerung	Umlagerung Nordsee (E3)	Mibo zur Behandlung	Sand für Bau- maßnahmen der Baggergut- behandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	
Werfthafen B+V	35.400	0	300	0	0	0	0	<b>35.700</b>
Ellerholzhafen	12.800	0	0	0	0	0	0	<b>12.800</b>
Rosshafen	0	0	13.600	0	0	0	0	<b>13.600</b>
Sandauhafen	59.600	17.500	0	0	0	0	0	<b>77.100</b>
Parkhafen	378.300	100.600	0	0	0	0	0	<b>478.900</b>
Waltershofer Hafen	21.600	0	0	0	0	0	0	<b>21.600</b>
Finkenwerd.Vorhafen	19.000	0	2.300	0	0	0	0	<b>21.300</b>
Koehlfleet	311.800	11.700	8.800	0	0	0	0	<b>332.300</b>
Seehafen 1	4.500	0	0	0	0	0	0	<b>4.500</b>
Seehafen 2	0	0	5.400	0	0	0	0	<b>5.400</b>
Seehafen 3	6.600	0	0	0	0	0	0	<b>6.600</b>
Seehafen 4	1.200	0	0	0	0	0	0	<b>1.200</b>
Billwerder Bucht	14.400	0	0	0	0	0	0	<b>14.400</b>
Innere Durchfahrt	0	0	3.300	0	0	0	0	<b>3.300</b>
Peutekanal	0	0	9.300	0	0	0	0	<b>9.300</b>
Muegg.-Hovek.westl.T.	0	0	7.100	0	0	0	0	<b>7.100</b>
Spreehafen	25.400	0	47.000	0	0	0	0	<b>72.400</b>
Rugenberger hafen	0	0	4.400	0	0	0	0	<b>4.400</b>
Magdeburger Hafen	400	0	0	0	0	0	0	<b>400</b>
<b>Summe</b>	<b>2.979.900</b>	<b>1.494.500</b>	<b>273.500</b>	<b>171.800</b>	<b>13.700</b>	<b>668.500</b>	<b>360.900</b>	<b>5.962.800</b>

## Gebaggerte Mengen 2016 in m<sup>3</sup> Profilmass 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 Bau- maßnahmen der Baggergut- behandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zur Verklappung bei Strombaumaß- nahmen	
Stackmeisterei Finkenwerder	0	0	900	0	0	0	0	<b>900</b>
Norderelbe (2-5)	0	0	3.800	0	0	0	100	<b>3.900</b>
Suederelbe (2-3)	7.600	0	800	95.700	0	0	0	<b>104.100</b>
Norderelbe (6-7)	1.038.500	341.800	12.400	0	0	166.000	0	<b>1.558.700</b>
Suederelbe	1.122.900	1.398.300	700	0	0	0	0	<b>2.521.900</b>
Koehlbrand	511.700	1.227.400	0	0	0	0	0	<b>1.739.100</b>
Untereelbe	18.300	0	0	13.000	0	257.200	250.100	<b>538.600</b>
Aussen - Este	53.700	0	0	0	0	0	0	<b>53.700</b>
Muehlenberger Loch	0	0	5.900	0	0	0	0	<b>5.900</b>
Steendiekkanal	76.500	0	0	0	0	0	0	<b>76.500</b>
Noerdl.Reiherstieg	268.700	0	51.500	0	0	0	0	<b>320.200</b>
Suedl.Reiherstieg	4.700	0	27.800	0	0	0	0	<b>32.500</b>
Rethe	678.200	98.100	4.100	0	0	0	0	<b>780.400</b>
Blumensandhafen	9.200	0	0	0	0	0	0	<b>9.200</b>
Neuhoefer Hafen	37.300	0	8.600	0	21.200	0	0	<b>67.100</b>
Hansahafen	142.700	0	22.100	0	0	0	0	<b>164.800</b>
Suedwesthafen	54.900	0	0	0	0	0	0	<b>54.900</b>
Steinwerder Hafen	78.000	0	0	0	0	0	0	<b>78.000</b>
Baakenhafen	0	0	29.800	0	0	0	0	<b>29.800</b>
Sandtorhafen	100	0	0	0	0	0	0	<b>100</b>
Elbufer	534.700	54.600	400	0	0	0	0	<b>589.700</b>
Kuhwerder Vorhafen	513.500	213.100	34.400	0	0	0	0	<b>761.000</b>

Herkunft	Umlagerung		Landbehandlung			Gewässerunterhaltung und Herrichtung von Flächen		Summe
	Sediment zur Umlagerung	Umlagerung Nordsee (E3)	Mibo zur Behandlung	Sand für Bau- maßnahmen der Baggergut- behandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung	Sand für Aufhöhungen	Boden zur Verklappung bei Strombaumaß- nahmen	
Werfthafen B+V	82.200	0	500	0	0	0	0	<b>82.700</b>
Ellerholzhafen	33.800	0	0	0	0	0	0	<b>33.800</b>
Rosshafen	0	0	15.300	0	0	0	0	<b>15.300</b>
Sandauhafen	153.600	47.300	0	0	0	0	0	<b>200.900</b>
Parkhafen	968.900	270.900	0	0	0	0	0	<b>1.239.800</b>
Waltershofer Hafen	52.300	0	0	0	0	0	0	<b>52.300</b>
Finkenwerd. Vorhafen	50.200	0	2.800	0	0	0	0	<b>53.000</b>
Koehlfleet	825.200	32.000	11.800	0	0	0	0	<b>869.000</b>
Seehafen 1	12.500	0	0	0	0	0	0	<b>12.500</b>
Seehafen 2	0	0	9.800	0	0	0	0	<b>9.800</b>
Seehafen 3	18.500	0	0	0	0	0	0	<b>18.500</b>
Seehafen 4	3.500	0	0	0	0	0	0	<b>3.500</b>
Billwerder Bucht	24.600	0	0	0	0	0	0	<b>24.600</b>
Innere Durchfahrt	0	0	6.300	0	0	0	0	<b>6.300</b>
Peutekanal	0	0	9.200	0	0	0	0	<b>9.200</b>
Muegg.-Hovek.westl.T.	0	0	11.700	0	0	0	0	<b>11.700</b>
Spreehafen	31.100	0	77.800	0	0	0	0	<b>107.900</b>
Rugenberger Hafen	0	0	6.100	0	0	0	0	<b>6.100</b>
Magdeburger Hafen	1.000	0	0	0	0	0	0	<b>1.000</b>
<b>Summe</b>	<b>7.407.600</b>	<b>3.683.500</b>	<b>354.500</b>	<b>108.700</b>	<b>21.200</b>	<b>423.200</b>	<b>250.200</b>	<b>12.248.900</b>

## Anlage 3

### Statistische Auswertung der Referenzproben (Juni 2016)

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	18	0	21,9	24,4	26,9	35,2	44,5
TOC (C)	Gew.% TS	18	0	1,8	4,7	4,8	7	7,5
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	18	0	24	57,2	54,8	71,2	76,1
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	18	0	19,6	29,7	30,5	39,5	42,9
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	18	0	1,2	7,1	9,2	17,6	30,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	18	0	0,3	3,2	3,3	5,5	8,4
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	18	0	0,6	1,1	1,6	3,1	4,8
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	18	1	<0,1	0,3	0,4	0,7	1,3
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	18	6	<0,1	0,2	0,3	0,5	0,6
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	18	15	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,4
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	18	0	62,8	87,7	85,2	93,1	97,2
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	18	0	85,7	94,8	94,4	97,5	98,4
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	18	0	1600	4850	4969	7117	7690
Phosphor	mg/kg TS	18	0	640	1500	1542	2130	2800
Schwefel	mg/kg TS	18	0	1900	3800	3833	4620	5000
<b>Metalle aus der Gesamtfraktion</b>								
Arsen	mg/kg TS	18	0	13	26	25	30	32
Blei	mg/kg TS	18	0	24	61	59	73	75
Cadmium	mg/kg TS	18	0	0,56	1,5	2,0	4,6	5,1
Chrom	mg/kg TS	18	0	26	51	50	62	70
Kupfer	mg/kg TS	18	0	20	48	50	73	83
Nickel	mg/kg TS	18	0	15	32	30	36	37
Quecksilber	mg/kg TS	18	0	0,33	0,9	1,0	1,5	2
Zink	mg/kg TS	18	0	176	409	468	786	839
<b>Metalle aus der Fraktion &lt;20 µm</b>								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	18	0	27	31	30	32	37
Blei <20 µm	mg/kg TS	18	0	76	82	82	84	99,7
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	18	0	0,91	1,5	2,4	5,1	5,9
Chrom <20 µm	mg/kg TS	18	0	55	62	62	69	75
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	18	0	43	51	61	88	109
Nickel <20 µm	mg/kg TS	18	0	33	37	37	38	43
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	18	0	0,85	1,1	1,2	1,4	2,4
Zink <20 µm	mg/kg TS	18	0	393	471	588	928	1090
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	18	0	48	120	150	193	490
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	18	2	<10	17	18	24	25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	18	0	40	107	133	173	464
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	18	0	0,03	0,07	0,09	0,18	0,2
Acenaphtylen	mg/kg TS	18	10	<0,01	<0,01	k.MW	0,02	0,024
Acenaphthen	mg/kg TS	18	2	<0,01	0,01	0,02	0,03	0,032
Fluoren	mg/kg TS	18	0	0,01	0,03	0,04	0,07	0,076
Phenanthren	mg/kg TS	18	0	0,06	0,13	0,17	0,33	0,39
Anthracen	mg/kg TS	18	0	0,02	0,04	0,06	0,1	0,13
Fluoranthren	mg/kg TS	18	0	0,10	0,23	0,3	0,58	0,7

Parameter	Einheit	Anzahl	N<BG	Min	Median	Mittelwert	90.Perz.	Max
Pyren	mg/kg TS	18	0	0,09	0,2	0,26	0,51	0,6
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	18	0	0,04	0,11	0,14	0,27	0,33
Chrysen	mg/kg TS	18	0	0,05	0,11	0,14	0,27	0,33
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	18	0	0,06	0,15	0,18	0,33	0,36
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	18	0	0,04	0,07	0,09	0,17	0,18
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	18	0	0,05	0,12	0,16	0,31	0,34
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	18	0	0,01	0,03	0,04	0,07	0,081
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	18	0	0,04	0,11	0,13	0,23	0,26
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	18	0	0,05	0,15	0,17	0,3	0,32
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	18	0	0,33	0,82	1,03	1,93	2,16
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	18	0	0,66	1,55	2,00	3,78	4,34
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	18	0	0,3	0,9	1,1	1,9	2,6
PCB 52	µg/kg TS	18	0	0,4	1,0	1,2	2,0	3,2
PCB 101	µg/kg TS	18	0	1,1	2,5	3,0	4,5	5,7
PCB 118	µg/kg TS	18	0	0,5	1,3	1,4	2,3	2,6
PCB 138	µg/kg TS	18	0	1,7	4,6	5,3	8,9	11,0
PCB 153	µg/kg TS	18	0	2,5	6,0	7,6	13,3	17,0
PCB 180	µg/kg TS	18	0	1,3	4,6	5,6	10,6	15,0
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	18	0	7,5	19,0	23,9	41,6	52,8
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	18	0	7,9	20,0	25,3	43,8	55,3
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	18	0	0,19	0,4	0,7	1,7	2,1
beta-HCH	µg/kg TS	18	0	0,46	1,3	2	4,2	6,3
gamma-HCH	µg/kg TS	18	0	0,07	0,1	0,2	0,4	0,6
delta-HCH	µg/kg TS	18	0	0,23	0,5	0,7	1,4	1,5
epsilon-HCH	µg/kg TS	18	9	<0,1	0	0,2	0,3	0,4
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	18	0	0,11	0,3	0,5	0,9	1,1
p,p'-DDE	µg/kg TS	18	0	1,1	3,7	4,9	9,4	10
o,p'-DDD	µg/kg TS	18	0	1,4	4,7	6,6	13,3	16
p,p'-DDD	µg/kg TS	18	0	3,3	11,5	17,8	36,6	46
o,p'-DDT	µg/kg TS	18	2	<0,1	0,5	0,9	2,3	3,7
p,p'-DDT	µg/kg TS	18	0	0,51	4,6	9,5	23	37
DDT-Summe	µg/kg TS	18	0	7,5	23,9	40,2	87,8	106,3
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	18	0	0,41	1	1,3	2,7	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	18	0	1,8	6,7	10,4	22	31
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	18	0	7,3	15,5	17,6	21,6	76
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	18	0	4,7	14,5	15,9	19,3	54
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	18	0	12	36,5	37,2	61,6	71
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	18	1	<1	3,1	4,3	7,3	15
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	18	7	<1	1,2	1,6	2,7	4,5
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	18	5	<1	1,4	2,3	4,9	8,9
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	18	18	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	18	18	<1	<1	k.MW	<1	<1



## Anlage 4-1

### Statistische Auswertung der Kernproben 2015/16 des von Januar bis März 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	126	0	15,9	33,2	35,2	53,2	60,9
TOC (C)	Gew.% TS	126	0	1	3,6	3,5	4,8	5,8
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	126	0	8,6	60,6	54,8	75,2	78,9
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	126	0	13,6	24,4	24,9	32,0	39,7
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	126	0	2,5	9,1	12,1	26,6	41,3
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	126	0	0,5	2,7	5,7	16,6	33,2
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	126	0	0,1	0,7	1,7	4,1	18,0
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	126	9	<0,1	0,2	0,4	0,6	7,4
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	126	24	<0,1	0,1	0,2	0,4	2,2
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	126	58	<0,1	0,1	0,2	0,4	2,4
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	126	0	29,5	84,1	79,7	94,4	96,9
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	126	0	64,4	95,9	91,8	98,5	99,4
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	123	0	996	4010	3837	5110	7510
Phosphor	mg/kg TS	123	0	340	1500	1413	1800	3200
Schwefel	mg/kg TS	123	0	1300	4100	3733	4700	6200
<b>Metalle aus der Gesamtfraktion</b>								
Arsen	mg/kg TS	123	0	1,8	23	22	29	32
Blei	mg/kg TS	123	0	12	56	52	66	100
Cadmium	mg/kg TS	123	0	0,38	1,3	1,5	2,1	4,7
Chrom	mg/kg TS	123	0	14	50	47	62	71
Kupfer	mg/kg TS	123	0	15	40	42	55	173
Nickel	mg/kg TS	123	0	8,2	28	27	35	37
Quecksilber	mg/kg TS	123	0	0,27	1,1	1,1	1,5	2,3
Zink	mg/kg TS	123	0	99	333	338	448	751
<b>Metalle aus der Fraktion &lt; 20 µm</b>								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	126	0	26	33	34	38	53
Blei < 20 µm	mg/kg TS	126	0	72	84	86	95	127
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	126	0	0,98	1,8	2,1	3,1	7,5
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	126	0	58	82	82	91	102
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	126	0	43	59	63	83	148
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	126	0	36	43	43	47	58
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	126	0	0,88	1,4	1,5	2,2	3,9
Zink < 20 µm	mg/kg TS	126	0	394	506	540	685	1160
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	123	0	27	110	108	150	490
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	123	18	<10	14	13	25	74
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	123	0	10	90	91	129	412
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	123	0	0,02	0,05	0,06	0,08	0,24
Acenaphtylen	mg/kg TS	123	95	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,03
Acenaphthen	mg/kg TS	123	79	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,05
Fluoren	mg/kg TS	123	1	<0,01	0,02	0,03	0,03	0,12
Phenanthren	mg/kg TS	123	0	0,05	0,12	0,13	0,18	0,45

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Anthracen	mg/kg TS	123	0	0,02	0,04	0,05	0,06	0,16
Fluoranthen	mg/kg TS	123	0	0,09	0,21	0,23	0,32	0,75
Pyren	mg/kg TS	123	0	0,08	0,18	0,20	0,27	0,62
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	123	0	0,05	0,11	0,12	0,16	0,45
Chrysen	mg/kg TS	123	0	0,05	0,10	0,11	0,16	0,40
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	123	0	0,04	0,13	0,13	0,18	0,33
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	123	0	0,02	0,06	0,06	0,08	0,18
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	123	0	0,04	0,11	0,11	0,15	0,28
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	123	1	<0,01	0,03	0,03	0,05	0,11
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	123	1	<0,01	0,10	0,10	0,14	0,29
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	123	0	0,04	0,11	0,11	0,16	0,30
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	123	0	0,29	0,70	0,75	0,98	2,03
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	123	0	0,60	1,39	1,49	1,94	4,46
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	123	0	0,2	0,7	0,8	1,3	4,9
PCB 52	µg/kg TS	123	0	0,3	0,7	0,8	1,0	4,9
PCB 101	µg/kg TS	123	0	0,6	1,6	1,7	2,4	6,8
PCB 118	µg/kg TS	123	0	0,3	0,9	1,0	1,4	3,5
PCB 138	µg/kg TS	123	0	0,9	2,5	2,7	3,9	7,0
PCB 153	µg/kg TS	123	0	1,2	3,4	3,7	5,2	9,9
PCB 180	µg/kg TS	123	0	0,7	2,2	2,4	3,6	7,3
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	123	0	3,9	11,3	12,2	17,4	39,1
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	123	0	4,2	12,1	13,1	18,8	42,6
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	123	1	<0,1	0,4	0,5	1,1	3,7
beta-HCH	µg/kg TS	123	0	0,1	0,7	0,9	1,5	4,9
gamma-HCH	µg/kg TS	123	3	<0,1	0,1	0,2	0,3	1,0
delta-HCH	µg/kg TS	123	15	<0,1	0,3	0,4	0,5	3,6
epsilon-HCH	µg/kg TS	123	90	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,6
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	123	2	<0,1	0,3	0,4	0,5	2,1
p,p'-DDE	µg/kg TS	123	0	0,3	2,7	3,2	4,6	18,0
o,p'-DDD	µg/kg TS	123	0	0,3	3,2	3,7	5,2	20,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	123	0	0,8	7,4	8,7	11,0	48,0
o,p'-DDT	µg/kg TS	123	2	<0,1	0,4	0,5	1,0	2,7
p,p'-DDT	µg/kg TS	123	0	0,3	2,1	3,6	7,5	43,0
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	123	1	-0,1	1,0	1,1	1,7	6,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	123	0	0,4	4,7	5,4	8,3	28,0
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	126	0	6	13	17	30	130
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	126	0	7	13	15	24	61
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	126	0	22	45	55	95	220
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	117	4	<1	4	5	7	89
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	126	89	<1	<1	k.MW	2	8
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	126	37	<1	2	2	3	8
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	126	109	<1	<1	k.MW	1	9
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	126	126	<1	<1	k.MW	<1	<1
<b>Sauerstoffzehrung</b>								
O <sub>2</sub> -Zehrung n. 180 min	g O <sub>2</sub> /kg TS	111	0	0,34	1,4	1,4	2	3,1

## Anlage 4-2

### Statistische Auswertung der Kernproben aus dem zweiten Halbjahr 2016 des von November bis Dezember 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	65	0	21,2	28,2	30,1	40,12	54,2
TOC (C)	Gew.% TS	65	0	1,6	3,8	3,8	5,06	6,3
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	65	0	21,9	63,8	61,0	80,9	86,7
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	65	0	10,1	25,3	24,4	32,2	40,6
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	65	0	0,4	6,9	8,5	17,7	37,0
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	65	0	0,4	2,1	3,9	7,8	29,2
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	65	2	<0,1	0,9	1,4	2,8	12,6
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	65	3	<0,1	0,3	0,3	0,5	1,3
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	65	22	<0,1	0,1	0,2	0,4	1,8
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	65	40	<0,1	<0,1	k.MW	0,4	1,0
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	65	0	46,5	88,7	85,5	96,3	98,7
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	65	0	63,3	96,5	94,0	98,2	99,7
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	62	0	1420	4155	4310	5891	8000
Phosphor	mg/kg TS	62	0	700	1400	1478	2278	2570
Schwefel	mg/kg TS	62	0	1900	4210	4060	5059	5680
<b>Metalle aus der Gesamtfraction</b>								
Arsen	mg/kg TS	62	0	14	26	25	29	32
Blei	mg/kg TS	62	0	25	62	60	84	101
Cadmium	mg/kg TS	62	0	0,63	1,3	1,7	3,7	5,4
Chrom	mg/kg TS	62	0	25	55	56	76	87
Kupfer	mg/kg TS	62	0	23	48	49	73	87
Nickel	mg/kg TS	62	0	15	31	30	38	42
Quecksilber	mg/kg TS	62	0	0,26	0,9	1,0	1,8	2,2
Zink	mg/kg TS	62	0	162	353	397	690	898
<b>Metalle aus der Fraktion &lt; 20 µm</b>								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	65	0	23	32	32	37	40
Blei < 20 µm	mg/kg TS	65	0	67	81	84	95	112
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	65	0	1,3	1,7	2,1	4,3	6,1
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	65	0	56	85	81	92	97
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	65	0	46	59	62	83	95
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	65	0	35	42	41	45	47
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	65	0	0,69	0,98	1,1	2,0	2,4
Zink < 20 µm	mg/kg TS	65	0	379	496	545	829	1034
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	62	0	38	125	127	189	320
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	62	20	<10	16,7	6	36	77
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	62	0	31	97	105	150	244
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	62	0	0,02	0,06	0,08	0,15	0,21
Acenaphtylen	mg/kg TS	62	41	<0,01	<0,01	k.MW	0,02	0,02
Acenaphthen	mg/kg TS	62	13	<0,01	0,01	0,01	0,03	0,04
Fluoren	mg/kg TS	62	0	0,01	0,03	0,04	0,06	0,32
Phenanthren	mg/kg TS	62	0	0,06	0,13	0,15	0,26	0,32

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Anthracen	mg/kg TS	62	0	0,02	0,05	0,06	0,09	0,84
Fluoranthen	mg/kg TS	62	0	0,10	0,22	0,25	0,41	0,62
Pyren	mg/kg TS	62	0	0,09	0,20	0,21	0,34	0,45
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	62	0	0,02	0,09	0,10	0,15	0,25
Chrysen	mg/kg TS	62	0	0,05	0,10	0,11	0,19	0,28
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	62	0	0,01	0,14	0,14	0,22	0,27
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	62	0	0,03	0,07	0,07	0,09	0,11
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	62	0	0,04	0,10	0,09	0,12	0,15
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	62	0	0,01	0,03	0,03	0,04	0,04
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	62	0	0,05	0,11	0,11	0,15	0,17
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	62	0	0,02	0,11	0,11	0,15	0,17
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	62	0	0,36	0,78	0,78	1,03	1,40
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	62	0	0,70	1,48	1,58	2,50	3,08
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	62	0	0,3	0,8	0,9	1,4	1,9
PCB 52	µg/kg TS	62	0	0,3	0,8	0,9	1,4	1,8
PCB 101	µg/kg TS	62	0	1,0	2,0	2,1	2,8	3,8
PCB 118	µg/kg TS	62	0	0,4	1,2	1,2	1,6	2,1
PCB 138	µg/kg TS	62	0	0,2	3,6	4,0	6,3	12,0
PCB 153	µg/kg TS	62	0	2,0	4,8	5,1	7,4	11,0
PCB 180	µg/kg TS	62	0	1,3	3,5	3,9	6,7	11,0
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	62	0	6,3	15,4	16,8	26,2	41,4
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	62	0	6,8	16,5	18,0	28,0	43,5
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	62	0	0,2	0,5	0,6	1,3	2,0
beta-HCH	µg/kg TS	62	0	0,4	1,1	1,4	2,8	4,2
gamma-HCH	µg/kg TS	62	4	<0,1	0,2	0,2	0,4	0,7
delta-HCH	µg/kg TS	62	0	0,2	0,5	0,6	1,0	1,6
epsilon-HCH	µg/kg TS	46	38	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	0,1
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	62	0	0,1	0,3	0,3	0,5	0,7
p,p'-DDE	µg/kg TS	62	0	1,2	3,2	3,6	7,1	9,0
o,p'-DDD	µg/kg TS	62	0	1,7	4,2	4,7	9,4	11,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	62	0	3,4	9,6	11,0	21,6	26,0
o,p'-DDT	µg/kg TS	62	0	0,1	0,3	0,6	1,4	3,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	62	0	0,2	2,3	4,5	12,7	32,0
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	62	0	0,4	1,1	1,3	2,9	3,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	62	0	1,8	5,3	6,5	12,8	21,0
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	65	0	7	17	22	48	57
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	65	0	7	14	15	25	36
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	65	0	19	47	53	79	190
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	65	0	2	5	8	21	41
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	65	55	<1	<1	k.MW	1	4
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	65	32	<1	1	1,6	3	6
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	65	59	<1	<1	k.MW	2	7
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	65	64	<1	<1	k.MW	<1	1,1
<b>Sauerstoffzehrung</b>								
O <sub>2</sub> -Zehrung n. 180 min	g O <sub>2</sub> /kg TS	62	0	0,4	1,4	1,4	2	2,3

## Anlage 5

### Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2016 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	Leuchtbakterientest n=76	Algentest n=76	Daphnientest n=76
pT 0	75	35	46
pT 1	0	7	21
pT 2	3	8	8
pT 3	1	23	1
pT 4	0	3	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
<b>Porenwasser</b>			
pT-Stufe	n=76	n=76	n=76
pT 0	46	24	49
pT 1	10	9	21
pT 2	8	32	6
pT 3	11	5	0
pT 4	1	6	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n=76
0	5
I	11
II	28
III	24
IV	8
V	0
VI	0

### Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2016

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2016 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juni 2016			
	Leuchtb. (LB) n=17	Algentest (AT) n=17	Daphnient. (DT) n=17	Klasse n=17
pT 0	12	2	10	2
pT 1	1	3	6	3
pT 2	4	5	1	5
pT 3	0	3	0	3
pT 4	0	3	0	3
pT 5	0	1	0	1
≥ pT 6	0	0	0	0

## Anlage 6

### Schadstoffbelastung des in der METHA klassierten Schlicks 2016

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	28	0	17,9	23,9	24,0	27,8	30,4
Glühverlust	Gew.-% TS	28	0	5,4	8,1	8,1	9,2	12,3
TOC (C)	Gew.% TS	28	0	2,7	3,9	3,8	4,5	5,3
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion <20 µm	Gew.-%	28	0	33,1	45,4	45,2	51,1	51,6
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	28	0	18,5	23,4	23,9	27,5	29,0
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	28	0	8,8	15,7	15,4	19,3	24,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	28	0	5,0	12,3	12,1	16,5	18,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	28	0	0,6	2,5	3,0	5,6	8,1
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	28	1	<0,1	0,2	0,2	0,2	0,9
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	28	5	<0,1	0,2	0,2	0,4	0,5
<b>Parameter</b>								
Calciumcarbonat n.								
Scheibler	mg/kg TS	28	0	63800	77100	76946	89310	94200
EOX	mg/kg TS	8	6	<0,5	<0,5	k. MW	1,0	1,5
Cyanide (ges.)	mg/kg TS	8	4	0,01	0,60	k. MW	0,91	2,60
PCDD/F (ITE)	ng/kg TS	5	0	42	52	54,4	65,2	66
pH-Wert am Feststoff	-	5	0	7,1	7,2	7,2	7,4	7,4
Atmungsaktivität AT4	mg O2/g TS	6	2	<1	1,2	1,3	1,6	1,7
Brennwert	MJ/kg	3	3	<1	<1	k. MW	<1	<1
Eisen	mg/kg TS	3	0	21000	25000	24667	27400	28000
Mangan	mg/kg TS	3	0	1300	1500	1467	1580	1600
Stickstoff ges.	mg/kg TS	3	0	2750	3600	3333	3640	3650
Phosphor ges.	mg/kg TS	3	0	1700	1800	1900	2120	2200
Fluor ges.	mg/kg TS	3	0	63	100	111	156	170
Chlor ges.	mg/kg TS	2	0	270	300	367	324	330
Schwefel ges.	mg/kg TS	3	0	3400	4200	4033	4440	4500
Calcium	mg/kg TS	3	0	34000	34000	35333	37200	38000
Magnesium	mg/kg TS	3	0	3700	4200	4267	4760	4900
<b>Metalle aus der Gesamtfraktion</b>								
Arsen	mg/kg TS	28	0	27	36	38	44	66
Blei	mg/kg TS	28	0	72	89	89	100	122
Cadmium	mg/kg TS	28	0	2,6	3,7	3,6	4,3	5,4
Chrom (ges.)	mg/kg TS	28	0	36	55	54	64	68
Kupfer	mg/kg TS	28	0	137	171	180	226	268
Nickel	mg/kg TS	28	0	22	31	31	34	47
Quecksilber	mg/kg TS	28	0	1,4	2,3	2,3	3,0	3,7
Zink	mg/kg TS	28	0	420	601	589	683	754
Thallium	mg/kg TS	28	0	0,32	0,44	0,45	0,52	0,64
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Kohlenwasserstoffe								
C10-C40	mg/kg TS	28	0	130	290	294	376	480
Kohlenwasserstoffe								
C10-C22	mg/kg TS	28	0	33	81	82	120	130
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg OS	28	0	73	151	157	215	329

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
<b>Extrahierbare lipophile</b>								
Substanz	mg/kg TS	28	0	270	665	662	864	1300
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	28	0	0,14	0,21	0,22	0,27	0,61
Acenaphtylen	mg/kg TS	28	23	<0,05	<0,05	k. MW	0,06	0,10
Acenaphthen	mg/kg TS	28	3	<0,05	0,07	0,08	0,10	0,14
Fluoren	mg/kg TS	28	0	0,08	0,16	0,15	0,20	0,23
Phenanthren	mg/kg TS	28	0	0,32	0,59	0,60	0,75	1,00
Anthracen	mg/kg TS	28	0	0,12	0,21	0,22	0,29	0,34
Fluoranthren	mg/kg TS	28	0	0,50	0,94	1,00	1,30	1,70
Pyren	mg/kg TS	28	0	0,47	0,79	0,84	1,10	1,40
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	28	0	0,26	0,49	0,47	0,59	0,75
Chrysen	mg/kg TS	28	0	0,27	0,47	0,45	0,57	0,74
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	28	0	0,24	0,43	0,47	0,61	0,77
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	28	0	0,15	0,21	0,24	0,34	0,50
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	28	0	0,25	0,39	0,40	0,54	0,68
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	28	0	0,18	0,35	0,36	0,49	0,72
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	28	0	0,05	0,10	0,10	0,12	0,19
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	28	0	0,19	0,34	0,34	0,43	0,68
Summe PAK *)	mg/kg TS	28	0	3,5	6,0	6,0	7,3	9,6
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB Nr. 28	µg/kg TS	28	9	<3	3,5	4,0	5,5	9,5
PCB Nr. 52	µg/kg TS	28	0	3,0	5,3	5,1	6,4	9,9
PCB Nr. 101	µg/kg TS	28	0	5,3	9,4	9,6	12,3	19,0
PCB Nr. 118	µg/kg TS	28	3	<3	4,9	4,9	6,3	9,8
PCB Nr. 138	µg/kg TS	28	0	6,6	12,0	12,6	15,0	33,0
PCB Nr. 153	µg/kg TS	28	0	8,7	18,0	17,4	21,3	43,0
PCB Nr. 180	µg/kg TS	28	0	5,1	10,5	11,2	13,3	31,0
Summe PCB *)	µg/kg TS	28	0	35	65	65	79	155
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	9	1	<1	1,8	2,6	3,8	9,1
beta-HCH	µg/kg TS	9	1	<1	2,6	2,7	3,7	3,8
gamma-HCH	µg/kg TS	9	6	<1	<1	k. MW	1,3	1,5
delta-HCH	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
epsilon-HCH	µg/kg TS	5	5	<10	<10	k. MW	<10	<10
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	9	1	<1	2,1	1,9	2,3	2,8
p,p'-DDE	µg/kg TS	9	0	1,2	12,0	10,2	13,2	14,0
o,p'-DDD	µg/kg TS	9	0	2,0	19,0	19,3	28,0	52,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	9	0	6,8	52,0	52,1	79,0	91,0
o,p'-DDT	µg/kg TS	9	3	<1	1,3	2,2	3,6	8,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	9	0	6,9	14,0	22,6	50,2	71,0
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	9	1	<1	2,6	2,4	2,9	3
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	9	0	1,9	11	10	12,2	13
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Mono-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	46	83	83	120	130
Di-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	61	110	111	146	190
Tri-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	250	480	523	752	1100
Tetra-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	58	120	124	173	190
Mono-Octylzinn	µg/kg TS	28	21	<1	<10	k. MW	10,6	13,0

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Di-Octylzinn	µg/kg TS	28	12	<1	6,3	10,4	11,6	25,0
Tri-Cyclohexylzinn	µg/kg TS	28	28	<1	<10	k. MW	<10	<10
Tri-Phenylzinn	µg/kg TS	28	23	<1	<10	k. MW	10,9	29,0
<b>Eluatuntersuchungen</b>								
Arsen	mg/l	28	0	0,007	0,035	0,037	0,065	0,076
Blei	mg/l	28	28	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	<0,001
Cadmium	mg/l	28	28	<0,0003	<0,0003	k. MW	<0,0003	<0,0003
Chrom VI	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Chrom Gesamt	mg/l	28	26	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,001
Kupfer	mg/l	28	12	<0,001	0,001	0,002	0,002	0,004
Nickel	mg/l	28	0	0,005	0,007	0,007	0,009	0,009
Quecksilber	mg/l	28	28	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	<0,0002
Zink	mg/l	28	24	<0,01	<0,01	k. MW	0,013	0,027
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Gesamtphenol	mg/l	28	27	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	0,005
AOX	mg/l	28	3	<0,01	0,02	0,02	0,04	0,05
pH-Wert im Eluat	-	28	0	6,5	6,8	6,8	7,0	7,1
Leitfähigkeit	µS/cm	28	0	692	827	831	920	1070
Abdampfdruckstand	mg/l	28	0	409	478	490	551	657
DOC	mg/l	28	0	11	14,5	15,6	20,0	23
Chlorid	mg/l	28	0	20	33	37	54	58
Sulfat	mg/l	28	0	151	181	190	229	282
Fluorid	mg/l	28	23	0,3	<0,5	k. MW	0,50	0,52
Ammonium-N	mg/l	28	0	11	18	18	25	30
Cyanide gesamt	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Antimon	mg/l	28	18	<0,001	<0,001	k. MW	0,001	0,002
Barium	mg/l	28	0	0,073	0,100	0,099	0,113	0,130
Molybdän	mg/l	28	0	0,012	0,016	0,016	0,020	0,026
Selen	mg/l	28	28	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	<0,002

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

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