

WIR HALTEN

DEN HAFEN AUF TIEFE

Foto: B. Hochfeld, HPA

Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen
Teilbericht: Umlagerung von Baggergut nach Neßsand
2018

Hamburg Port Authority
Hafeninfrastruktur Wasser
September 2019

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick	4
2	Randbedingungen	8
2.1	Abflussgeschehen.....	8
2.2	Gewässergüte.....	9
3	Baggermengen	11
3.1	Baggermengen nach Herkunft und Verbleib.....	11
3.2	Zeitliche Verteilung der Unterhaltungsaktivitäten.....	13
3.3	Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveller)	14
4	Peilungen und Volumenvergleich	19
5	Schadstoffuntersuchungen	21
5.1	Schadstoffbelastung der Sedimente.....	22
5.2	Ökotoxikologische Untersuchungen	24
5.3	Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente	29
5.4	Betrachtung der Schadstofffrachten	29

Anhang

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 und seiner Zufahrten 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 Richtlinien und nationaler Gesetzgebung. Teil der Vereinbarung ist die jährliche Anfertigung eines Berichts über die Unterhaltungsaktivitäten und die begleitenden Untersuchungen. Dieser wird hiermit für das Jahr 2018 vorgelegt.

Seit dem Bericht 2016 wurden einige Umstellungen vorgenommen, die sich aber im Wesentlichen auf die Form der Darstellung beschränken und somit insbesondere zum Ziel haben, die Verständlichkeit und Vergleichbarkeit für die Lesenden zu erhöhen. Hierzu gehörte die Entscheidung, die Angabe von Baggermengen auf die Einheit **Tonnen Trockensubstanz** (tTS) 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 parallel, wie bisher üblich, als Kubikmeter angegeben.

Bei **Unterhaltungsmaßnahmen** fielen 2018 insgesamt 2,8 Mio. tTS Baggergut an, das entspricht 6,8 Mio. Kubikmetern (m³). Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,2 Mio. tTS bzw. 0,3 Mio. m³ schlackiges Material zugeführt. 1,3 Mio. tTS bzw. 3,5 Mio. m³ wurden bei Neßsand im Gewässer umgelagert.



Abbildung 1: Der Hopperbagger Ijsseldelta an der Klappstelle vor der Elbinsel Neßsand (Foto: B. Hochfeld).

Die Umlagerung im Frühjahr endete planmäßig am 31. März und begann gemäß Handlungskonzept wieder am 7. November. Allerdings wurden aufgrund der extrem niedrigen Oberwasserabflüsse bis Jahresende nur die allernötigsten Mengen (ca. 0,2 Mio. tTS) umgelagert und die Nordseeverbringung bei Tonne E3 bis in den Dezember fortgesetzt. So konnte der Rücktransport von der Umlagerstelle und die Bildung von Sedimentsuspensionsschichten im Hafen weitestgehend verhindert werden. Zur Verbringung in die Nordsee wird ein separater Jahresbericht vorgelegt. Durch den fortgesetzten **Sedimentaustrag** wurde eine Entlastung des Feinsedimenthaushalts im Hamburger Baggerrevier erzielt, der sich auch in einer erneuten Reduzierung der Saisonmengen um rund 0,15 Mio. tTS ausdrückt (Abbildung 2). Die konsequente Nutzung der Austragsoption Tonne E3 hat zu der deutlichen Reduzierung der Gesamtbaggermengen um rund 1,8 Mio. tTS beigetragen und soll daher fortgesetzt werden. Gemeinsam mit der WSV soll diese Strategie in den kommenden Jahren weiter ausgebaut werden.

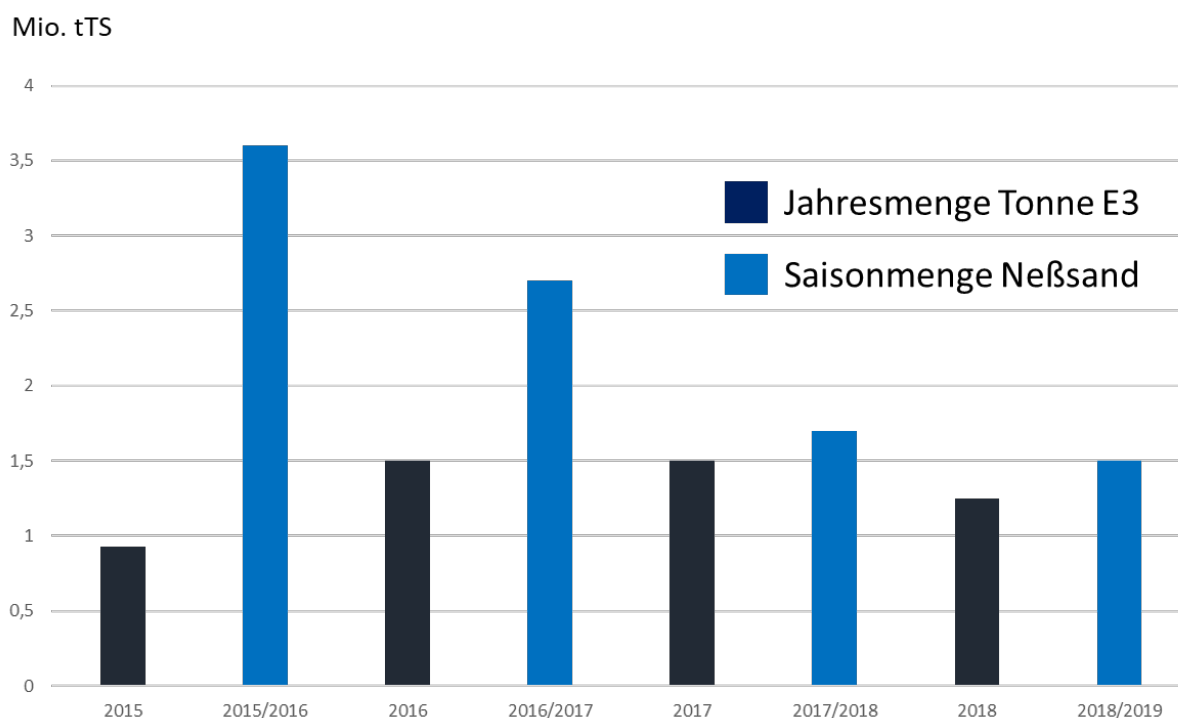


Abbildung 2: Entwicklung der saisonalen Umlagermengen (Neßsand) und der in die Nordsee verbrachten Jahresmengen (Tonne E3) in Mio. tTS.

HPA bereitet weiterhin einen - bislang beispiellosen - Genehmigungsantrag zur Verbringung von Baggergut in die Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) als Alternative oder Ergänzung zur Verbringung bei Tonne E3 vor. Derzeit werden die erforderlichen Fachgutachten erstellt. Anfang 2020 soll der Genehmigungsantrag beim BSH eingereicht werden. Bis eine Genehmigung erteilt werden kann, muss jedoch im Anschluss ein mehrjähriger iterativer Prozess durchlaufen werden, der auch ein umfangreiches Monitoring und eine Stakeholderbeteiligung umfasst.

Im operativen Handeln hat sich der intensive Einsatz eines sogenannten **Bed-Levellers** weiterhin sehr bewährt. Mit Hilfe dieses leistungsstarken Schlickpflugs konnten insbesondere die Liegeplätze gut auf Tiefe gehalten werden. Turnusmäßig zieht das Gerät die überschüssigen Sedimente schonend in naheliegende Vorratsbereiche, ohne sie dabei unnötig aufzuwirbeln, so dass sie anschließend effizient von Laderaumsaugbaggern aufgenommen und umgelagert werden können. Diese Methode wird auch 2019 weiter zum Einsatz kommen.

Der Eintrag von schwebstoffgebundenen Schadstoffen von Oberstrom hat sich auch 2018 auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau fortgesetzt. Maßgeblich für die geringen Einträge sind die niedrigen Oberwasserabflüsse, mit denen auch wenig Schwebstoffe nach Hamburg gelangten. Nennenswerte Hochwasserwellen bleiben erneut aus. So zeigte sich, dass die Schadstoffgehalte

in den zu baggernden Sedimenten in Hamburg umso niedriger sind, je niedriger auch der Oberflächenabfluss und der damit verbundene Schwebstoffeintrag aus dem Elbeeinzugsgebiet ist. Maßnahmen zur Sanierung der Elbesedimente oder eine Behebung der Umsetzungsdefizite der Wasserrahmenrichtlinie im Bereich der Oberlieger konnten auch 2018 nicht erwirkt werden.

Das Forum Tideelbe hat im Jahr 2018 eine Auswahl von Maßnahmen getroffen, die jetzt vertieft auf ihre Wirksamkeit und Machbarkeit geprüft werden. Hierzu zählen die Haseldorfer Marsch, die Alte Süderelbe, Kiesteiche in Hamburgs Osten, die Dove Elbe, die Borsteler Binnenelbe und die Reaktivierung von Nebenelben. Die laufende Arbeit des Forums wird auf der Website transparent dokumentiert (www.forum-tideelbe.de). Parallel arbeitet die HPA weiter an der Fertigstellung des 30 ha großen Flachwassergebiets Kreetsand, die 2021 geplant ist.



Abbildung 3: Flachwassergebiet Kreetsand im Bau (Foto: Holger Weitzel, 2018).

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 Anreicherung von Schwebstoffen im inneren Ästuar, zu hoher Sedimentation und damit zu hohen Baggermengen. Ein niedriges Oberwasser führt zudem zu einem geringeren Schwebstoff- und damit auch Schadstoffeintrag aus dem Elbeeinzugsgebiet. 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 $446 \text{ m}^3/\text{s}$ im Jahresmittel (Kalenderjahr) erneut deutlich unterhalb des langjährigen Mittels von rd. $700 \text{ m}^3/\text{s}$ und auf einem ähnlich niedrigen Niveau wie in allen Jahren seit 2013. Nur im Januar und Februar lagen die Abflusswerte zeitweise über $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, mit Maxima von $1.320 \text{ m}^3/\text{s}$ am 13. und 14. Januar. Kennzeichnend für 2018 war die extreme Trockenheit im Sommer und Herbst. Es gab 89 Tage mit Abflüssen unter $200 \text{ m}^3/\text{s}$; bei dieser Zahl muss man sich verdeutlichen, dass es in den 30 Jahren zuvor **insgesamt** nur 66 Tage mit derart niedrigen Abflüssen gab! Das Minimum des Abflusses lag 2018 bei $163 \text{ m}^3/\text{s}$ am 4. September – dies ist einer der niedrigsten jemals gemessenen Werte. Bezogen auf den mittleren Sommerabfluss in Neu Darchau war 2018 (nach 1934) das zweitrockenste Jahr seit Beginn der Datenaufzeichnungen. Auch in den Wintermonaten 2018/2019 lagen die Abflüsse nach wie vor sehr deutlich unter den langjährigen Mittelwerten.

In Abbildung 4 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2013 bis 2018 dargestellt.

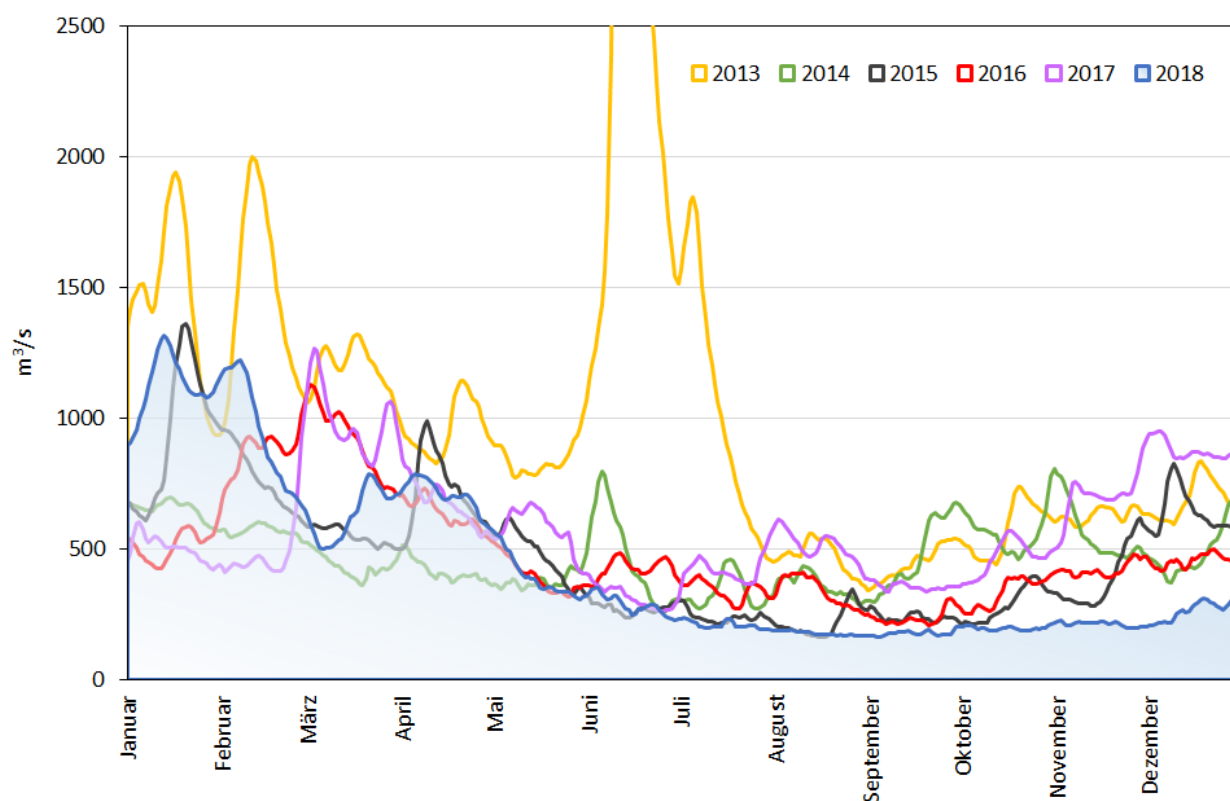


Abbildung 4: Abfluss der Jahre 2013 bis 2018 am Pegel Neu-Darchau (Tagesmittelwerte). Außerhalb der Skalierung liegt der Spitzenabfluss im Juni 2013 mit $Q=4.050 \text{ m}^3/\text{s}$.

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 5 sind die entsprechenden Tagesmittelwerte dargestellt.

Im Zeitraum vom 10.04. bis 4.11. betrug die Wassertemperatur mehr als $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Die Sauerstoffsituation im Hafen stellte sich 2018 angesichts der schlechten Randbedingungen (hohe Wassertemperaturen, sehr niedriger Abfluss) vergleichsweise "erträglich" dar: An 50 Tagen sank der Sauerstoffgehalt (zeitweise oder ganztägig) unter die Grenze von 4 mg/l – seltener als in sehr schlechten Jahren (98 Tage in 2003, 75 Tage in 2004). Das deutlichste Sauerstoffdefizit war schon früh Ende Mai/Anfang Juni zu verzeichnen, als der Sauerstoffgehalt an fünf Tagen sogar unter 2 mg/l sank. Bei Sauerstoffgehalten unter 4 mg/l wurde aus Gewässerschutzgründen auf den Einsatz von Schlickpflug und Wasserinjektionsgeräten in schlickigen Bereichen verzichtet.

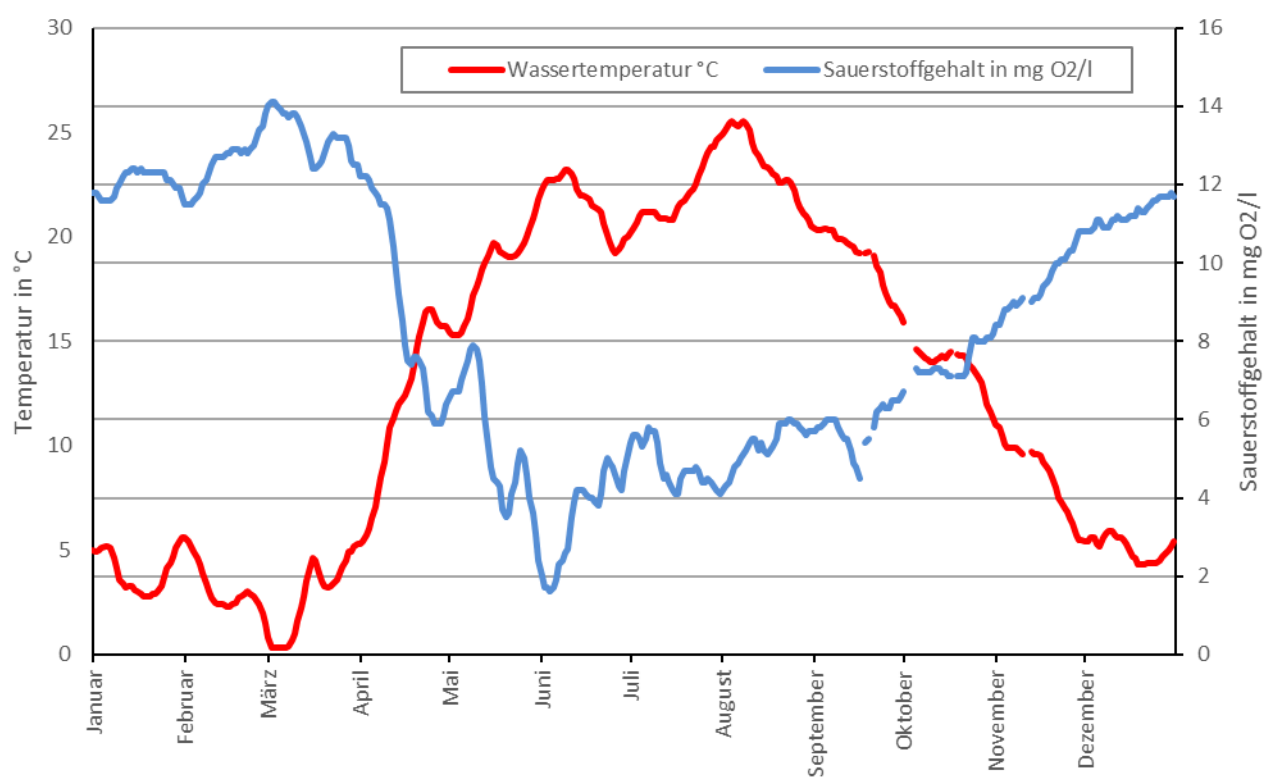


Abbildung 5: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte in 2018 an der Dauermessstelle Seemannshöft.

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 jetzt 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 in den Zulassungen für die Verbringung von Hamburger Baggergut in die Nordsee sind die Mengen 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 des Transportwassers wird bei Nutzung der Tonnage nicht mengenmäßig miterfasst.

3.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2018 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe insgesamt rd. 3,39 Mio. tTS (bzw. 7,20 Mio. m³) Sediment gebaggert. Von diesen Baggerungen waren 2,79 Mio. tTS (bzw. 6,82 Mio. m³) für die eigentliche Wassertiefenunterhaltung erforderlich.

Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2018 nach Verbleib. In Anlage 2 befindet sich ein detaillierter Überblick der gebaggerten Mengen, unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

Tabelle 1: Baggermengen im Jahr 2018 nach Verbleib (gerundet).

Verbleib	m ³ PM BASSIN	tTS
Verbleib im Gewässer		
• Umlagerung bei Neßsand	3.450.000	1.361.000
• Verbringung in die Nordsee (Tonne E3)	3.077.000	1.248.000
• Boden zur Übertiefenverfüllung	233.000	366.000
Entnahme an Land		
• Boden zur Behandlung: Verwertung/Beseitigung	293.000	182.000
• Boden (mineralölverunreinigt) zur Behandlung: Beseitigung	2.200	1.500
• Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und – unterbringung	149.000	235.000
Summe nur Wassertiefenunterhaltung*	6.822.000	2.792.000
Gesamtsumme	7.204.000	3.394.000

*Umlagerung + Verbringung + Boden zur Behandlung

Die Baggermengen der Unterhaltung liegen bei nahezu gleichbleibend ungünstigen hydrologischen Bedingungen in 2018 deutlich unter den Mengen von 2017. Die Mengen der Umlagerung bei Neßsand lagen rund 1,4 Mio. tTS niedriger als im Vorjahr, die Mengen, die in die Nordsee verbracht und die damit dauerhaft dem System entzogen wurden, konnten um 0,2 Mio. tTS reduziert werden. Diese deutliche Mengenreduzierung ist zum einen der Erfolg des hohen Austrags der Vorjahre (2016 – 2018: rund 4,25 Mio. tTS in die Nordsee), zum anderen auf eine angepasste Unterhaltung in den extrem abflussarmen Herbstmonaten zurückzuführen. Aufgrund der Abflussverhältnisse wurde die Umlagerung bis Jahresende auf das allernötigste zurückgefahren und stattdessen die Verbringung in die Nordsee bis in den Dezember fortgesetzt. Im Rahmen einer aktiven Geschiebemanagement hat die HPA auch im Jahr 2018 Sande aus der Unterhaltung der Klappstelle im Bereich der Riffelstrecke verrieselt, eine Praxis, die sich bereits 2016 und 2017 bewährt hatte. Hierdurch soll auch die flutstrombremsende Sohlrauhigkeit erhalten werden.

Betrachtet man die Entwicklung der Mengen der Umlagerung bei Neßsand nicht jahresweise, sondern saisonweise zeigt sich nochmal eine deutliche Abnahme gegenüber der Vorsaison (vgl. Abbildung 2). Die zeitliche Übereinstimmung mit der Intensivierung des Austrags in die Nordsee deutet darauf hin, dass diese Strategie erfolgreich war: Die Klappstelle Neßsand konnte entlastet werden und gleichzeitig konnte der Hafen trotz der anhaltend schlechten hydrologischen Situation ganzjährig bedarfsgerecht unterhalten werden.

Ein Vergleich der Mengenangaben m^3 Profilmass zu tTS seit 2001 zeigt für das umgelagerte Baggergut nur geringe Varianzen (Abbildung 6). 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 und eine eingespielte Gerätesteuerung zurückzuführen. Zusätzlichen Anreiz gibt ein vertragliches Bonus-Malus-System; besonders effiziente Baggerleistungen werden dabei belohnt.

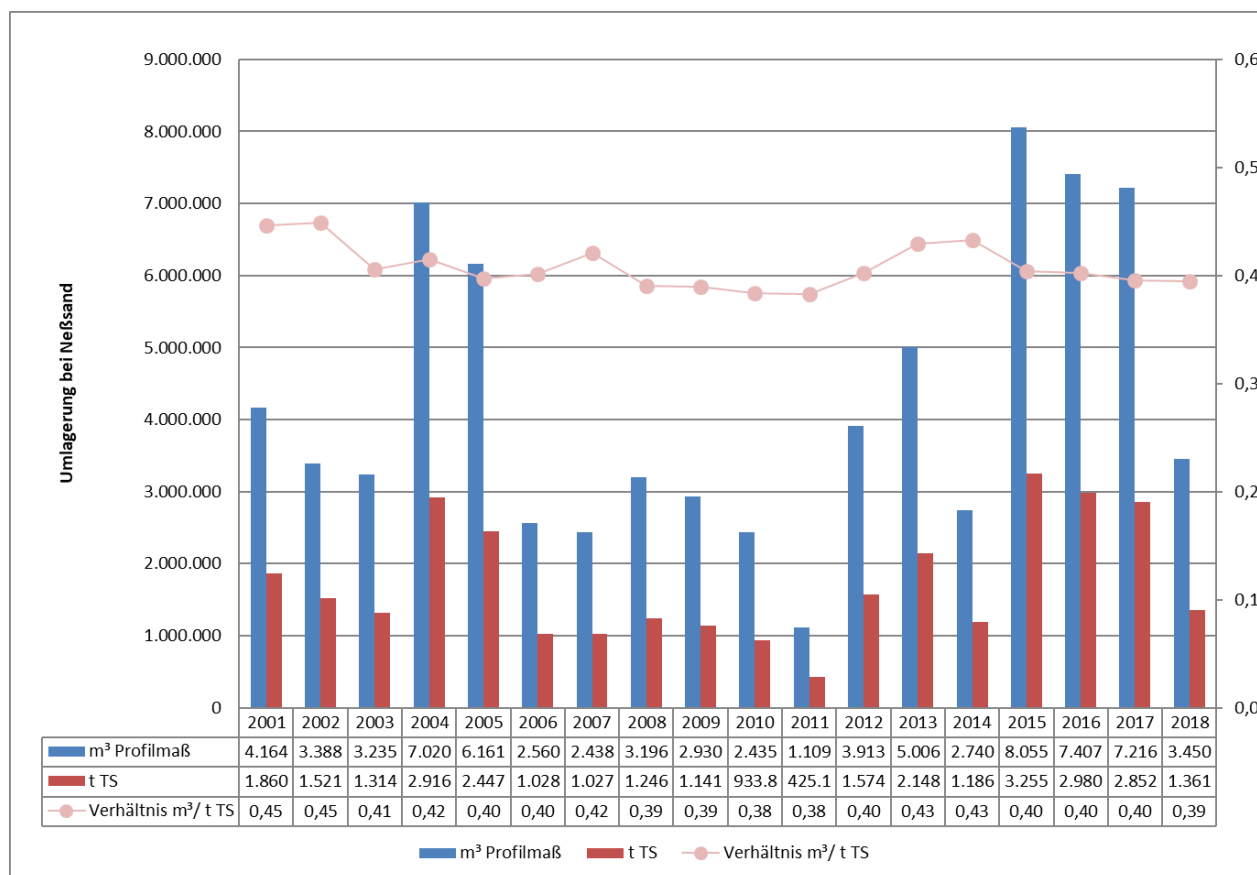


Abbildung 6: Umlagerung Neßsand: Vergleich m³ Profilmaß zu Tonnen Trockensubstanz (tTS).

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 1,36 Mio. tTS bzw. 3,45 Mio. m³ 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 im Ausnahmefall in der Zeit vom 1. Oktober bis 6. November bei günstigen gewässerökologischen Bedingungen möglich ist, wurde auch 2018 nicht benötigt.

Stattdessen konnte der Austrag in die Nordsee auch im Sommer 2018 intensiv genutzt werden. Die Genehmigung mit Schleswig-Holstein gestattet seit 2016 auch die Beräumung anderer Hafengebiete außerhalb der Delegationsstrecke, soweit die strengen Freigabeanforderungen erfüllt

werden. Hierdurch konnten 2018 auch in den Sommermonaten alle wesentlichen Hafenbereiche gut unterhalten werden. Insgesamt wurden von Juni bis Dezember 2018 rd. 1,25 Mio. tTS bzw. 3,07 Mio. m³ Baggergut in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht.

Abbildung 7 gibt einen Überblick über die wöchentlichen Baggergutmengen (tTS) zur Umlagerung, zur Landbehandlung und Entsorgung sowie zur Verbringung in die Nordsee im Jahr 2018. Insgesamt liegen die Wochenleistungen deutlich unter denen des Vorjahres. Insbesondere in der zweiten Jahreshälfte fällt auf, dass die Umlagerung sehr viel geringer war als im Vorjahr, die Verbringung in die Nordsee aber kontinuierlich auf gleichmäßigem Niveau (ein Gerät) bis zur 51 KW fortgesetzt wurde. Dieses Vorgehen war eine Anpassung an die langanhaltend extrem niedrigen Abflüsse.

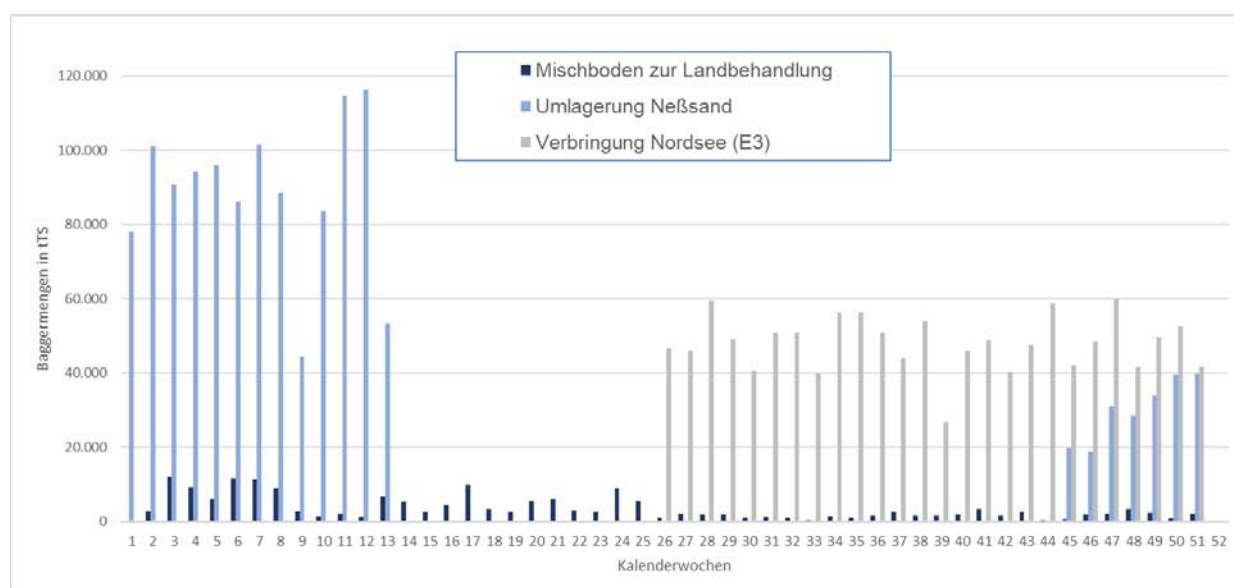


Abbildung 7: Wöchentliche Baggergutmengen (tTS) der Umlagerung innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie Verbringung in die Nordsee (Tonne E3) und Landbehandlung für 2018.

3.3 Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveller)

Bei der **Wasserinjektionsbaggerung** wird das zu entfernende Sediment durch Wasserinjektion (WI) verflüssigt. 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 eingestrahlt. Die dabei entstehende Suspensionsschicht aus Sediment und Wasser hat aufgrund ihrer höheren Dichte unter der Wirkung der Schwerkraft das Bestreben, sich nach allen Seiten auszuweiten. Dieses Abfließen wird so gesteuert, dass die Suspension in tiefere Gewässerteile fließt

und dort erneut sedimentieren kann. Alternativ wird die Suspension tideabhängig 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 Auflagen (Schlick- bzw. Sandlinsen) entfernt. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Einsatz in der sogenannten Riffelstrecke (Stromelbe/Norderelbe). Dort liegt sandiges Material, dass durch die vorherrschenden Strömungsbedingungen zu dünenartigen großen Riffeln aufgebaut wird, deren Spitzen dann als Untiefen mit dem Wasserinjektionsgerät gekappt werden müssen.



Abbildung 8: Wasserinjektionsgerät Akke im Einsatz auf der Riffelstrecke. (Foto: Christian Jonas).

Grundsätzlich erfolgen Einsätze zur flächigen Verlagerung 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 Hoppeinsätzen, da erst hinterher die erforderlichen Wassertiefen nautisch zur Verfügung stehen. Bei Sauerstoffgehalten unter 4mg/l wurden keine WI-Arbeiten durchgeführt.

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 2018 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt 1.905 Stunden zum Einsatz, 224 mehr als im Vorjahr. 1363 Einsatzstunden entfielen davon auf die Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe (Riffelstrecke), sowie 401 Stunden auf Entfernung von Schlicklinsen. Lediglich 141 Stunden wurden Arbeiten zur Ebnung der Gewässersohle nach dem Einsatz von Hopperbaggern („TSHD“ = **T**ailing-**S**uction-**H**opper-**D**redger) durchgeführt. Abbildung 9 stellt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2018 dar.

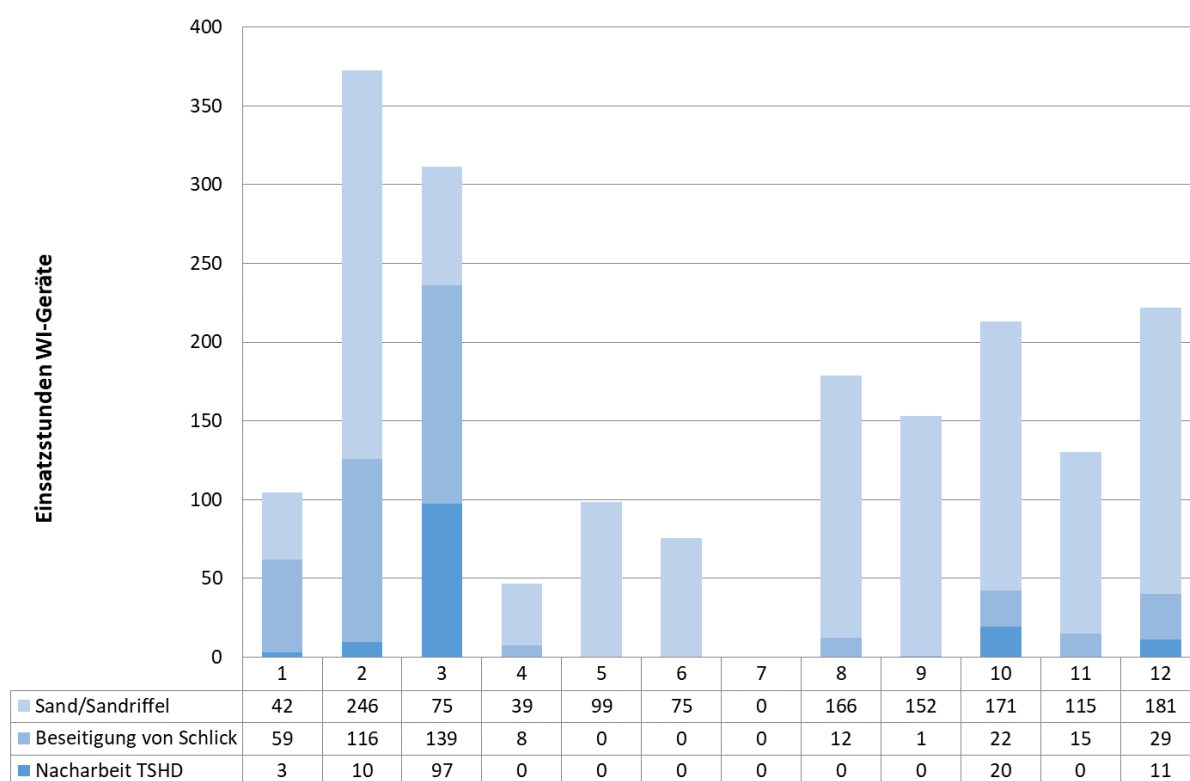


Abbildung 9: Einsatzzeiten des Wasserinjektionsverfahrens 2018, monatsweise Darstellung, Januar (1) bis Dezember (12).

Der Einsatz eines leistungsstarken Schlickpflugs, des sogenannten **Bed Levellers Kees Jr.** ist weiterhin ein unverzichtbarer Bestandteil der Unterhaltung (Abbildung 10). Anders als beim Wasserinjektionsverfahren wird der Schlick nicht verflüssigt, sondern über kurze Entfernungen in einen anderen Bereich gezogen. Dadurch bleibt die Konsistenz des Schlicks überwiegend erhalten.



Abbildung 10: Der Bed-Levellers Kees Jr. im Einsatz. (Foto: Boris Hochfeld).

Das Gerät wurde insbesondere dazu eingesetzt, die Liegeplätze zu beräumen, sobald sie frei waren, 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.

Auch beim Bed Leveller ist es nicht praktikabel, die umgelagerten Mengen anzugeben, üblich sind auch hier die Einsatzstunden (Abb. 10). Das Gerät *Kees Jr.* war ganzjährig durchgängig im Einsatz, insgesamt 2903 Stunden in 2018. Den Hauptteil der Arbeiten (1615 Stunden) machten dabei kleinräumige Schlickverlagerungen als Zuarbeit zu den Hopperbaggern aus (Liegeplätze). 187 Stunden wurde das Gerät zur Beseitigung von Sandriffeln eingesetzt, dabei wird ein spezieller

Sandpflug montiert. 1092 Stunden wurden Nacharbeiten nach den Hopperbaggereinsätzen zur Planierung der Gewässersohle durchgeführt. Die Erfahrung zeigt, dass das Gerät sehr effizient und vielseitig einsetzbar ist und daher auch zukünftig zum festen Bestandteil der Unterhaltung gehören wird.

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem vom HPA-eigenen Schlickpflug *Otto Stockhausen* durchgeführt. Im Jahr 2018 fielen hierbei insgesamt 317 Leistungsstunden an.

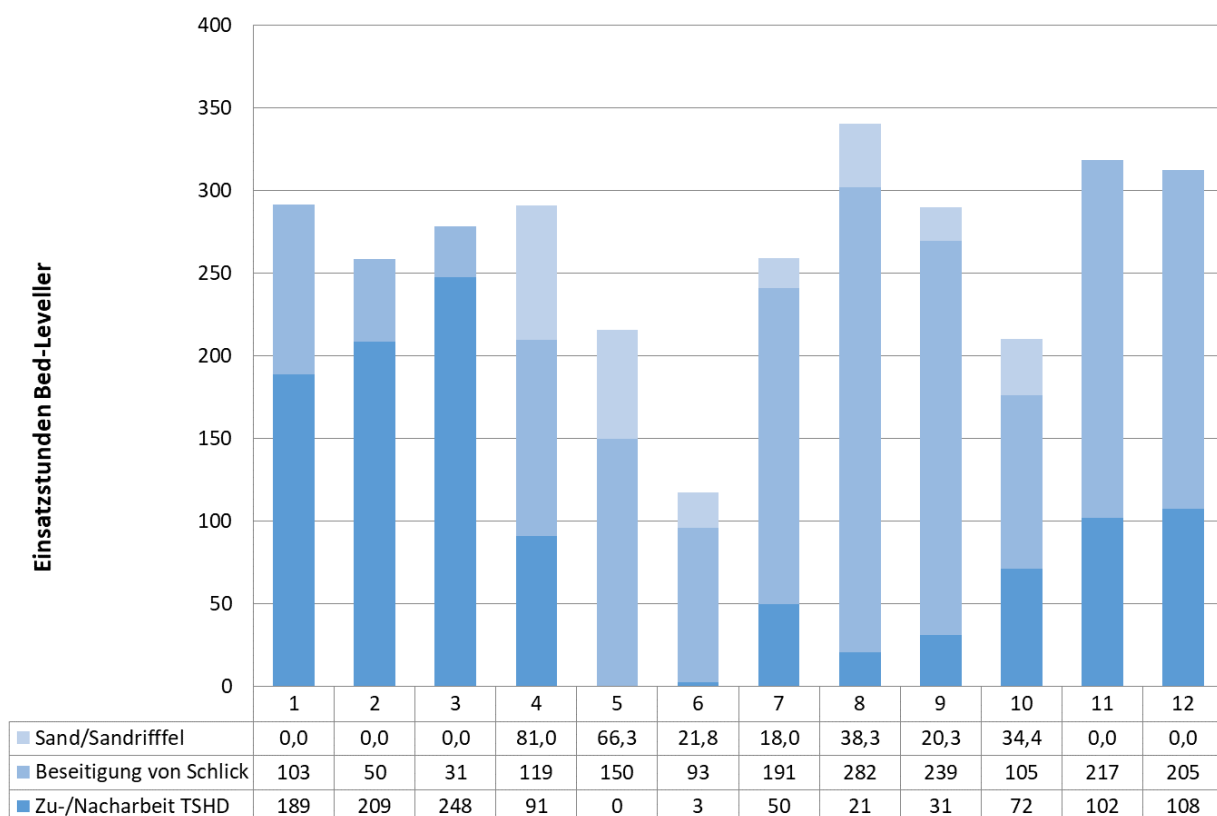


Abbildung 11: Einsatzzeiten des Bed-Levellers Kees Jr. und des Schlickpflugs Otto Stockhausen 2018, monatsweise Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

4 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 28.11.2017 bis zum 30.11.2018 wurden acht 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 (Abbildung 12) von ca. 4200 x 400 m² mit den originären Tiefendaten erstellt und anschließend untereinander verglichen. Die daraus ermittelten Mengenänderungen sind in Abbildung 13 dargestellt. Die Aufsummierung der Auf- und Abträge ergibt für 2018 einen Abtrag von rd. -110.000 m³. Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.

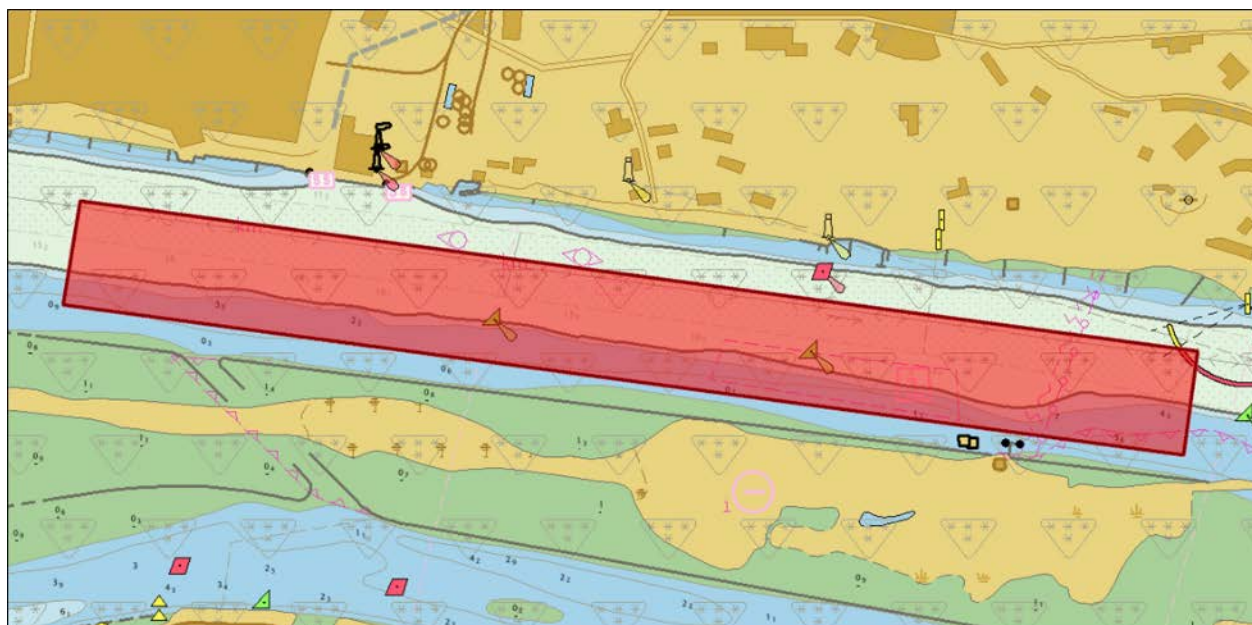


Abbildung 12: Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand.

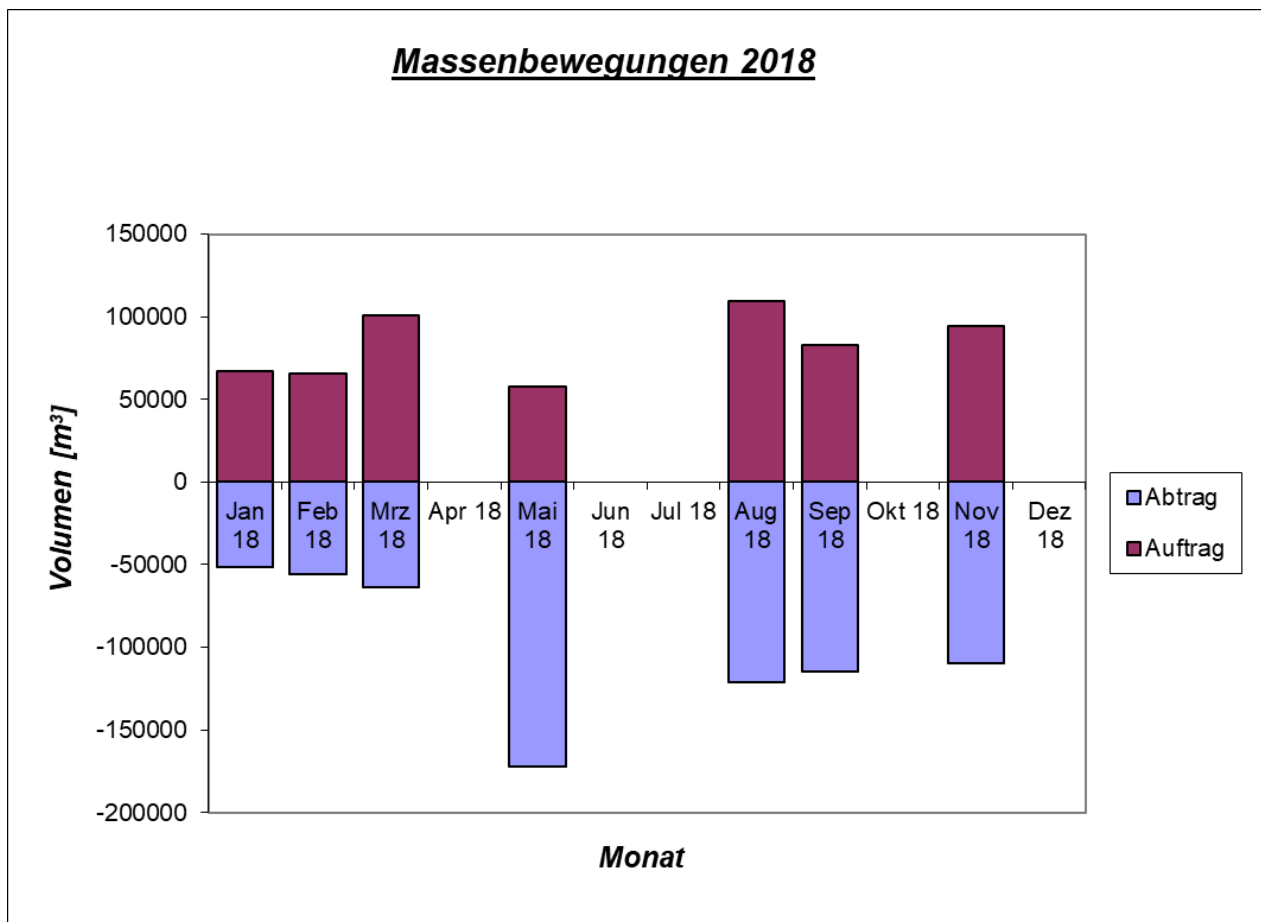


Abbildung 13: Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2018.

5 Schadstoffuntersuchungen

Bei der Unterhaltung des Hamburger Hafens zur Sicherung ausreichender Wassertiefen stellt, neben der Menge an zu baggernden Sedimenten, die Schadstoffbelastung der Elbesedimente die größte Herausforderung dar. Diese ist ausschlaggebend für die Entscheidung, ob das Material im Gewässer verbleiben kann oder an Land gebracht und dort behandelt und entsorgt werden muss, und ist somit ein entscheidender Kostenfaktor. Betrachtet man die Schadstoffkonzentrationen der Kernproben der letzten Jahre (s. Abbildung 14 und Anlagen 5 und 6), so ist erkennbar, dass die Schadstoffkonzentrationen sich insgesamt auf einem stabilen niedrigen Niveau bewegen. Bei TBT ist eine Abnahme deutlich erkennbar, ein Hinweis, dass das Verbot der organozinnhaltigen Antifoulinganstriche wirkt. Unabhängig von langfristigen Trends unterliegen die Schadstoffkonzentrationen jedoch Schwankungen, die insbesondere von den hydrologischen Verhältnissen abhängen (Hochwasserereignisse, Oberwasserabfluss, Durchmischung).

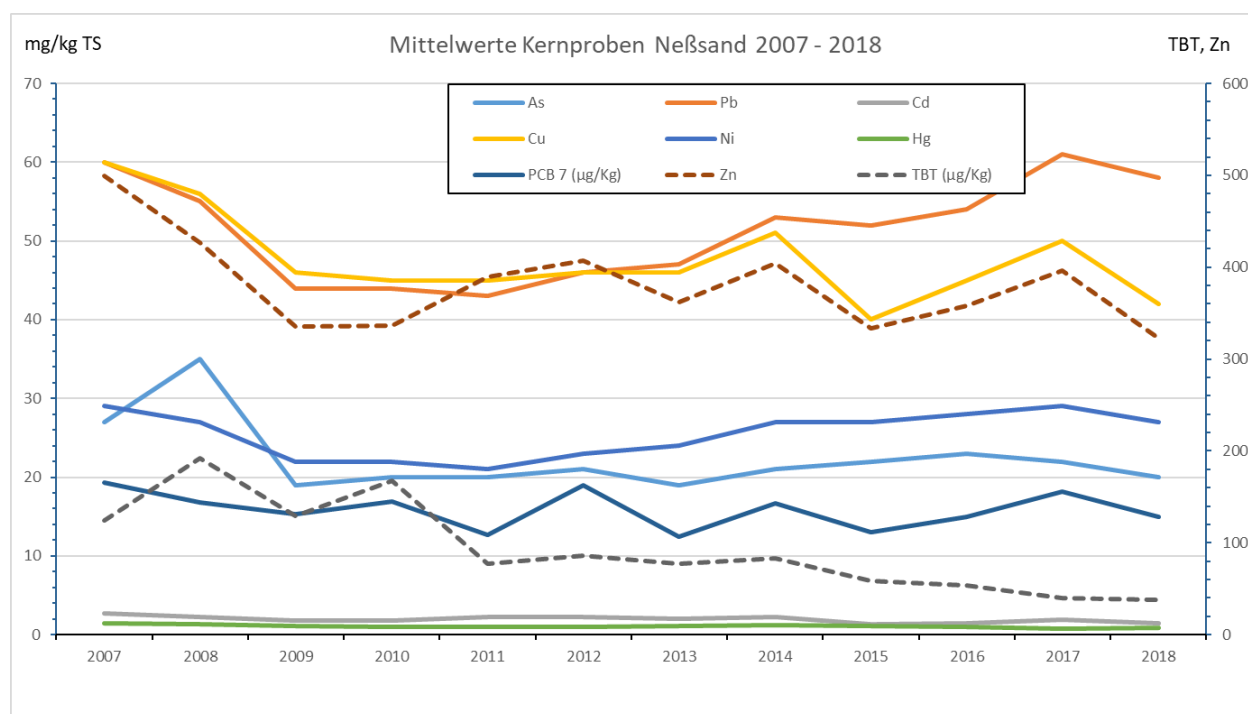


Abbildung 14: Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Kernproben 2007 – 2018, Bestimmung in der Gesamtfraktion.

5.1 Schadstoffbelastung der Sedimente

Die Beurteilung des im Hamburger Hafen angefallenen Baggerguts hinsichtlich der Schadstoffbelastung erfolgte gemäß der Handlungsvereinbarung zwischen BUE und HPA. Schadstoffuntersuchungen wurden sowohl an Sedimenten als auch an dem aufbereiteten Baggergut für die landseitige Verwertung bzw. Beseitigung durchgeführt:

- Zur Einschätzung der Entwicklung der Belastung der Sedimente werden in jedem Frühsommer an festgelegten Probennahmepunkten im Elbeabschnitt von Geesthacht bis Wedel Oberflächenproben des frischen Sediments entnommen (Referenzbeprobung, 16 Proben). Diese Proben zeigen die momentane Belastungssituation auf und lassen, unter Berücksichtigung der Oberwasserführung, eine Veränderung der Schadstoffbelastung über die Jahre erkennen. Die jährlich durchgeführte Beprobung fand am 29.6.2018, 2.7.2018 und 3.7.2018 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2018 sind in Anlage 4 dargestellt.
- Seit 2016 werden neben Baggergut aus der Delegationsstrecke auch Sedimente aus den Hafenbeckeneinfahrten in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Die 2018 für die Nordseeverbringungen erforderlichen Freigabeuntersuchungen wurden ab April vorgenommen. Diese Freigabeuntersuchungen dienen auch der Ermittlung der Sedimentqualität für die Verbringung von Baggergut zur Klappstelle Neßsand. Für die Beurteilung der Qualität der zu baggernden Sedimente wurden die Ergebnisse der Schadstoffanalysen von insgesamt 149 Sedimentkernen aus dem Jahr 2017 und dem Jahr 2018 ausgewertet. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in der Anlage 5 und 6 dargestellt, getrennt in den Umlagerungszeitraum Januar bis März und November bis Dezember. Die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus dem Jahr 2018 sind in Anlage 7 zusammengestellt.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen des 2018 an Land in der METHA aufbereiteten Schlicks sind in Anlage 8 aufgeführt.

Die Schadstoffgehalte der frisch abgelagerten Sedimente werden maßgeblich durch die Abflusssituation beeinflusst. Die in Kapitel 2.1 aufgezeigten Bedingungen mit anhaltend niedrigen Oberwasserabflüssen führen zu einer verstärkten Verdünnung belasteter oberstrombürtiger Sedimente durch den Eintrag großer Mengen gering belasteter Sedimente von Unterstrom. Wie auch in den Vorjahren wurde das nach Neßsand verbrachte Baggergut nicht effizient bzw. nachhaltig genug aus dem Hamburger Gewässerabschnitt ausgetragen.

Nach den Ergebnissen der Referenzbeprobung 2018 liegt die Schadstoffbelastung der frischen Sedimente, wie in den Vorjahren, wegen des erhöhten Anteils unterstrombürtiger Schwebstoffe

und Sedimente insgesamt auf niedrigem Niveau. Als Hinweis für die Einmischung unterstrombürtiger Schwebstoffe in die Sedimente im Hafenebereich dienen die Schwermetallgehalte in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$. Diese bewegen sich 2018 auf dem Niveau der letzten fünf, von niedrigen Oberwasserabflüssen bzw. der Einmischung geringer belasteter Sedimente von Unterstrom, geprägten Jahre bzw. geringfügig darüber.

Die höchsten Schwermetallgehalte wurden wieder in den frischen Sedimenten im Bereich der oberen Tideelbe oberhalb Hamburgs ermittelt. Hier kommen stärker belastete Schwebstoffe und Sedimente aus der mittleren und oberen Elbe zur Ablagerung und es fehlt hier die Einmischung geringer belasteter Sedimente von Unterstrom.

Der größte Teil des bei Neßsand umgelagerten Baggergutes stammt aus den strömungsberuhigten Bereichen der Hafeneinfahrten der Norder- und Süderelbe, in denen sich unter den seit 2014 anhaltenden hydrologischen Bedingungen überwiegend feinkörnige schwebstoffbürtige Sedimente ablagern. Diese Sedimente sind durch sehr hohe Feinkornanteile (Anteil Fraktion $< 63\mu\text{m}$ über 80 Gewichts-% TS) und damit korrespondierend hohen TOC-Gehalten von im Mittel $> 3,5$ Gewichts % TS charakterisiert.

Die erhöhten PCB-Konzentrationen, die seit dem Schadensfall bei Abstrahlarbeiten an einer Stahlbrücke am Oberlauf der Elbe im Jahr 2015 an den oberstromgelegenen Schwebstoffmessstationen beobachtet wurden, führten auch 2018 zu keiner Erhöhung der PCB-Gehalte der frischen Sedimente im Bereich des Hamburger Hafens. Dies ist auf den vergleichsweise geringen Eintrag oberstrombürtiger Schwebstoffe aufgrund des niedrigen Oberwasserabflusses zurückzuführen.

Bezüglich der übrigen organischen Schadstoffe ist im Berichtsjahr, wie in den Vorjahren, keine grundlegende Änderung im Belastungsmuster zu erkennen. Auffälligkeiten bei den Gehalten an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) traten keine auf. Gleiches gilt für die untersuchten Verbindungen aus der Stoffgruppe der Chlorkohlenwasserstoffe (HCH, DDT-Verbindungen und HCB).

Wie auch bei den Schwermetallen weisen die feinkörnigen Sedimente in den oberstrombeeinflussten Hafenebereichen der Harburger Süderelbe die verhältnismäßig höchsten Gehalte an organischen Schadstoffen auf, während die Sedimente der stromab im Bereich der Untereelbe gelegenen Baggergebiete die geringsten Anreicherungen an organischen Schadstoffen zeigen.

Die Gehalte an Organozinnverbindungen sind weiterhin rückläufig, jedoch ist auch 11 Jahre nach dem Verbot TBT-haltiger Schiffsanstrichen durch die IMO (International Maritime Organisation) noch eine, wenn auch vergleichsweise geringe Belastung, der frischen, schwebstoffbürtigen Sedimente mit Verbindungen dieser Substanzklasse zu verzeichnen. Die mittleren Gehalte an Tributylzinn (TBT) wurden 2017 mit $41 \mu\text{g OZV/kg TS}$ bestimmt. 2018 lag der mittlere TBT-Gehalt bei $30 \mu\text{g/kg}$.

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, 2015¹). 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 wird das von der BfG vorgegebene 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.

Im Unterschied zu den vorangegangenen Jahren wurden die ökotoxikologischen Analysen für die Verbringung von Baggergut zur Tonne E3 im Jahr 2018 auf die marine Testpalette als relevanten Bewertungsmaßstab umgestellt. Daher erfolgten die im Sommer 2018 durchgeführten Biotestuntersuchungen (30 Proben in der Delegationsstrecke und 31 Proben in den Hafenzufahrten) nicht mehr mit den limnischen Tests für Algen, Daphnien und Leuchtbakterien, sondern ausschließlich mit dem marinen Algentest und dem marinen Leuchtbakterientest. Der limnische und der marine Leuchtbakterientest sind allerdings nahezu identisch, da sie sich nur in dem Zeitpunkt der Aufsalzung des Eluates unterscheiden. Die Daten der marinen Testpalette sind in Abbildung 15 der Vollständigkeit halber mit dargestellt. In Abbildung 16 und in Anlage 7 sind die Ergebnisse der für die Umlagerung nach Neßsand relevanten limnische Palette aufgeführt. Da es in Hamburg noch keinen allgemein anerkannten Bewertungsmaßstab für diese Ergebnisse gibt, werden sie bisher nur unterstützend zur Charakterisierung der Sedimente herangezogen.

Die Sedimente, die für die Verbringung zur Tonne E3 vorgesehen waren, wurden im Zeitraum April bis Juli 2018 beprobt und mittels mariner Testpalette analysiert. Im marinen Algentest werden in allen Gebieten fast ausschließlich Werte zwischen pT0 (unbelastet) und pT2 (gering belastet) und

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

nur in zwei Proben jeweils ein Wert von pT3 (mäßig belastet) ermittelt (Abbildung 15). Demgegenüber werden mittels Leuchtbakterientest deutlich variablere Testergebnisse festgestellt. Die höchsten Werten wurden im Gebiet Norderelbe Bl.6/Strandhafen gefunden, das deshalb von der Verbringung zu E3 ausgeschlossen wurde. Die übrigen Ergebnisse des Leuchtbakterientest überstreichen eine Spanne von pT 0 (unbelastet) bis pT4 (belastet), wobei die Mehrzahl dieser Werte aber im unteren pT-Bereich liegt (Medianwert bei pT0 und Mittelwert bei 0,9). Im Oktober 2018, vor der Verbringung nach Neßsand, werden im Leuchtbakterientest hingegen keine hohen Werte im Gebiet Strandhafen mehr registriert (s.u.). Eine Abnahme der Leuchtbakterientoxizität über den Sommer wurde im Jahr 2017 auch für das Gebiet Rethe sowie den hinteren Bereich des Strandhafens festgestellt (Jahresbericht 2017). Die Ursache hierfür ist nicht bekannt.

Die Sedimente zur Umlagerung nach Neßsand wurden im Zeitraum Oktober bis November 2018 an insgesamt 17 Stationen über die gesamte Schnitttiefe beprobt und mit der limnischen Testpalette ökotoxikologisch analysiert (s. Abbildung 16 und Anlage 7).

Von allen drei Testverfahren weist, wie auch in den vergangenen Jahren häufig festgestellt, der limnische Algentest im Mittel die höchsten Werte auf (Abbildung 16). Die Einzelwerte überstreichen dabei eine Spanne von pT0 (unbelastet) bis pT4 (belastet). Der Medianwert liegt bei pT2 (gering belastet) und der arithmetische Mittelwert bei 1,6. Hierbei weisen die Eluate mit einem Medianwert von pT3 (mäßig belastet) und einem Mittelwert von 2,1 höhere Werte auf als die Porenwässer, deren Medianwert bei pT0 (unbelastet) und deren Mittelwert bei 1,0 liegt.

Mittels Leuchtbakterientest wird fast ausschließlich ein Wert von pT0 (unbelastet) ermittelt. Lediglich in einer Probe (Harburger Seehäfen, Eluat) wird ein Wert von pT 3 (mäßig belastet) festgestellt. Dementsprechend liegt auch der Medianwert bei pT0 (unbelastet) und der Mittelwert mit 0,1 nur knapp darüber.

Die Werte im Daphnientest liegen mit Werten zwischen pT0 (unbelastet) bis pT2 (gering belastet) ebenfalls fast ausnahmslos niedrig. Nur in dem Gebiet Harburger Seehäfen wird im Eluat ein Wert von pT3 (mäßig belastet) ermittelt. Der Medianwert liegt bei pT1 (sehr gering belastet) und der arithmetische Mittelwert bei 0,8.

Insgesamt werden im Jahr 2018 eher geringe Unterschiede zwischen den Gebieten festgestellt, wobei Toxizitäten mehrheitlich auf den Eluaten des limnischen Algentests basieren. Lediglich im Bereich der Harburger Seehäfen wird insgesamt eine höhere Belastung ermittelt als in den anderen Gebieten, da hier mehrere Testverfahren einen Wert von pT3 (mäßig belastet) anzeigen (Abbildung 16).

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 2018 wird die Klasse III am häufigsten erreicht, gefolgt von der benachbarten Klasse II (Anlage 7). Der Median aller Kernproben liegt für

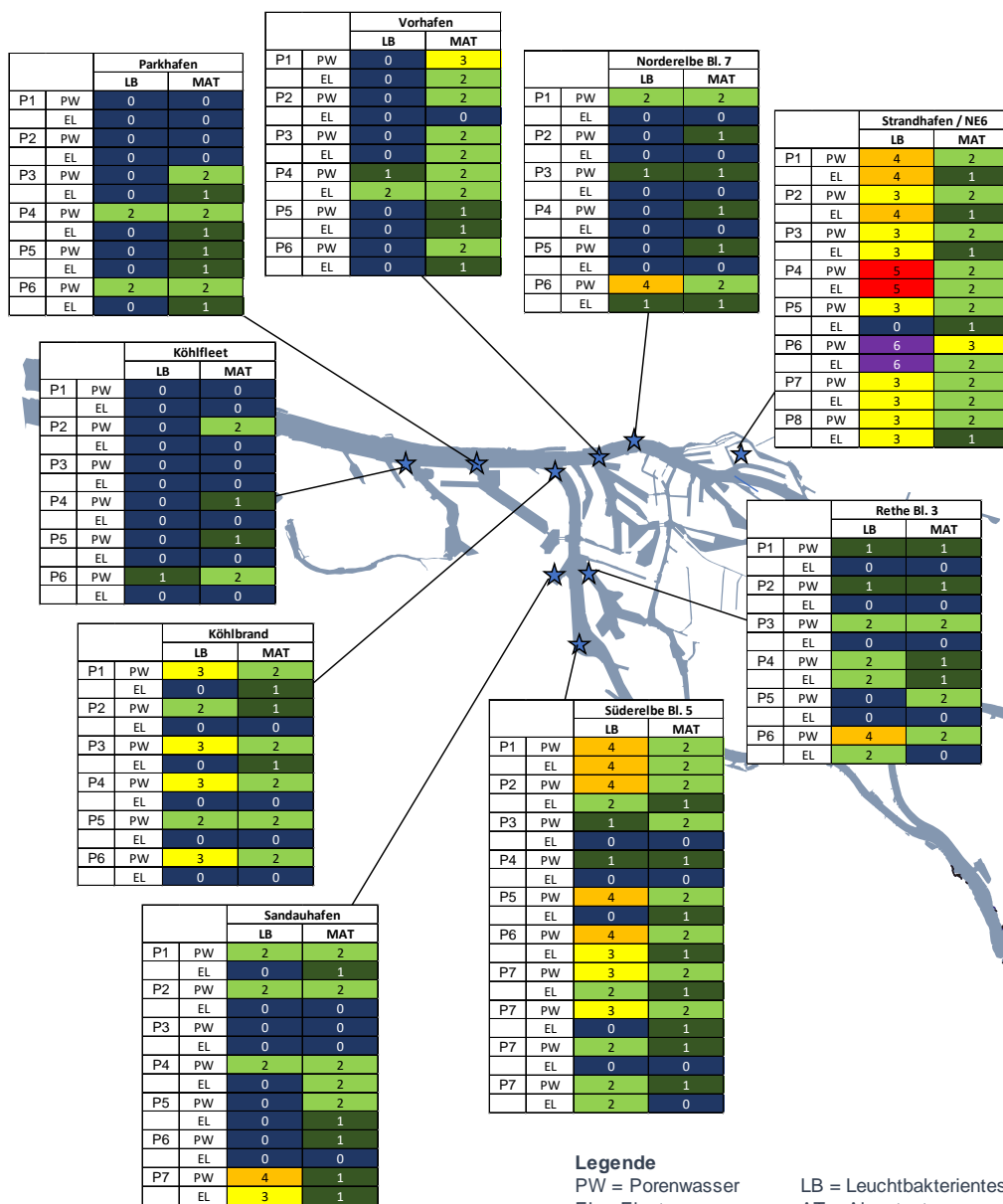
2018 bei Klasse III (mäßige Belastung). Das arithmetische Mittel der Klassen ergibt einen Wert von 2,5.

Von 2004 bis 2017 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 wurde mit einem Medianwert von II ein etwas niedrigerer Wert als in den vorangegangenen Jahren erreicht. Im Jahresbericht 2016 wurde vermutet, dies könnte an dem hohen Anteil von geringer belastetem Material gelegen haben, dass in diesen beiden Jahren von Unterstrom eingetragen wurde. Auch wenn die chemischen Werte zeigten, dass auch im Jahr 2017 weiterhin viel Material von Unterstrom eingetragen wurde (s. Jahresbericht 2017), lag der Medianwert aller Proben wieder in Klasse III und damit etwas höher als in den beiden vorangegangenen Jahren. Auch im Jahr 2018 wird, bei einem unverändert hohen Anteil von geringer belastetem Material von Unterstrom, die Einstufung von Klasse III erreicht. Anzeichen für eine signifikante Erhöhung des ökotoxikologischen Potenzials der umzulagernden Sedimente im Vergleich zu den Werten aus dem Gesamtzeitraum von 2004 bis 2017 werden im Jahr 2018 damit 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 2018 an insgesamt 17 Stationen.

Die Referenzbeprobung zeigte im Juli 2018 im Algentest und im Leuchtbakterientest sehr variable Werte. Insgesamt wurde mit beiden Testverfahren eine Spanne von Werten von 0 (unbelastet) bis pT5 (hoch belastet) überstrichen. Mit dem Daphnientest wurden hingegen nur Werte von pT0 (unbelastet) bis pT2 (niedrig belastet) festgestellt. Im Algentest, der in der Testbatterie in der Regel das empfindlichste der drei Testverfahren ist, wurde im Medianwert pT2 festgestellt, während der Leuchtbakterientest und der Daphnientest jeweils einen Medianwert von pT0 aufwiesen. Auffällig ist, dass Toxizitäten oberhalb von pT1 (sehr niedrig belastet) in diesem Jahr nur in den oberstromigen Gebieten (ab Rethe Bl. 3, Sandauhafen und Hansahafen) aufgetreten sind. Mit einem Klassen-Medianwert aller Proben von II (geringe Belastung) liegen die Werte der Referenzbeprobung 2018 ähnlich derer aus vergangenen Jahren.

Die Beprobung der Oberflächensedimente der obersten frischen Schicht von 2 bis 5 cm stellt jedoch nur eine Momentaufnahme dar. Ausschlaggebend für die Charakterisierung der umzulagernden Sedimente sind die Ergebnisse der oben beschriebenen, über die gesamte Sedimentmächtigkeit repräsentativ beprobten Kerne, die mit der limnischen Testpalette analysiert wurden.



Legende
 PW = Porenwasser LB = Leuchtbakterientest
 EL = Eluat AT = Algentest
 P1-P12 = Parallelproben DT = Daphnientest

Kernbeprobung 2018

Marine Palette

Abbildung 15: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Sommer 2018 (marine Testpalette).

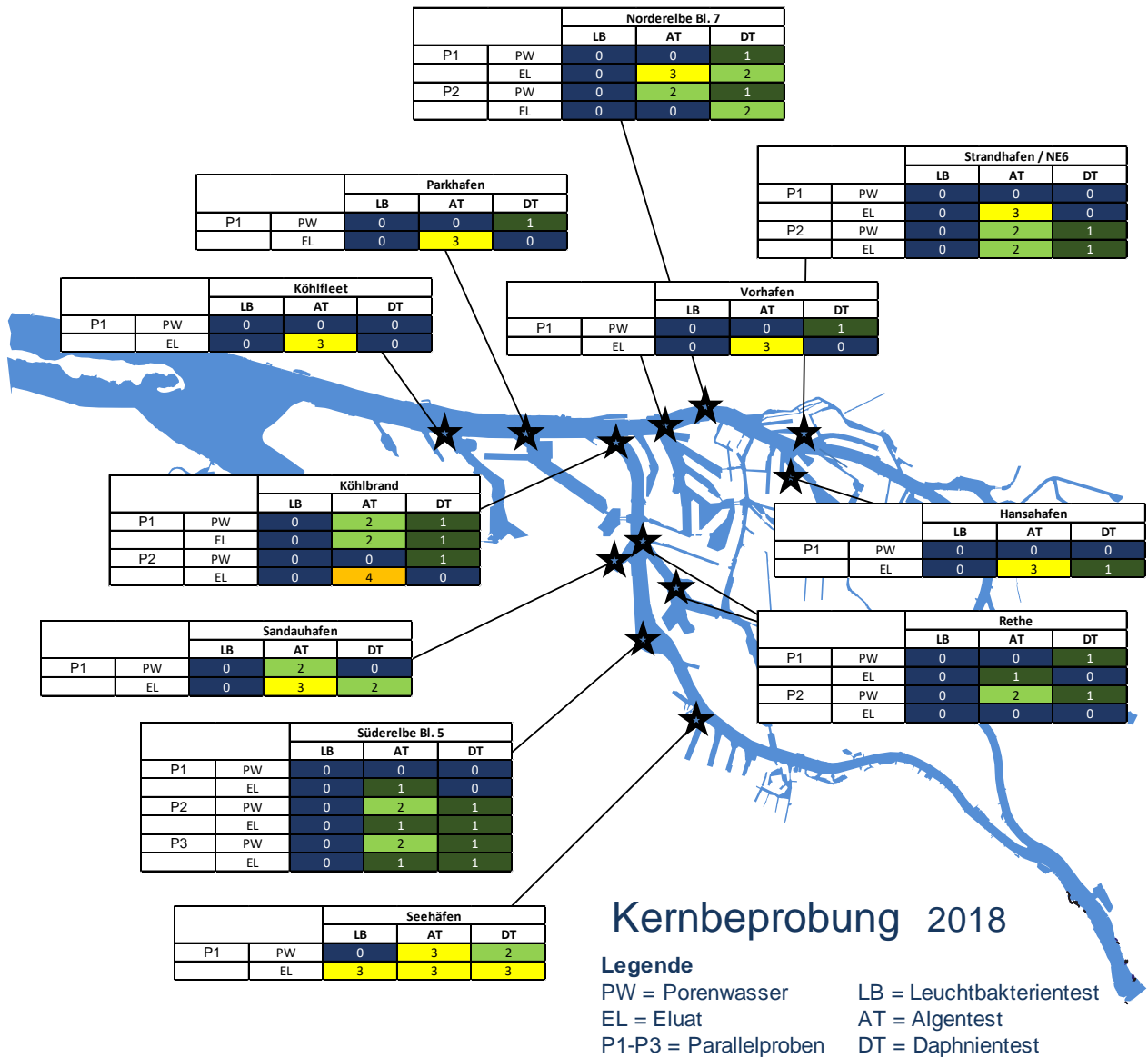


Abbildung 16: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Herbst 2018 (limnische Testpalette).

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 2017/18 an 132 Sedimentkernen bestimmt und für die Umlagerungen ab November 2018 an 13 Sedimentkernen untersucht. Ermittelt wurde die chemische Zehrung von Sauerstoff nach 180 Minuten, bezogen auf die Trockensubstanz. Die mittlere Zehrung lag bei 1,4 bzw. 1,3 g O₂/kg TS bei einer Spanne von 0,4 bis 2,8 g O₂/kg TS.

5.4 Betrachtung der Schadstofffrachten

Neben den ökologisch relevanten Konzentrationen können auch die Schadstofffrachten der verschiedenen im Tideelbereich 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. Zusätzlich gibt es mit dem stromaufgerichteten Sedimenttransport (tidal pumping) auch erhebliche Einträge von Unterstrom in den Hafenbereich, die eine Bilanzierung erschweren.



Abbildung 17: Schwermetallhaltige Sickerwässer in einem ehemaligen Silberbergwerk im Erzgebirge. Die Sickerwässer gelangen bislang ungeklärt in die Elbe. (Foto: Boris Hochfeld).

Tabelle 2: Stoffstromfrachten im Rahmen der Unterhaltungstätigkeit der HPA im Jahr 2018.

Stoff	Einheit	Schwefstoff-	Geogene	Verbleib im		Austrag aus der Tidelbe				
		eintrag in				Hintergrund-	Gewässer		Landverbringung	
		die Tidelbe		konzentration	Umlagerung Neßsand	Schadstoff-	Schadstoff-	Abschätzung	Schadstoff-	Abschätzung
		Hitzacker (2018)	nach Prange *							
		268.545 tTS**	1997	1.360.730 tTS		181.750 tTS		1.248.476 tTS		
			g/t	Schadstoff-	Abschätzung	Schadstoff-	Abschätzung	Schadstoff-	Abschätzung	
				fracht	hiervon	fracht	hiervon	fracht	hiervon	
				gesamt	geogene	gesamt	geogene	gesamt	geogene	
					Fracht Elbe*		Fracht Elbe*		Fracht Elbe*	
AS	t	4	24	27	33	6,5	4	20	30	
Pb	t	11	29	74	39	18	5	51	36	
Cd	t	0,6	0,4	2,0	0,5	0,8	0,1	1,5	0,5	
Cu	t	11	32	57	44	36	6	40	40	
Hg	t	0,2	0,3	1,1	0,4	0,3	0,05	0,60	0,37	
Zn	t	113	150	430	204	110	27	324	187	
TBT	kg/Sn	9,4	k.A.	23,9	k.A.	30	k.A.	15,5	k.A.	
TBT	kg OZK	3,8	k.A.	58,4	k.A.	74	k.A.	37,8	k.A.	

berechnet basierend auf Prange 1997 *

Schwefstoffeintrag in die Tidelbe über das Wehr Geesthacht mit Daten aus Hitzacker, vorläufige Schätzung **

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

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)² liefern hierzu Daten für die Elbe, die näherungsweise herangezogen werden können, allerdings nur für Schwermetalle. Deutlich wird, dass bereits die natürlicherweise im Sediment enthaltenen Schwermetallmengen 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 2018. Dabei ist zu beachten, dass die Messungen an der Station Hitzacker für 2018 große Datenlücken aufweisen und bis zur endgültigen Berechnung durch die BfG als vorläufig zu betrachten sind. Zusätzlich ist in grober Näherung basierend auf Prange et al. (1997) angegeben, in welcher Größenordnung die bereits vorhandene geogene Hintergrundbelastung einzuordnen ist.

Die bei Neßsand umgelagerten und in die Nordsee verbrachten frischen Sedimente haben in der Regel nicht länger als ein Jahr am Gewässergrund gelegen. Ihre Belastung, wie die gesamte Belastung in der Tideelbe, resultiert zum weit überwiegenden Teil aus dem Oberstrom.

Für die Frachtberechnungen bestehen unterschiedliche Herangehensweisen. Die Angabe der Jahresfracht für die Messstation Hitzacker bezieht sich auf Analysen des Schwebstoffs. Die Werte für die Verbringung an Land beruhen auf Analysen des Schlicks in der METHA. Die Daten für die Verbringung im Gewässer beziehen sich auf Konzentrationen, die an Kernproben im Gewässer ermittelt wurden bezogen auf die umgelagerte resp. in die Nordsee verbrachte Tonnage. Die im Gewässer umgelagerten 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. Die kleinräumigen Kreisläufe (Baggerung - Umlagerung - Rücktransport) erschweren somit eine klare Interpretation der Frachten.

Die Frachtermittlung kann also lediglich einen Anhaltspunkt für die Größenordnung liefern und dient nicht als vollständige geschlossene Bilanzierung.

Ein weiter Anhaltspunkt für die Einordnung der Frachten ergibt sich aus einem internationalen Vergleich wichtiger OSPAR-Länder (Abbildung 18). Basierend auf den mittleren Frachten einiger Stoffe kann der Anteil der zur Tonne E3 verbrachten Schadstoffe in ein Verhältnis gesetzt werden. Die bei Neßsand umgelagerten Mengen sind nicht Bestandteil dieser Erhebung. Es wird deutlich,

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

dass die oft kritisierte Verbringung zur Tonne E3 nur einen Bruchteil der Frachten im europäischen Kontext ausmachen. Dabei müssen auch diese Frachten in Bezug zu den geogenen Frachten, bzw. zu den Frachten, die auf natürlichem Wege über die Flüsse eingetragen werden, bewertet werden (s.o.). Die zur Tonne E3 verbrachten Mengen unterliegen zudem strengen Zulassungsaufgaben und werden als europaweit einzige von einem beispiellos umfangreichen Monitoring überwacht, welches sicherstellt, dass sich mögliche Effekte auf den unmittelbaren Einbringbereich begrenzen.

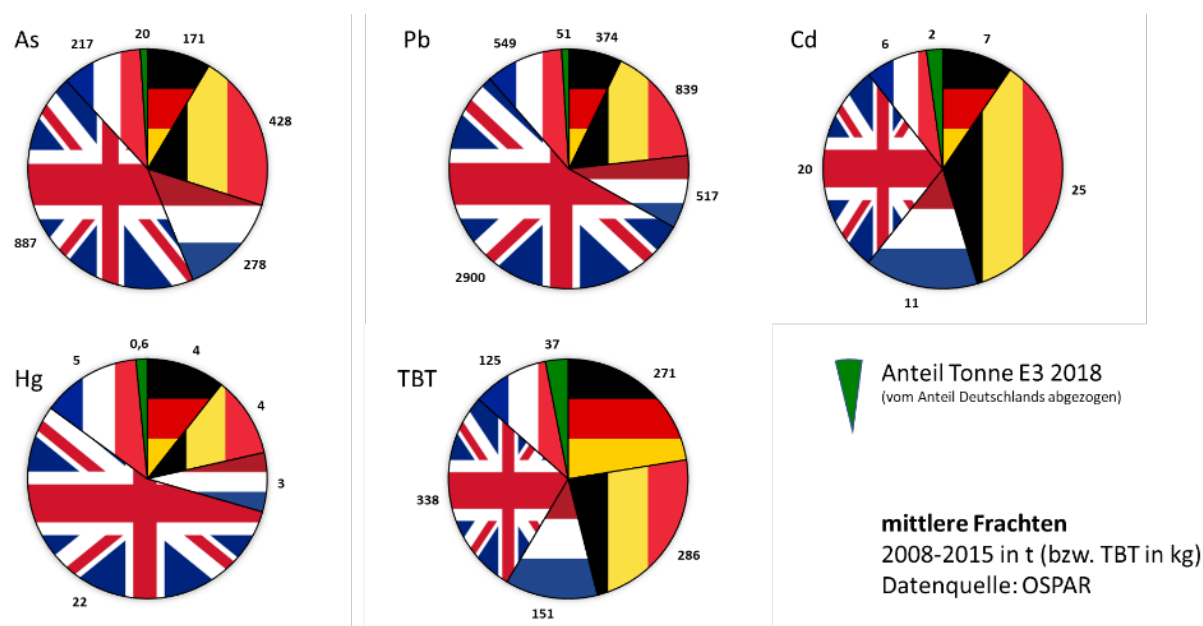
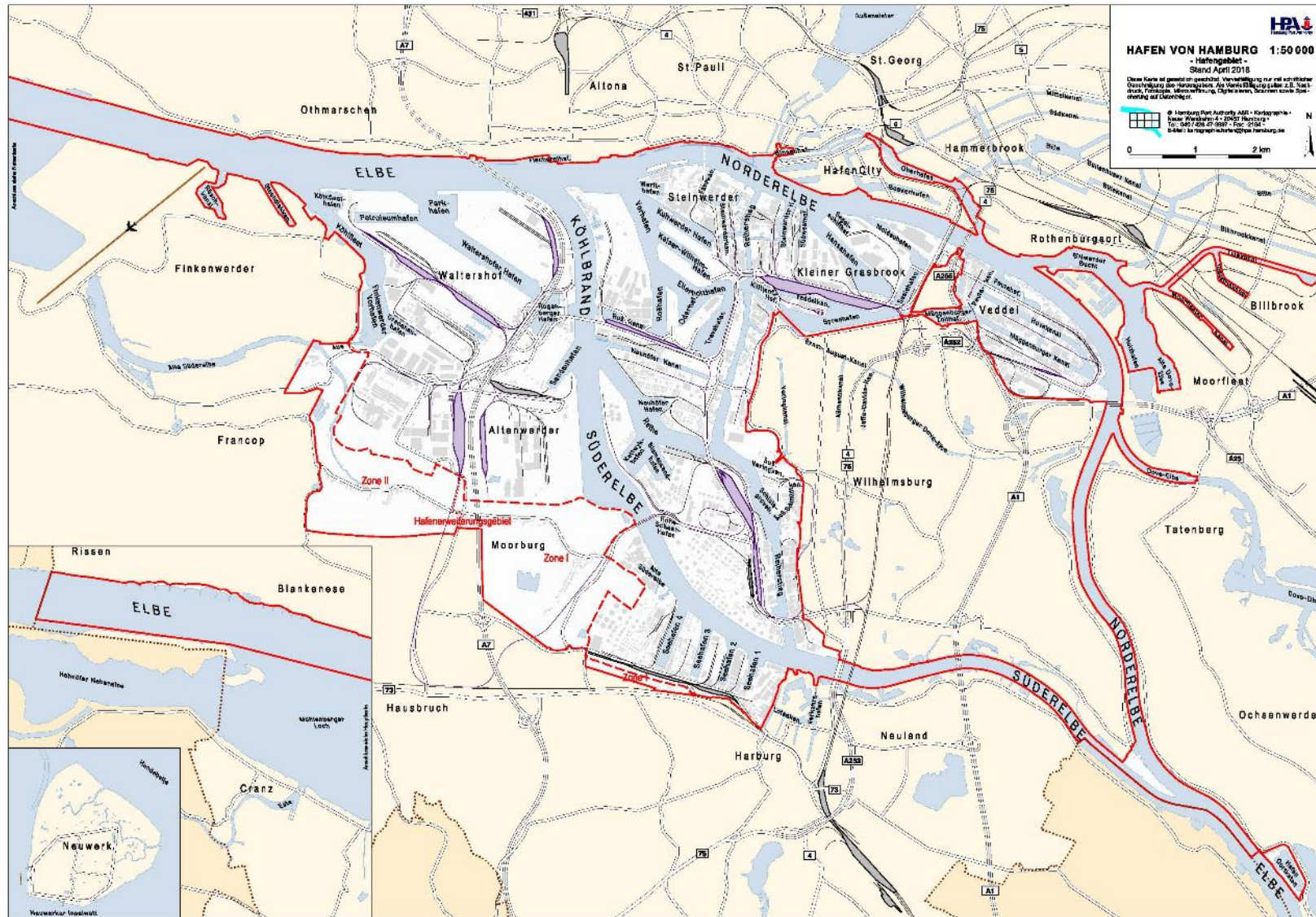


Abbildung 18: Mittlere Frachten der direkten baggergutbürtigen Einbringung in die Nordsee 2008 - 2015 der OSPAR-Länder Großbritannien, Belgien, Niederlande, Frankreich und Deutschland im Vergleich der Frachten durch die Verbringung zu Tonne E3 im Jahr 2018 (inkl. geogener Hintergrundgehalte).

Anlage 1: Hafenanplan



Anlage 2: Gebaggerte Mengen 2018 in Tonnen Trockensubstanz tTS (gerundet), unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land				Summe
	Umlagerung bei Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Übertiefenverfüllung	Boden zur Behandlung und Entsorgung	Sand für Bau- maßnahmen der Baggergut- behandlung und - unterbringung	Boden zur Entsorgung (mineralölverunreinigt)	Sand für Auf- höhungen	
Hafen Oortkaten	0	0	0	11.000	0	0		11.000
Norderelbe (2-5)	0	0	5.000	0	0	0		5.000
Suederelbe (2-3)	0	0	2.000	0	222.000	0		224.000
Dove Elbe	0	0	0	2.000	0	0		2.000
Norderelbe (6-7)	166.000	185.000	0	0	0	0		351.000
Suederelbe	145.000	339.000	0	0	0	0		484.000
Koehlbrand	90.000	317.000	0	0	0	0		407.000
Untereibe	2.000	0	359.000	0	12.000	0		373.000
Aussen - Este	0	0	0	0	0	0		0
Muehlenberger Loch	0	0	0	2.000	0	0		2.000
Steendiekkanal	19.000	0	0	0	0	0		19.000
Noerdl.Reiherstieg	59.000	0	0	8.000	0	0		67.000
Suedl.Reiherstieg	0	0	0	49.000	0	0		49.000
Rethe	130.000	63.000	0	0	0	0		193.000
Kattwykhafen	33.000	0	0	13.000	0	0		46.000
Blumensandhafen	7.000	0	0	1.000	0	0		8.000
Hansahafen	25.000	0	0	0	0	0		25.000
Steinwerder Hafen	6.000	0	0	0	0	0		6.000
Baakenhafen	0	0	0	1.000	0	0		1.000
Elbufer	101.000	0	0	0	0	0		101.000
Kuhwerder Vorhafen	113.000	60.000	0	0	0	0		173.000
Werfthafen B+V	109.000	0	0	0	0	0		109.000
Kuhwerder Hafen	0	0	0	1.000	0	0		1.000
Kaiser-Wilhelm-Hafen	4.000	0	0	0	0	0		4.000

Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land				Summe
	Umlagerung bei Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Übertiefenverfüllung	Boden zur Behandlung und Entsorgung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung (mineralölverunreinigt)	Sand für Aufhöhungen	
Ellerholzhafen	8.000	0	0	1.000	0	2.000		11.000
Sandauhafen	9.000	30.000	0	0	0	0		39.000
Parkhafen	132.000	179.000	0	0	0	0		311.000
Waltershofer Hafen	8.000	0	0	0	0	0		8.000
Finkenwerd.Vorhafen	14.000	0	0	6.000	0	0		20.000
Koehlfleet	154.000	75.000	0	0	0	0		229.000
Koehlfleethafen	0	0	0	5.000	0	0		5.000
Seehafen 2	5.000	0	0	0	0	0		5.000
Seehafen 3	6.000	0	0	0	0	0		6.000
Seehafen 4	6.000	0	0	11.000	0	0		17.000
Reiherstieg Vorhafen	4.000	0	0	0	0	0		4.000
Billwerder Bucht	0	0	0	29.000	0	0		29.000
Innere Durchfahrt	0	0	0	7.000	0	0		7.000
Fleete/Speicher	5.000	0	0	1.000	0	0		6.000
Peutekanal	0	0	0	8.000	0	0		8.000
Muegg.-Hovek.westl.T.	0	0	0	24.000	0	0		24.000
Muegg.-Hovek.oestl.T.	0	0	0	1.000	0	0		1.000
Dummy Arbeiten für Dritte	0	0	0	0	0	0		0
SUMME	1.360.000	1.248.000	366.000	181.000	234.000	2.000	0	3.391.000

Anlage 3: Gebaggerte Mengen 2018 in m3 Profirmaß BASSIN (gerundet), unterteilt nach Herkunft und Verbleib

Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land				Summe
	Umlagerung bei Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Übertiefenverfüllung	Boden zur Behandlung und Entsorgung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung (mineralölverunreinigt)	Sand für Aufhöhungen	
Norderelbe (2-5)	0	0	5.000	0	0	0		5.000
Suederelbe (2-3)	0	0	2.000	0	141.000	0		143.000
Dove Elbe	0	0	0	4.000	0	0		4.000
Norderelbe (6-7)	394.000	421.000	0	0	0	0		815.000
Suederelbe	368.000	859.000	0	0	0	0		1.227.000
Koehlbrand	216.000	758.000	0	0	0	0		974.000
Untere Elbe	2.000	0	227.000	0	8.000	0		237.000
Aussen - Este	0	0	0	1.000	0	0		1.000
Muehlenberger Loch	0	0	0	4.000	0	0		4.000
Steendiekkanal	49.000	0	0	0	0	0		49.000
Noerdl.Reiherstieg	146.000	0	0	20.000	0	0		166.000
Suedl.Reiherstieg	0	0	0	57.000	0	0		57.000
Rethe	344.000	165.000	0	0	0	0		509.000
Kattwykhafen	90.000	0	0	29.000	0	0		119.000
Blumensandhafen	18.000	0	0	2.000	0	0		20.000
Hansahafen	63.000	0	0	0	0	0		63.000
Steinwerder Hafen	16.000	0	0	0	0	0		16.000
Baakenhafen	0	0	0	1.000	0	0		1.000
Elbufer	257.000	0	0	0	0	0		257.000
Kuhwerder Vorhafen	291.000	159.000	0	0	0	0		450.000
Werfthafen B+V	278.000	0	0	0	0	0		278.000
Kuhwerder Hafen	0	0	0	2.000	0	0		2.000
Kaiser-Wilhelm-Hafen	10.000	0	0	0	0	0		10.000
Ellerholzhafen	20.000	0	0	1.000	0	2.000		23.000

Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land				Summe
	Umlagerung bei Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Übertiefenverfüllung	Boden zur Behandlung und Entsorgung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Entsorgung (mineralölverunreinigt)	Sand für Aufhöhungen	
Sandauhafen	24.000	77.000	0	0	0	0		101.000
Parkhafen	335.000	449.000	0	0	0	0		784.000
Waltershofer Hafen	21.000	0	0	0	0	0		21.000
Finkenwerd.Vorhafen	36.000	0	0	4.000	0	0		40.000
Koehlfleet	403.000	189.000	0	0	0	0		592.000
Koehlfleethafen	0	0	0	12.000	0	0		12.000
Seehafen 2	13.000	0	0	0	0	0		13.000
Seehafen 3	16.000	0	0	0	0	0		16.000
Seehafen 4	16.000	0	0	23.000	0	0		39.000
Reiherstieg Vorhafen	11.000	0	0	0	0	0		11.000
Billwerder Bucht	0	0	0	32.000	0	0		32.000
Innere Durchfahrt	0	0	0	8.000	0	0		8.000
Fleete/Speicher	14.000	0	0	1.000	0	0		15.000
Peutekanal	0	0	0	11.000	0	0		11.000
Muegg.-Hovek.westl.T.	0	0	0	53.000	0	0		53.000
Muegg.-Hovek.oestl.T.	0	0	0	3.000	0	0		3.000
Dummy Arbeiten für Dritte	0	0	0	0	0	0		0
SUMME	3.451.000	3.077.000	234.000	268.000	149.000	2.000	0	7.181.000

Anlage 4: Statistische Auswertung der Referenzproben (Juli 2018).

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-% OS	16	0	19	24	27	35	47
TOC (C)	Gew.-% TS	16	0	1,1	3,8	3,9	6	7,4
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	16	0	24	62	57	70	74
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	16	0	18	26	26	33	35
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	16	0	2,3	6,8	9,3	20	32
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	16	0	0,6	2,1	3,1	7,1	7,4
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	16	0	0,3	0,7	2,5	5,0	21
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	16	0	0,1	0,2	0,6	0,7	4,8
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	16	0	0,1	0,2	0,3	0,5	1,7
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	16	0	0,1	0,3	0,4	0,5	1,2
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	16	0	0,0	7,0	6,3	9,9	16
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	16	0	70	128	124	145	150
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	16	0	1550	5270	5319	7305	10110
Phosphor	mg/kg TS	16	0	600	1400	1467	2050	2200
Schwefel	mg/kg TS	16	0	1700	3900	3913	4800	6900
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	16	0	11	20	20	26	28
Blei	mg/kg TS	16	0	26	56	54	68	80
Cadmium	mg/kg TS	16	0	0,5	1,3	2,0	4,1	4,7
Chrom	mg/kg TS	16	0	23	44	42	53	55
Kupfer	mg/kg TS	16	0	19	40	43	61	68
Nickel	mg/kg TS	16	0	14	27	27	34	34
Quecksilber	mg/kg TS	16	0	0,3	0,6	0,7	1,0	1,3
Zink	mg/kg TS	16	0	135	332	394	695	745
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	16	0	22	28	27	30	34
Blei < 20 µm	mg/kg TS	16	0	64	73	74	86	93
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,9	1,4	2,4	4,8	6,6
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	16	0	51	70	69	75	85
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	16	0	41	49	58	85	86
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	16	0	34	39	38	42	43
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,6	0,7	0,8	1,3	1,4
Zink < 20 µm	mg/kg TS	16	0	333	412	522	813	985
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	16	0	42	100	106	150	160
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	16	2	<10	16	16	24	29
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	16	0	36	85	90	127	135
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	16	0	0,02	0,1	0,1	0,2	0,22
Acenaphtylen	mg/kg TS	16	8	<0,01	0,01	k.MW	0,02	0,03

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthen	mg/kg TS	16	10	<0,01	0,01	k.MW	0,02	0,02
Fluoren	mg/kg TS	16	0	0,01	0,03	0,04	0,1	0,08
Phenanthren	mg/kg TS	16	0	0,05	0,12	0,1	0,30	0,36
Anthracen	mg/kg TS	16	0	0,02	0,04	0,1	0,10	0,12
Fluoranthen	mg/kg TS	16	0	0,08	0,2	0,3	0,5	0,66
Pyren	mg/kg TS	16	0	0,07	0,2	0,2	0,4	0,56
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	16	0	0,04	0,1	0,1	0,2	0,31
Chrysen	mg/kg TS	16	0	0,04	0,1	0,1	0,2	0,31
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	16	0	0,04	0,1	0,2	0,3	0,33
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	16	0	0,03	0,1	0,1	0,2	0,25
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	16	0	0,05	0,1	0,1	0,3	0,37
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	16	0	0,05	0,1	0,1	0,2	0,27
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	16	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	16	0	0,04	0,1	0,1	0,2	0,27
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	16	0	0,3	0,7	0,9	1,5	2,2
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	16	0	0,6	1,4	1,7	3	4,2
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	16	0	0,2	0,7	0,9	1,7	2,1
PCB 52	µg/kg TS	16	0	0,2	0,6	0,8	1,4	1,6
PCB 101	µg/kg TS	16	0	0,7	1,6	1,8	2,9	3,1
PCB 118	µg/kg TS	16	0	0,4	0,9	1,0	1,5	1,7
PCB 138	µg/kg TS	16	0	1,1	2,7	3,1	4,9	6
PCB 153	µg/kg TS	16	0	1,4	3,7	4,2	6,4	8,4
PCB 180	µg/kg TS	16	0	0,8	2,2	2,8	4,8	7
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	16	0	4,3	11	14	22	28
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	16	0	4,7	12	15	23	30
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	16	0	0,1	0,4	0,7	1,3	3,1
beta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,4	1,4	1,7	2,8	6,4
gamma-HCH	µg/kg TS	16	1	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,7
delta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,2	0,4	0,6	1	1,8
epsilon-HCH	µg/kg TS	16	11	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,42
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	0,1	0,4	0,5	0,8	1,1
p,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	0,98	3,3	4,3	7,6	9,9
o,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	1,1	3,6	4,8	8,4	14
p,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	2,7	9,1	13	25	42
o,p'-DDT	µg/kg TS	16	0	0,13	0,4	1,0	1,8	6
p,p'-DDT	µg/kg TS	16	0	0,66	2,3	7,7	21	40
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	0,4	1,1	1,4	2,4	4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	1,9	5	7,0	13	23
Organozinnverbindungen								

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	8,3	21	25	38	61
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	4,2	12	14	22	34
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	11	30	30	41	48
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	16	2	<1	1,8	2,2	3,9	6
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	16	1	<1	3,7	6,0	12	18
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	16	2	<1	1,9	2,4	4,4	5,9
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	16	15	<1	<1	k.MW	<1	2,2
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	16	16	<1	<1	k.MW	<1	<1
Sauerstoffzehrung								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	16	0	0,39	2,1	2,2	3,5	5,2

Anlage 5: Statistische Auswertung der Kernproben 2017/18 des von Januar bis März 2018 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	132	0	20	32	33	45	54
TOC (C)	Gew.% TS	132	0	1,3	3,4	3,5	4,9	7,7
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	132	0	21	54	51	69	77
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	132	0	19	30	31	39	45
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	132	0	2,4	10	12	25	37
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	132	0	0,6	2,6	4,5	11	20
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	132	0	0,1	0,7	1,1	1,9	10,7
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	132	9	<0,1	0,2	0,26	0,4	4,1
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	132	27	<0,1	0,1	0,17	0,3	1,7
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	132	71	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	2,8
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	132	0	45	85	82	95	97
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	132	0	78	96	94	99	99
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	132	0	1110	3905	3955	5498	8890
Phosphor	mg/kg TS	132	0	660	1400	1376	1700	2400
Schwefel	mg/kg TS	132	0	1700	3800	3685	4700	5500
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	132	0	10	20	20	25	29
Blei	mg/kg TS	132	0	26	58	55	69	81
Cadmium	mg/kg TS	132	0	0,6	1,4	1,4	1,9	4,4
Chrom	mg/kg TS	132	0	21	43	44	59	70
Kupfer	mg/kg TS	132	0	14	42	41	52,9	67
Nickel	mg/kg TS	132	0	12	27	26	33	38
Quecksilber	mg/kg TS	132	0	0,32	0,86	0,86	1,1	1,5
Zink	mg/kg TS	132	0	145	323	320	400	675

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	132	0	25	31	32	37	42
Blei < 20 µm	mg/kg TS	132	0	73	87	86	94	106
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	132	0	1	2,1	2,2	3,2	5,1
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	132	0	55	80	79	90	101
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	132	0	36	66	65	86	122
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	132	0	34	42	42	46	52
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	132	0	0,71	1,1	1,12	1,4	2,1
Zink < 20 µm	mg/kg TS	132	0	371	515	543	726	982
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	132	0	41	97	104	150	280
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	132	17	<8	15	16	22,9	87
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	132	0	15	82	89	133	251
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	132	0	0,03	0,07	0,07	0,08	0,26
Acenaphthylen	mg/kg TS	132	44	<0,02	0,01	0,01	0,02	0,03
Acenaphthen	mg/kg TS	132	88	<0,02	<0,02	k.MW	0,02	0,02
Fluoren	mg/kg TS	132	2	<0,02	0,03	0,03	0,04	0,07
Phenanthren	mg/kg TS	132	0	0,06	0,12	0,13	0,16	0,25
Anthracen	mg/kg TS	132	0	0,02	0,05	0,05	0,07	0,11
<u>Fluoranthren</u>	mg/kg TS	132	0	0,10	0,21	0,22	0,28	0,47
Pyren	mg/kg TS	132	0	0,09	0,18	0,19	0,24	0,4
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	132	0	0,05	0,10	0,10	0,13	0,22
Chrysen	mg/kg TS	132	0	0,05	0,1	0,11	0,14	0,23
<u>Benzo(b)fluoranthren</u>	mg/kg TS	132	0	0,05	0,13	0,13	0,18	0,28
<u>Benzo(k)fluoranthren</u>	mg/kg TS	132	0	0,03	0,07	0,07	0,09	0,14
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	132	0	0,05	0,1	0,11	0,14	0,22
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	132	1	<0,02	0,03	0,03	0,04	0,07
<u>Benzo(ghi)perylene</u>	mg/kg TS	132	0	0,05	0,11	0,11	0,14	0,21
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	132	0	0,05	0,12	0,12	0,15	0,23
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS							
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS							
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	132	0	0,4	0,9	0,9	1,1	1,8
PCB 52	µg/kg TS	132	0	0,4	0,8	0,8	1,1	1,2
PCB 101	µg/kg TS	132	0	1,0	2,0	2,0	2,4	2,8
PCB 118	µg/kg TS	132	0	0,5	1,1	1,1	1,4	1,8
PCB 138	µg/kg TS	132	0	1,5	3,1	3,1	3,9	5,0
PCB 153	µg/kg TS	132	0	2,1	4,2	4,2	5,4	7,2
PCB 180	µg/kg TS	132	0	1,4	2,8	2,9	3,7	5,6
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	132	0	6,9	14	14	17	22
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	132	0	7,4	15	15	18	24
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	132	0	0,2	0,5	0,5	0,8	1,3
beta-HCH	µg/kg TS	132	0	0,5	1,1	1,2	1,8	3,8
gamma-HCH	µg/kg TS	132	1	<0,1	0,2	0,2	0,3	1,4

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
delta-HCH	µg/kg TS	122	0	0,3	0,5	0,6	0,7	3,3
epsilon-HCH	µg/kg TS	122	55	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	132	0	0,1	0,4	0,4	0,6	0,8
p,p'-DDE	µg/kg TS	132	0	1,2	3,3	3,4	4,6	8,7
o,p'-DDD	µg/kg TS	132	0	1,5	3,9	4,2	5,3	12
p,p'-DDD	µg/kg TS	132	0	4	10	11	15	42
o,p'-DDT	µg/kg TS	132	0	0,1	0,5	0,6	1,1	3,6
p,p'-DDT	µg/kg TS	132	0	0,3	2,9	4,5	9,9	23
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	132	0	0,4	1,0	1,0	1,4	2,6
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	132	0	1,9	4,9	5,3	7,5	15
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	132	0	4,1	14	15	21	32
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	132	0	5,7	13	14	20	29
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	132	0	16	38	41	57	130
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	132	6	<1	2,9	3,3	6,0	11
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	132	77	<1	<1	k.MW	1,8	2,8
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	132	37	<1	1,5	1,7	3,0	5,3
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	132	113	<1	<1	k.MW	1,5	10
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	132	132	<1	<1	<1	<1	<1
Sauerstoffzehrung								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	132	0	0,43	1,4	1,4	2,4	2,8

Anlage 6: Statistische Auswertung der Kernproben aus dem zweiten Halbjahr 2018 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	17	0	25	37	37	48	51
TOC (C)	Gew.% TS	17	0	2,5	3,8	3,6	4,0	4,2
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	17	0	36	56	54	67	69
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	17	0	24	30	29	32	34
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	17	0	4,8	12	13	21	23
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	17	0	0,5	1,7	2,6	5,0	7,4
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	17	0	0,2	0,5	0,6	1,1	1,3
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	17	1	<0,1	0,1	0,1	0,24	0,4
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	17	2	<0,1	0,1	0,2	0,34	0,4
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	17	11	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,3
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	17	0	68,3	86	83	93	94
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	17	0	91,3	98	96	99	99
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	13	0	2560	3860	3675	4268	4540
Phosphor	mg/kg TS	13	0	1200	1400	1400	1600	1700
Schwefel	mg/kg TS	13	0	2700	3700	3692	4480	4600
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	13	0	15	19	20	24	25
Blei	mg/kg TS	13	0	40	50	51	64	67
Cadmium	mg/kg TS	13	0	0,9	1,2	1,2	1,5	1,7
Chrom	mg/kg TS	13	0	33	43	43	52	55
Kupfer	mg/kg TS	13	0	34	41	45	57	63
Nickel	mg/kg TS	13	0	20	24	25	29	31
Quecksilber	mg/kg TS	13	0	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
Zink	mg/kg TS	13	0	232	290	294	358	402
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	17	0	23	25	25	28	30
Blei < 20 µm	mg/kg TS	17	0	63	70	70	76	89
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	17	0	0,9	1,5	1,5	2	2,2
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	17	0	55	62	63	70	74
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	17	0	42	52	53	62	70
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	17	0	31	34	35	38	40
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	17	0	0,5	0,6	0,7	0,8	1,1
Zink < 20 µm	mg/kg TS	17	0	352	404	416	482	533
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	13	0	54	78	80	116	120
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	13	4	<10	11	14	22	26
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	13	0	45	64	67	95	106
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	13	0	0,04	0,06	0,06	0,07	0,09

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthylen	mg/kg TS	13	1	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Acenaphthen	mg/kg TS	13	10	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,01
Fluoren	mg/kg TS	13	0	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03
Phenanthren	mg/kg TS	13	0	0,08	0,11	0,11	0,14	0,15
Anthracen	mg/kg TS	13	0	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	13	0	0,12	0,18	0,19	0,25	0,27
Pyren	mg/kg TS	13	0	0,10	0,15	0,16	0,21	0,23
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	13	0	0,07	0,09	0,10	0,11	0,14
Chrysen	mg/kg TS	13	0	0,07	0,09	0,09	0,11	0,13
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	13	0	0,1	0,12	0,13	0,16	0,20
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	13	0	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	13	0	0,07	0,1	0,10	0,12	0,14
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	13	0	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	13	0	0,09	0,11	0,11	0,14	0,15
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	13	0	0,11	0,13	0,13	0,15	0,17
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	13	0	0,58	0,71	0,74	0,88	1,0
<u>PAK Summe 16 g.BG</u>	mg/kg TS	13	0	1,03	1,4	1,4	1,7	1,9
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	13	0	0,5	0,7	0,7	0,9	0,9
PCB 52	µg/kg TS	13	0	0,5	0,7	0,6	0,8	0,9
PCB 101	µg/kg TS	13	0	1,1	1,5	1,6	2,1	2,6
PCB 118	µg/kg TS	13	0	0,8	0,9	1,0	1,4	1,4
PCB 138	µg/kg TS	13	0	2,1	3,4	3,4	4,3	5,7
PCB 153	µg/kg TS	13	0	2,7	4,1	4,2	5,3	6,7
PCB 180	µg/kg TS	13	0	1,9	4,5	4,4	6,5	8,9
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	13	0	8,9	14	15	19	26
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	13	0	9,6	15	16	21	27
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	13	0	0,2	0,4	0,4	0,4	0,9
beta-HCH	µg/kg TS	13	0	0,7	1,0	0,9	1,1	1,1
gamma-HCH	µg/kg TS	13	0	0,09	0,1	0,1	0,2	0,2
delta-HCH	µg/kg TS	13	0	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
epsilon-HCH	µg/kg TS	13	13	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	13	0	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
p,p'-DDE	µg/kg TS	13	0	1,9	2,3	2,4	2,8	3,4
o,p'-DDD	µg/kg TS	13	0	1,1	2,4	2,5	3,1	3,8
p,p'-DDD	µg/kg TS	13	0	3,8	9,5	9,1	12	13
o,p'-DDT	µg/kg TS	13	1	<0,1	0,3	0,3	0,4	0,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	13	0	0,2	1,6	2,3	4,2	8,4
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	13	0	0,7	0,9	0,9	1,1	1,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	13	0	2,6	3,5	3,7	4,3	5,7

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	17	0	15	19	20	25	28
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	17	0	8,4	15	15	20	27
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	17	0	32	44	53	81	120
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	17	0	1,5	2,1	2,1	2,6	2,8
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	17	0	1	1,8	1,8	2,3	2,5
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	17	1	<1	1,3	1,6	2,3	4,1
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	17	13	<1	<1	k.MW	1,46	6,1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	17	17	<1	<1	<1	<1	<1
Sauerstoffzehrung								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	13	0	0,9	1,3	1,3	1,5	1,6

Anlage 7: Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen. Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2018 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=17	Algentest n=17	Daphnientest n=17
pT 0	16	9	5
pT 1	0	0	11
pT 2	0	7	1
pT 3	1	1	0
pT 4	0	0	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser			
pT-Stufe	n=17	n=17	n=17
pT 0	17	2	8
pT 1	0	4	5
pT 2	0	2	3
pT 3	0	8	1
pT 4	0	1	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n=17
0	0
I	2
II	6
III	8
IV	1
V	0
VI	0

Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2018

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2018 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juli 2018			
	Leuchtb. (LB) n=17	Algentest (AT) n=17	Daphnient. (DT) n=17	Klasse n=17
pT 0	9	2	11	2
pT 1	0	5	3	5
pT 2	5	4	3	3
pT 3	1	1	0	2
pT 4	0	1	0	1
pT 5	2	4	0	4
≥ pT 6	0	0	0	0

Anlage 8: Schadstoffbelastung des in der METHA klassierten Schlicks 2018.

		N	N <BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Parameter	Einheit							
Trockensubstanz	Gew.-% OS	28	0	20,3	23,1	23,3	25,2	28
Glühverlust	Gew.-% TS	28	0	6,4	8,6	8,4	9,2	12,3
TOC (C)	Gew.-% TS	27	0	2,3	3,5	3,5	4,4	4,6
Siebanalyse								
Fraktion <20 µm	Gew.-%	28	0	36,5	49,3	48,7	54,1	57,9
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	28	0	19,3	26,1	25,9	29,9	31,3
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	28	0	10,3	14,4	14,4	17,1	22,1
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	28	0	5,2	8,4	8,7	12,7	14,1
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	28	0	0,7	1,6	2,3	4,2	11,1
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	28	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	28	2	<0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
Parameter								
Calciumcarbonat n. Scheibler	mg/kg TS	28	0	77000	89990	89920	99860	103000
EOX	mg/kg TS	4	1	<0,5	0,56	0,66	0,88	1
Cyanide (ges.)	mg/kg TS	4	4	<1	<1	k.MW	<1	<1
PCDD/F (ITE)	ng/kg TS	4	0	46	71	66	76	77
pH-Wert am Feststoff	-	4	0	7,3	7,3	7,4	7,5	7,6
Atmungsaktivität AT4	mg O2/g TS	5	4	<1	<1	k. MW	<1	1,1
Brennwert	MJ/kg	3	1	<1	1,1	1,3	1,6	1,7
Eisen	mg/kg TS	2	0	27000	27500	27500	-	28000
Mangan	mg/kg TS	2	0	1400	1450	1450	-	1500
Stickstoff ges.	mg/kg TS	2	0	3280	3645	3645	-	4010
Phosphor ges.	mg/kg TS	2	0	1900	1900	1900	-	1900
Fluor ges.	mg/kg TS	2	0	35	93	93	-	150
Chlor ges.	mg/kg TS	2	0	260	345	345	-	430
Schwefel ges.	mg/kg TS	2	0	4000	4050	4050	-	4100
Calcium	mg/kg TS	2	0	37000	38500	38500	-	40000
Magnesium	mg/kg TS	2	0	4600	4800	4800	-	5000
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	28	0	28	35	36	45	55
Blei	mg/kg TS	28	0	73	95	99	120	164
Cadmium	mg/kg TS	28	0	3,4	4,3	4,3	5	6,8
Chrom (ges.)	mg/kg TS	28	0	37	56	59	70	102
Kupfer	mg/kg TS	28	0	148	188	197	223	313
Nickel	mg/kg TS	28	0	23	31	32	38	53
Quecksilber	mg/kg TS	28	0	1,3	1,7	1,9	2,6	3,3
Zink	mg/kg TS	28	0	448	585	603	731	915
Thallium	mg/kg TS	28	0	0,31	0,47	0,5	0,62	1
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	28	0	150	295	294	383	560
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	28	0	49	83	86	113	160
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg OS	28	0	46	110	126	210	260

Parameter	Einheit	N	N <BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg TS	28	0	200	495	544	809	1040
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	28	0	0,08	0,11	0,13	0,23	0,25
Acenaphtylen	mg/kg TS	28	18	<0,05	< 0,05	k.MW	0,06	0,07
Acenaphthen	mg/kg TS	28	14	<0,05	0,05	k.MW	0,07	0,1
Fluoren	mg/kg TS	28	0	0,06	0,11	0,11	0,15	0,17
Phenanthren	mg/kg TS	28	0	0,3	0,49	0,52	0,69	0,88
Anthracen	mg/kg TS	28	0	0,11	0,17	0,18	0,23	0,31
Fluoranthren	mg/kg TS	28	0	0,65	1	1	1,26	1,8
Pyren	mg/kg TS	28	0	0,54	0,84	0,83	1	1,2
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	28	0	0,31	0,45	0,47	0,64	0,74
Chrysen	mg/kg TS	28	0	0,3	0,43	0,45	0,54	0,66
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	28	0	0,25	0,43	0,45	0,66	0,77
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	28	0	0,12	0,23	0,24	0,34	0,39
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	28	0	0,22	0,39	0,4	0,55	0,61
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	28	0	0,24	0,4	0,4	0,49	0,59
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	28	0	0,07	0,11	0,11	0,14	0,17
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	28	0	0,23	0,38	0,38	0,5	0,52
Summe PAK ¹⁾	mg/kg TS	28	0	3,5	5,7	5,8	7,4	8,1
Polychlorierte Biphenyle								
PCB Nr. 28	µg/kg TS	28	12	<3	3,2	3,5	4,1	4,9
PCB Nr. 52	µg/kg TS	28	2	<3	4	4,1	5	5,9
PCB Nr. 101	µg/kg TS	28	0	3,7	7,4	7,2	9	10
PCB Nr. 118	µg/kg TS	28	9	<3	3,3	3,6	4,8	5
PCB Nr. 138	µg/kg TS	28	0	5,6	10	10,2	12,6	17
PCB Nr. 153	µg/kg TS	28	0	7,9	13	13,3	17	22
PCB Nr. 180	µg/kg TS	28	0	5,4	8,5	8,6	10,3	14
Summe PCB ¹⁾	µg/kg TS	28	0	14	48	50	62	78
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	9	0	1,5	2,2	2,3	2,8	2,9
beta-HCH	µg/kg TS	9	0	2	2,9	2,9	3,6	3,7
gamma-HCH	µg/kg TS	9	9	<1	1	k.MW	<1	<1
delta-HCH	µg/kg TS	4	4	<10	<10	k.MW	<10	<10
epsilon-HCH	µg/kg TS	4	4	<10	<10	k.MW	<10	<10
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	9	0	2	2	2,2	2,6	2,8
p,p'-DDE	µg/kg TS	9	0	10	12	12,4	14,2	15
o,p'-DDD	µg/kg TS	9	0	9,2	17	16,8	20,2	21
p,p'-DDD	µg/kg TS	9	0	28	59	65	112	120
o,p'-DDT	µg/kg TS	9	1	<1	1,6	5	8,9	30
p,p'-DDT	µg/kg TS	9	0	3,2	23	48	132	140
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	9	0	2,1	2,9	2,8	3,3	3,5

Parameter	Einheit	N	N <BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	9	0	8	11	10,5	13	13
Organozinnverbindungen								
Mono-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	53	105	106	133	270
Di-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	57	110	112	143	170
Tri-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	200	410	409	503	580
Tetra-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	57	120	123	176	220
Mono-Octylzinn	µg/kg TS	28	21	<10	<10	k. MW	12	13
Di-Octylzinn	µg/kg TS	28	8	<10	<10	12,9	16,3	21
Tri-Cyclohexylzinn	µg/kg TS	28	28	<10	<10	k. MW	<10	<10
Tri-Phenylzinn	µg/kg TS	28	25	<10	<10	k. MW	15,4	52
Eluatuntersuchungen								
Arsen	mg/l	28	0	0,005	0,024	0,035	0,084	0,11
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	27	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,001
Kupfer	mg/l	28	25	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,003
Nickel	mg/l	28	0	0,003	0,006	0,006	0,008	0,008
Quecksilber	mg/l	28	25	<0,0002	<0,0002	k. MW	0,0003	0,0004
Zink	mg/l	28	23	<0,01	<0,01	k. MW	0,01	0,02
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Gesamtphenol	mg/l	28	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
AOX	mg/l	28	1	<0,01	0,03	0,03	0,05	0,11
pH-Wert im Eluat	-	28	0	6,6	7,2	7,2	7,4	9
Leitfähigkeit	µS/cm	28	0	414	749	760	943	995
Abdampfdruckstand	mg/l	28	0	215	446	429	537	622
DOC	mg/l	28	0	9,2	14	16,9	27,3	40
Chlorid	mg/l	28	0	16	36	40	65	88
Sulfat	mg/l	28	0	99	170	167	219	234
Fluorid	mg/l	28	27	<0,5	<0,5	k. MW	<0,5	0,67
Ammonium-N	mg/l	28	0	12	18	18	23	26
Cyanide gesamt	mg/l	28	27	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Antimon	mg/l	28	2	<0,001	0,001	0,002	0,003	0,004
Barium	mg/l	28	0	0,04	0,09	0,09	0,11	0,12
Molybdän	mg/l	28	0	0,007	0,012	0,011	0,013	0,015
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

Hamburg Port Authority

Neuer Wandrahm 4

20457 Hamburg

Tel.: +49 40 42847-0

www.hamburg-port-authority.de



WIR MACHEN HAFEN