

**WIR HALTEN**

**DEN HAFEN AUF TIEFE**

Schlickpflug im Parkhafen. Foto: B. Hochfeld, HPA

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

**2019**

---

Hamburg Port Authority  
Hafeninfrastruktur Wasser  
November 2020

<b>1</b>	<b>Überblick.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Randbedingungen.....</b>	<b>8</b>
2.1	Abflussgeschehen.....	8
2.2	Gewässergüte.....	9
<b>3</b>	<b>Baggermengen.....</b>	<b>12</b>
3.1	Baggermengen nach Herkunft und Verbleib.....	12
3.2	Zeitliche Verteilung der Unterhaltungsaktivitäten.....	14
3.3	Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveller) .....	15
<b>4</b>	<b>Peilungen und Volumenvergleich.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Schadstoffuntersuchungen.....</b>	<b>22</b>
5.1	Schadstoffbelastung der Sedimente.....	23
5.2	Ökotoxikologische Untersuchungen .....	24
5.3	Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente .....	30

## 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 2019 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 der Sedimentverbringung in die Nordsee bei „Tonne E3“ notwendig. Für das Jahr 2019 werden die Mengen das letzte Mal übergangsweise als Tonnen (Trockensubstanz) und parallel, wie bisher üblich, als Kubikmeter angegeben.

Bei der **Wassertiefeninstandhaltung** fielen 2019 insgesamt 3.3 Mio. tTS Baggergut an, das entspricht 7,9 Mio. Kubikmetern (m<sup>3</sup>). Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,2 Mio. tTS bzw. 0,3 Mio. m<sup>3</sup> schlackiges Material zugeführt. 1,6 Mio. tTS bzw. 3,7 Mio. m<sup>3</sup> wurden bei Neßsand im Gewässer umgelagert.

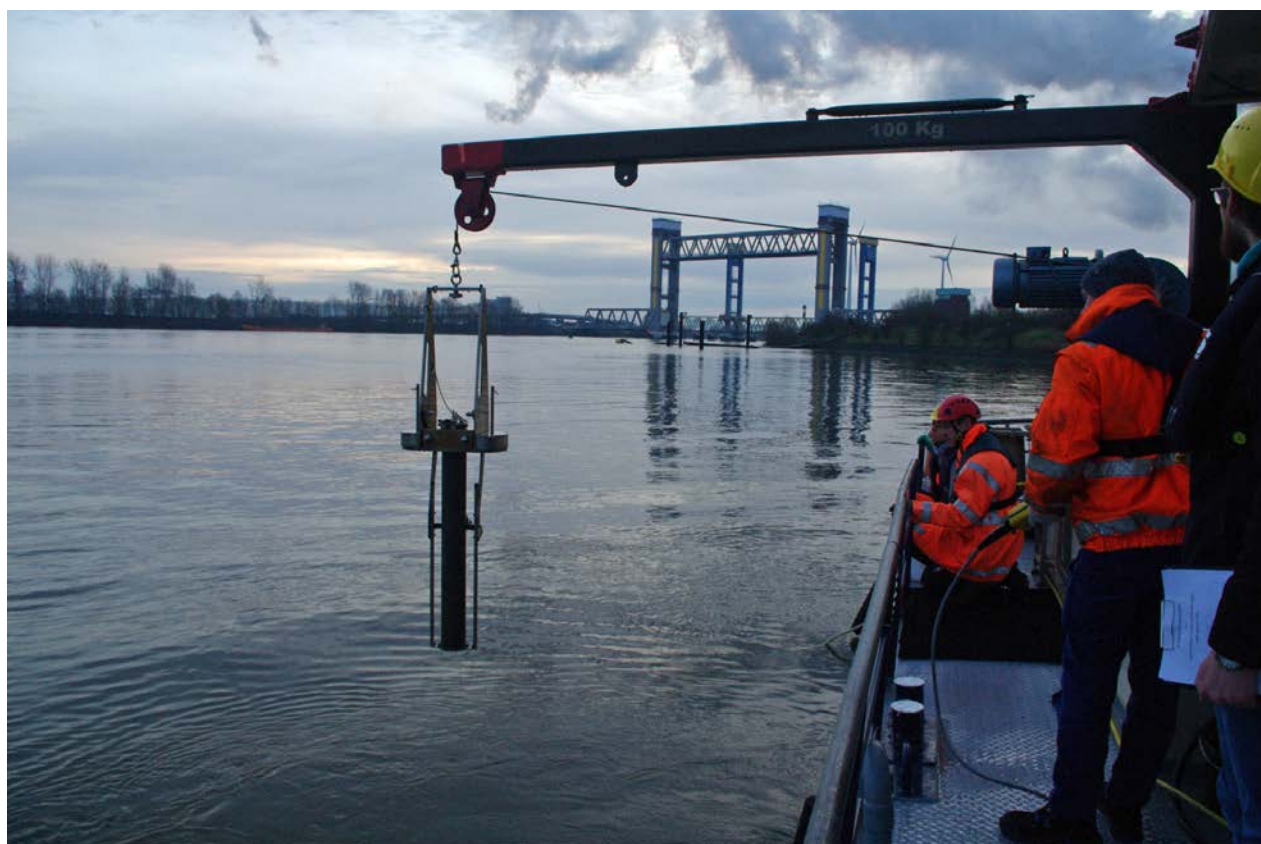


Abbildung 1: Entnahme von Sedimentproben im Hamburger Hafen (Foto: A. Seifert).

Die Umlagerung im Frühjahr 2019 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 Umlagerestelle und die Bildung von Sedimentsuspensionsschichten im Hafen weitestgehend reduziert werden. Zur Verbringung in die Nordsee wird ein separater Jahresbericht vorgelegt. Durch den fortgesetzten **Sedimentaustrag** wurde eine Entlastung des Feinsedimenthaushalts im Hamburger Baggerrevier erzielt. So konnte das Niveau der Saisonmengen trotz der niedrigen Abflüsse in etwa gehalten werden (Abbildung 2). Trotz der konsequenten Nutzung der Austragsoption Tonne E3 hat sich die unterhaltungsbedingte Gesamtbaggermenge um rund 0,5 Mio. tTS erhöht. Dies ist die Folge der langanhaltenden Trockenheit im Elbeinzugsgebiet und dem dadurch bedingten Anstieg des Sedimentinventars im Hamburger Hafen. Es wird dadurch deutlich, dass die bestehende Option Tonne E3 in solchen hydrologischen Extremphasen allein nicht ausreicht, um



einen Anstieg des Sedimentinventars im Hafen zu verhindern. Eine weitere Reduzierung der Kreislaufbaggerungen durch flexibel nutzbare zusätzliche Austragsoptionen ist daher ökologisch wie ökonomische dringend geboten. Aktuelle Datenmodelle weisen darauf hin, dass mit einem nur leicht erhöhten Austrag, die Baggermengen und das Sedimentinventar im Hafen insgesamt und dauerhaft reduziert werden könnten. Hamburg wird diesen Ansatz mit Nachdruck weiterverfolgen.

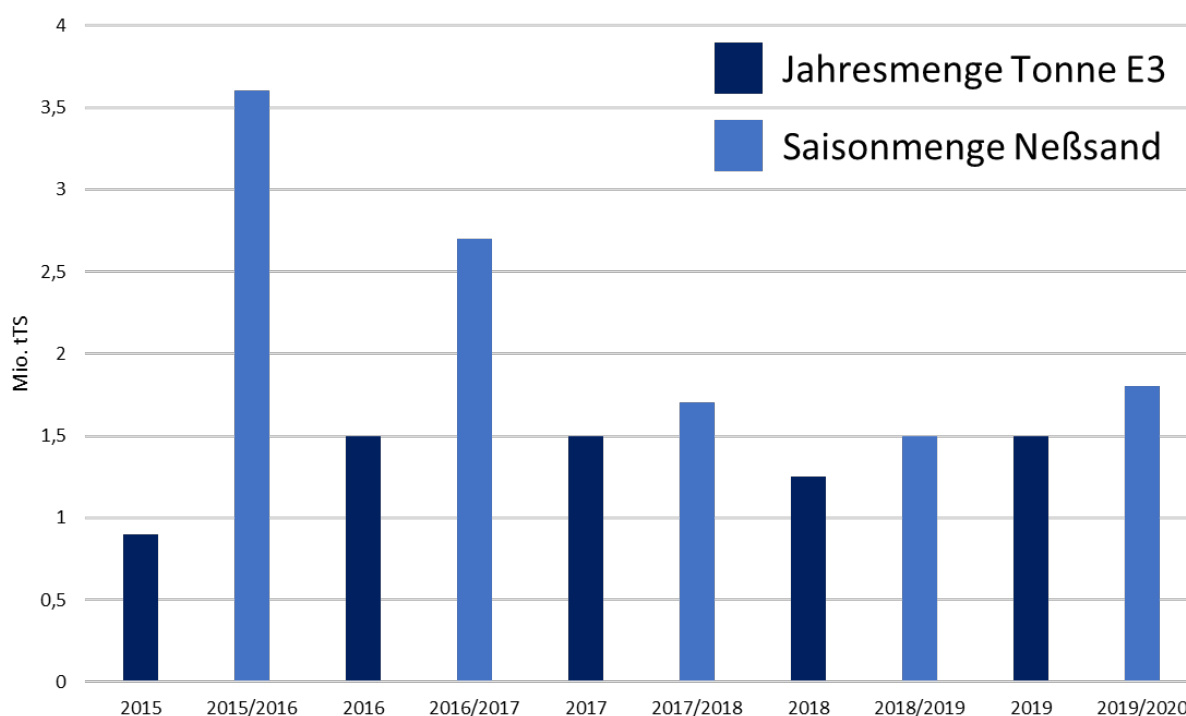


Abbildung 2: Entwicklung der saisonalen Umlagermengen (Neßsand) und der in die Nordsee verbrachten Jahresmengen (Tonne E3) in Mio. tTS.

HPA bereitet weiterhin einen – verfahrensrechtlich 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 2021 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 vorlaufendes Monitoring und eine Stakeholderbeteiligung umfasst.

Der Schlickpflug hat sich erneut sehr bewährt. Mit ihm können schnell und präzise überschüssige Sedimente im Bereich der Liegeplätze entfernt werden. Der Schlickpflug zieht diese Sedimente in tiefere Bereiche, ohne sie aufzuwirbeln, so dass sie dort anschließend konzentriert und effizient

von einem Laderaumsaugbagger aufgenommen werden können. Aufgrund der guten Ergebnisse dieser Technik und einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hat die Flotte Hamburg den Bau eines eigenen Geräts beauftragt.

Der schwebstoffgebundene Eintrag von Schadstoffen von Oberstrom hat sich auch 2019 auf einem niedrigen Niveau fortgesetzt. Maßgeblich für die geringen Einträge sind die geringen Oberwasserabflüsse, mit denen auch weniger Schwebstoffe aus dem Elbeeinzugsgebiet nach Hamburg gelangten. Nennenswerte Hochwasserwellen blieben erneut aus. Maßnahmen zur Sanierung der Elbesedimente und die damit verbundene Behebung der Umsetzungsdefizite der Wasserrahmenrichtlinie im Bereich der Oberlieger konnten auch 2019 nicht erwirkt werden.

Das Forum Tideelbe hat die im Jahr 2018 getroffene Auswahl von Maßnahmen einer vertieften Betrachtung auf ihre Wirksamkeit und Machbarkeit unterzogen. Die Arbeit des Forums wird auf der Website transparent dokumentiert ([www.forum-tideelbe.de](http://www.forum-tideelbe.de)). Parallel arbeitet die HPA weiter an der Fertigstellung des 30 ha großen Flachwassergebiets Kreetsand, die 2021 geplant ist.



Abbildung 3: Detail des im Bau befindlichen Flachwassergebiets Kreetsand (Foto: Holger Weitzel, 2019).

## 2 Randbedingungen

Situativ sind es vor allem zwei Faktoren, die die Wassertiefenunterhaltung beeinflussen können: Zum einen hat das Abflussgeschehen (Oberwasserabfluss) der Mittelelbe direkte Auswirkungen auf die Sedimentationsraten und damit die Baggermengen im Hamburger Raum. Ein niedriger, langanhaltender Abfluss führt zu einer Anreicherung von Schwebstoffen im inneren Ästuar, zu hoher Sedimentation und damit zu hohen Baggermengen im Hamburger Hafen. Niedrige Abflüsse führen allerdings auch zu einem geringeren Schwebstoff- und damit auch Schadstoffeintrag aus dem Elbeinzugsgebiet. Zum anderen ist für die Wassertiefenunterhaltung die Gewässergüte entscheidend: Niedrige Sauerstoffkonzentrationen und/oder hohe Wassertemperaturen können dazu führen, dass bestimmte Unterhaltungsaktivitäten aus ökologischen Gründen unterbleiben müssen.

### 2.1 Abflussgeschehen

Der mittlere Abfluss der Elbe, gemessen am Pegel Neu Darchau, war mit  $403 \text{ m}^3/\text{s}$  im Jahresmittel (Kalenderjahr) erneut extrem niedrig. Zum sechsten Mal in Folge seit 2013 lag der Jahresmittelwert sehr deutlich unter dem langjährigen Mittelwert von knapp  $700 \text{ m}^3/\text{s}$ . Eine so langanhaltende Zeitphase mit (teilweise drastisch) niedrigen Abflüssen der Elbe hat es seit Beginn der Datenaufzeichnungen noch nicht gegeben.

Lediglich an 9 Tagen (Ende März) wurden Abflusswerte von über  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  gemessen. Das Jahresmaximum fiel mit  $1155 \text{ m}^3/\text{s}$  (am 25. März) ausgesprochen bescheiden aus. Die für die Elbe eigentlich typischen, kräftigen Frühjahrshochwasser, die mit Abflüssen von  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$  und mehr für einen nachhaltigen stromab gerichteten Sedimenttransport sorgen, sind in den letzten Jahren ausgeblieben. Der höchste Abflusswert seit dem Sommerhochwasser von 2013 beträgt ganze  $1360 \text{ m}^3/\text{s}$ , gemessen im Januar 2015.

Letztlich wurden in keinem Monat des vergangenen Jahres die langjährigen mittleren Abflusswerte auch nur annähernd erreicht oder gar überschritten. Der „beste“ Monat war noch der März, als mit durchschnittlich  $861 \text{ m}^3/\text{s}$  immerhin 80% des langjährigen Monatsmittelwerts erreicht wurden. In den Sommermonaten (Juli, August, September) betrug die Anteile an den langjährigen Abflussmitteln lediglich rd. 40%. Der Sommer 2019 fiel damit ähnlich trocken aus wie der des Jahres 2018. Dies belegen auch weitere Kennzahlen: 2019 gab es 83 Tage mit Abflüssen unter  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ , eine fast gleich hohe Zahl wie im Vorjahr. 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 wurde am 8. September 2019 mit  $160 \text{ m}^3/\text{s}$  registriert; auch dies ist ein ähnlich niedriger Minimalwert wie 2018 - und einer der niedrigsten überhaupt in Neu Darchau gemessenen Abflüsse.



In Abbildung 4 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2013 bis 2019 dargestellt.

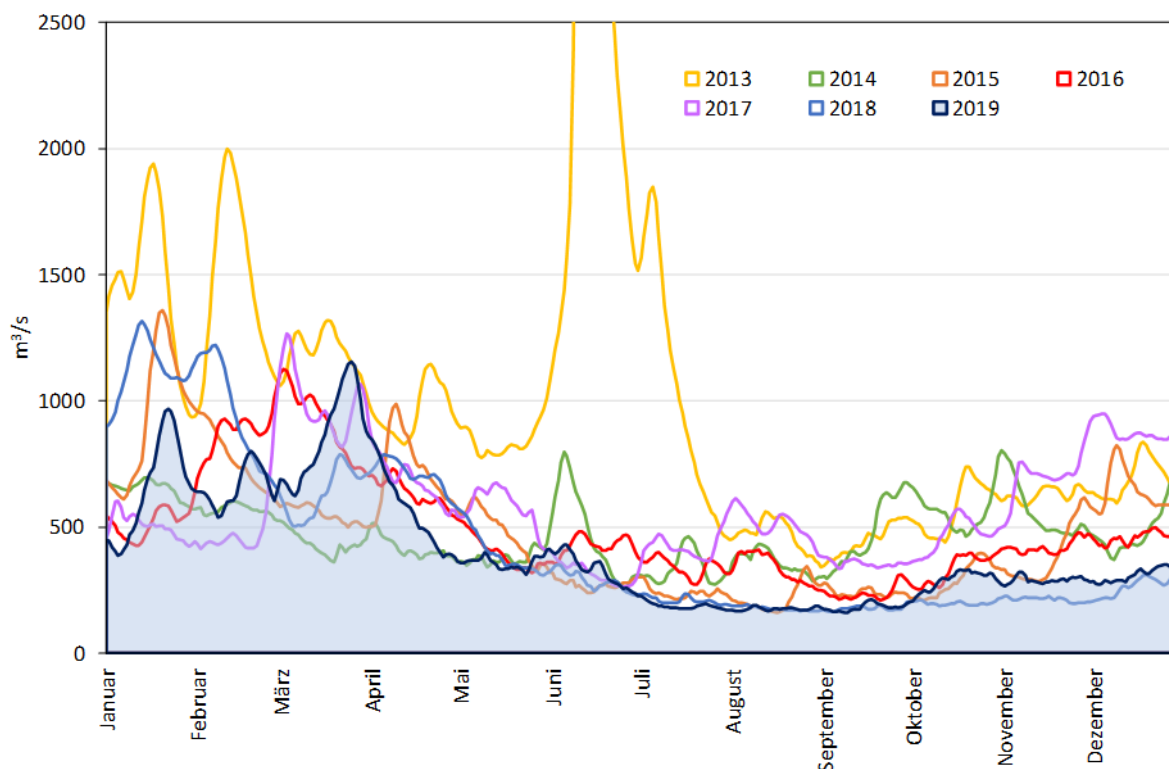


Abbildung 4: Abfluss der Jahre 2013 bis 2019 am Pegel Neu-Darchau (Tagesmittelwerte). Außerhalb der Skalierung liegt der Spitzenabfluss im Juni 2013 mit  $Q=4.050 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 2.2 Gewässergüte

An der Messstelle Seemannshöft erfolgen durch das Institut für Hygiene und Umwelt kontinuierliche Messungen zur Gewässergüte, u.a. der Parameter Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt. In Abbildung 5 sind die entsprechenden Tagesmittelwerte des Jahres 2019 dargestellt.

Im Zeitraum vom 7. April bis 8. November betrug die Wassertemperatur mehr als  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Eine sehr ähnliche Dauer wurde auch im Vorjahr verzeichnet. Die Maximaltemperatur wurde 2019 Ende Juni mit  $23,7 \text{ }^\circ\text{C}$  registriert. Insgesamt war die Elbe im vergangenen Jahr nicht ganz so stark aufgeheizt wie im Sommer 2018, als ein Höchstwert von  $25,5 \text{ }^\circ\text{C}$  und 17 Tage, an denen das Wasser mindestens  $24 \text{ }^\circ\text{C}$  warm war, verzeichnet wurden.

Die Sauerstoffsituation im Hafen stellte sich angesichts der schlechten Randbedingungen (niedriger Abfluss, hohe Wassertemperaturen) 2019 vergleichsweise gut dar: Insgesamt sank der Sauerstoffgehalt in Seemannshöft an 64 Tagen vollständig oder zeitweise unter die fischkritische Grenze von 4 mg/l. Das sind 14 Tage mehr als im Vorjahr, aber immerhin deutlich weniger als in wirklich schlechten Jahren (98 Tage in 2003, 75 in 2004). Bei Sauerstoffgehalten unter 4 mg/l wurde aus Gewässerschutzgründen auf den Einsatz von Schlickpflug und Wasserinjektionsgeräten in schlickigen Bereichen verzichtet. Kennzeichnend in 2019 war ein deutliches Sauerstofftal im Juni (später als im Vorjahr) und eine weitere, weniger stark ausgeprägte Mangelsituation im August. Positiv festzuhalten ist, dass sehr niedrige Sauerstoffkonzentrationen mit Werten unter 2 mg/l in 2019 nicht auftraten, so dass kein Fischsterben zu verzeichnen war.

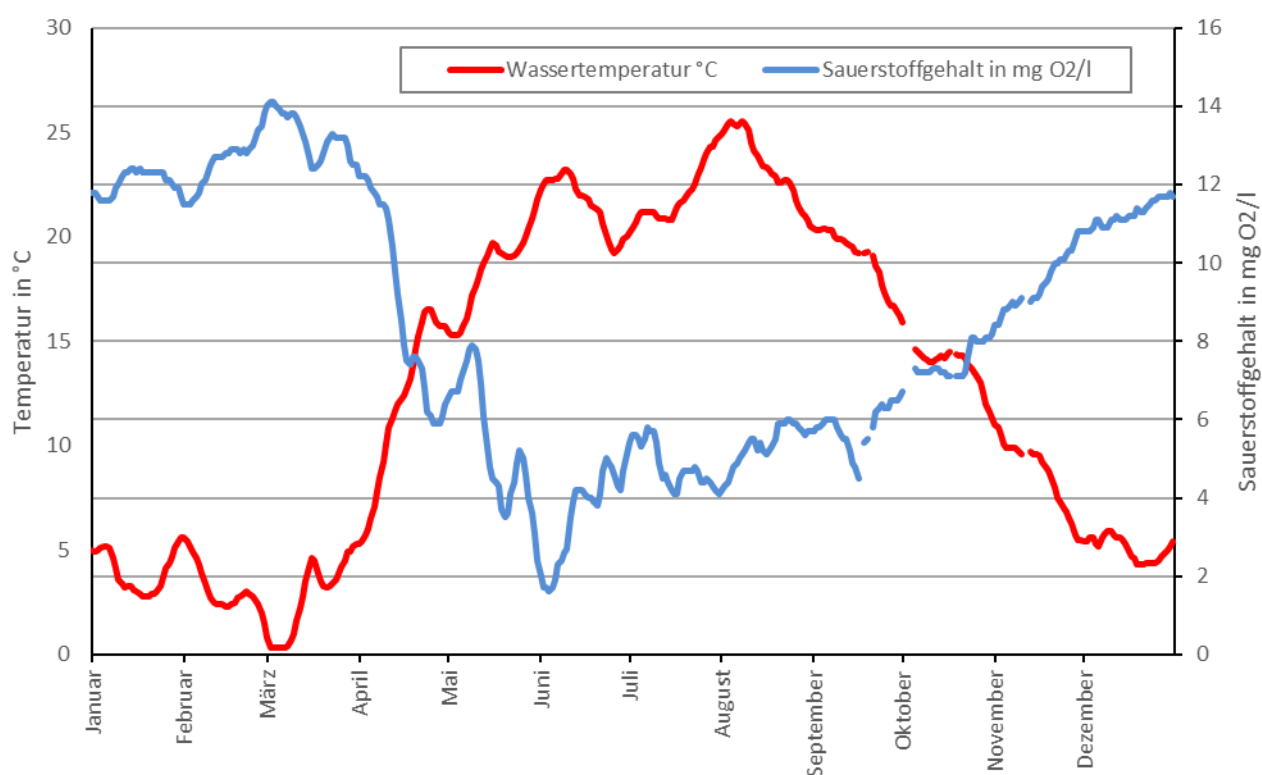


Abbildung 5: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte im Jahr 2019 an der Dauermeßstelle Seemannshöft des IHU.

Abbildung 6 zeigt die Entwicklung der Tage mit niedriger Sauerstoffkonzentration von 1965 bis 2019 an der Messstelle Seemannshöft. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass vor Allem die besonders kritischen Sauerstoffsituation in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich abgenommen haben. Hier macht sich insbesondere die drastische Reduzierung direkter Einleitungen aus primären Schadstoffquellen im Oberlauf der Elbe bemerkbar.

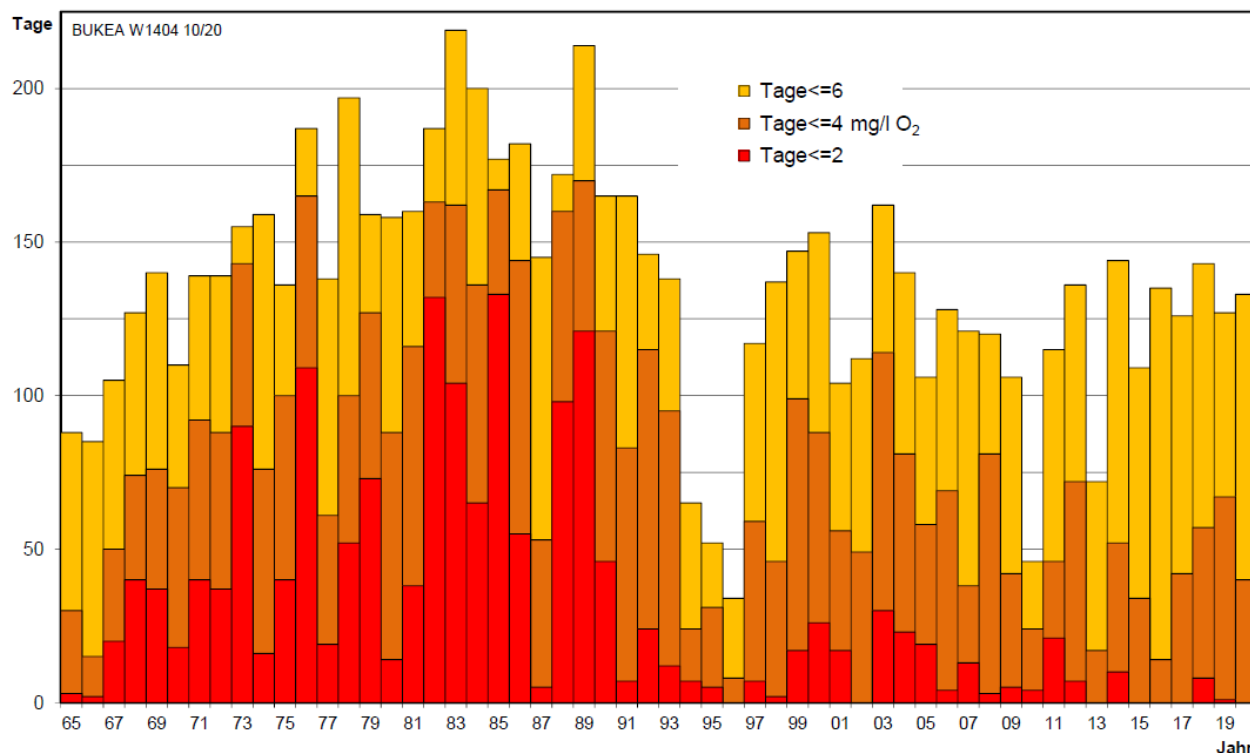


Abbildung 6: Anzahl der Tage niedriger Sauerstoffkonzentration in der Elbe bei Seemannshöft (Quelle: BUKEA).

### 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, werden die Mengen jetzt in Tonnen Trockensubstanz (tTS) angegeben, 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 mengenmäßig nicht miterfasst.

#### 3.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2019 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe insgesamt rd. 4,48 Mio. tTS (bzw. 8,76 Mio. m<sup>3</sup>) Sediment gebaggert. Von diesen Baggerungen waren 3,27 Mio. tTS (bzw. 7,95 Mio. m<sup>3</sup>) für die eigentliche Wassertiefenunterhaltung erforderlich.

Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2019 nach Verbleib. In Anlage 2 befindet sich ein detaillierter Überblick der gebaggerten Mengen, unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

Tabelle 1: Baggermengen im Jahr 2019 nach Verbleib (gerundet).

Verbleib	m <sup>3</sup> PM BASSIN	tTS
<b>Verbleib im Gewässer</b>		
• Umlagerung bei Neßsand*	3.863.000	<b>1.567.000</b>
• Verbringung in die Nordsee (Tonne E3)*	3.778.000	<b>1.500.000</b>
• Boden zur Übertiefenverfüllung und Aufhöhung <sup>1</sup>	700.000	<b>1.034.000</b>
<b>Entnahme an Land</b>		
• Boden zur Behandlung: Verwertung/Beseitigung*	288.000	<b>196.000</b>
• Boden (mineralölverunreinigt) zur Behandlung: Beseitigung*	16.700	<b>8.600</b>
• Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und – unterbringung	118.000	<b>179.000</b>
<b>*Summe nur Wassertiefenunterhaltung</b>	<b>7.945.700</b>	<b>3.271.600</b>
Gesamtsumme	8.763.700	4.484.600

<sup>1</sup> Aufhöhung der 4,5m-Linie vorm NSG Neßsand (naturschutzfachliche Maßnahme mit 279.000 tTS)

\*Umlagerung + Verbringung + Boden zur Behandlung

Die Baggermengen der Unterhaltung liegen bei anhaltend ungünstigen hydrologischen Bedingungen 2019 etwas über den Mengen von 2018. Die Mengen der Umlagerung bei Neßsand lag rund 0,25 Mio. tTS höher als im Vorjahr. Auch die Mengen, die in die Nordsee verbracht und die damit dauerhaft dem System entzogen wurden, mussten um 0,25 Mio. tTS erhöht werden. Aufgrund der Abflussverhältnisse wurde die Umlagerung wie schon 2018 bis Jahresende auf das allernötigste zurückgefahren und stattdessen die Verbringung in die Nordsee bis in den Dezember fortgesetzt.

Betrachtet man die Entwicklung der Mengen der Umlagerung bei Neßsand nicht jahresweise, sondern saisonweise zeigt sich erstmals wieder eine Zunahme gegenüber der Vorsaison (vgl. Abbildung 2). Dennoch besteht an der Richtigkeit der Strategie des Austrags von Feinsediment zur Entlastung des inneren Ästuars kein Zweifel. Der Anstieg zeigt lediglich, dass der Austrag bei den extremen Abflussverhältnissen der vergangenen Jahre und insbesondere 2019 nicht ausreicht und im Sinne einer nachhaltigen Sedimentbewirtschaftung um weitere Optionen ergänzt werden sollte.

Ein Vergleich der Mengenangaben m<sup>3</sup> Profilmaß zu tTS seit 2001 zeigt für das umgelagerte Baggergut nur geringe Varianzen (Abbildung 7). 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.



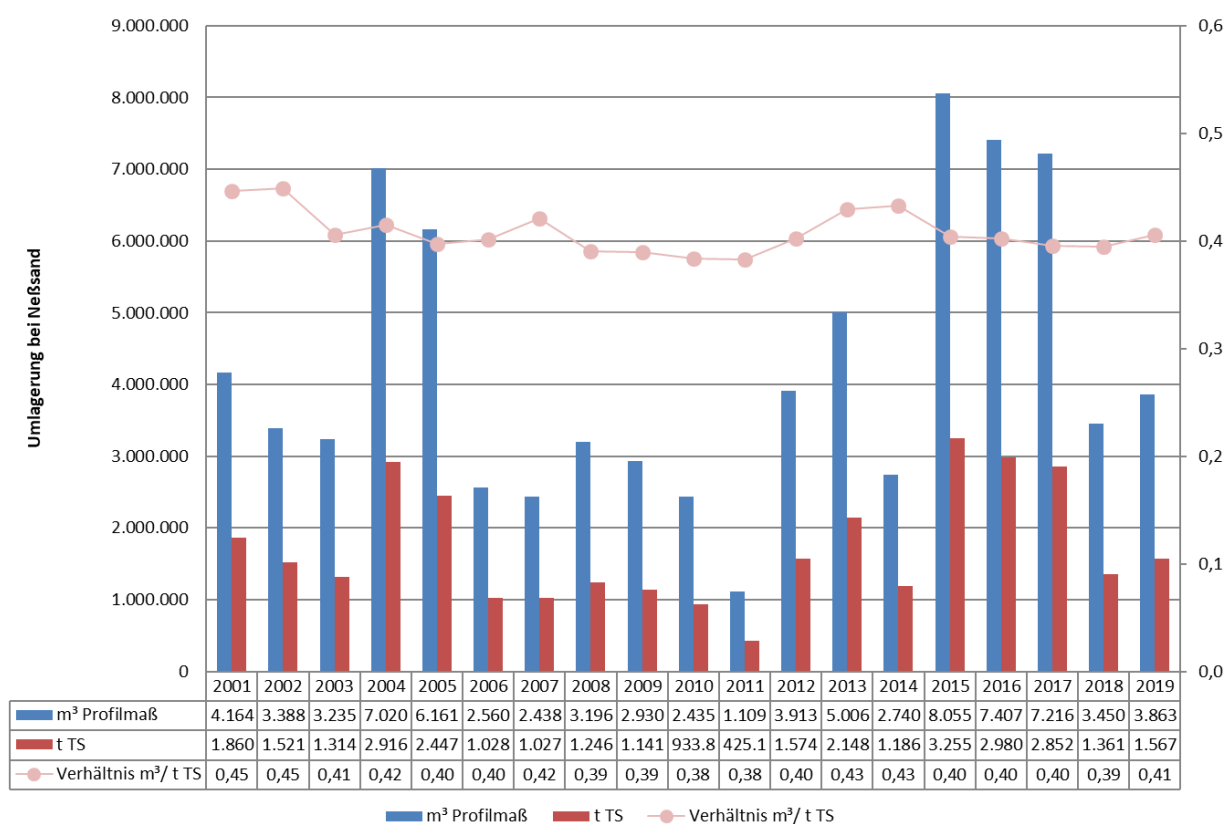


Abbildung 7: Umlagerung Neßsand: Vergleich m³ Profilmmaß zu Tonnen Trockensubstanz (tTS).

### 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 1,57 Mio. tTS bzw. 3,86 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 2019 nicht in Anspruch genommen.

Nach Abschluss der Umlagersaison folgt immer eine Phase der Konsolidierung und Neusedimentation. Anhaltend geringe Oberwasserabflüsse und hohe Sedimentationsraten haben zu der Entscheidung geführt, auch 2019 wieder frühzeitig mit der Verbringung in die Nordsee zu beginnen. Die ersten Freigaben lagen Ende Mai vor und am 24. Juni konnte dann begonnen werden. Hierzu

wurde bis Ende Dezember der 11.300 m<sup>3</sup> fassende Laderaumsaugbagger *James Cook* eingesetzt der vom 24. August bis zum 2. November durch einen zweiten, etwas kleineren Bagger *Al Idrisi* (7.500 m<sup>3</sup>) ergänzt wurde. Sukzessive wurden die Gebiete Köhlbrand, Süderelbe, Norderelbe, Parkhafen, Waltershofer Hafen, Sandauhafen, Vorhafen, Rethe und Köhlfleet bearbeitet. Bis Ende des Jahres wurden so 1,5 Mio. tTS zur Tonne E3 verbracht.

Abbildung 8 gibt einen Überblick über die wöchentlichen Baggergutmengen (tTS) zur Umlagerung, zur Landbehandlung und Entsorgung sowie zur Verbringung in die Nordsee im Jahr 2019. Insgesamt liegen die Wochenleistungen etwas über denen des Vorjahres. Erneut zeigt sich eine sehr geringe Umlagerung in der zweiten Jahreshälfte und die Verbringung in die Nordsee bis in den Dezember als wirksame Anpassung an die langanhaltend extrem niedrigen Abflüsse.

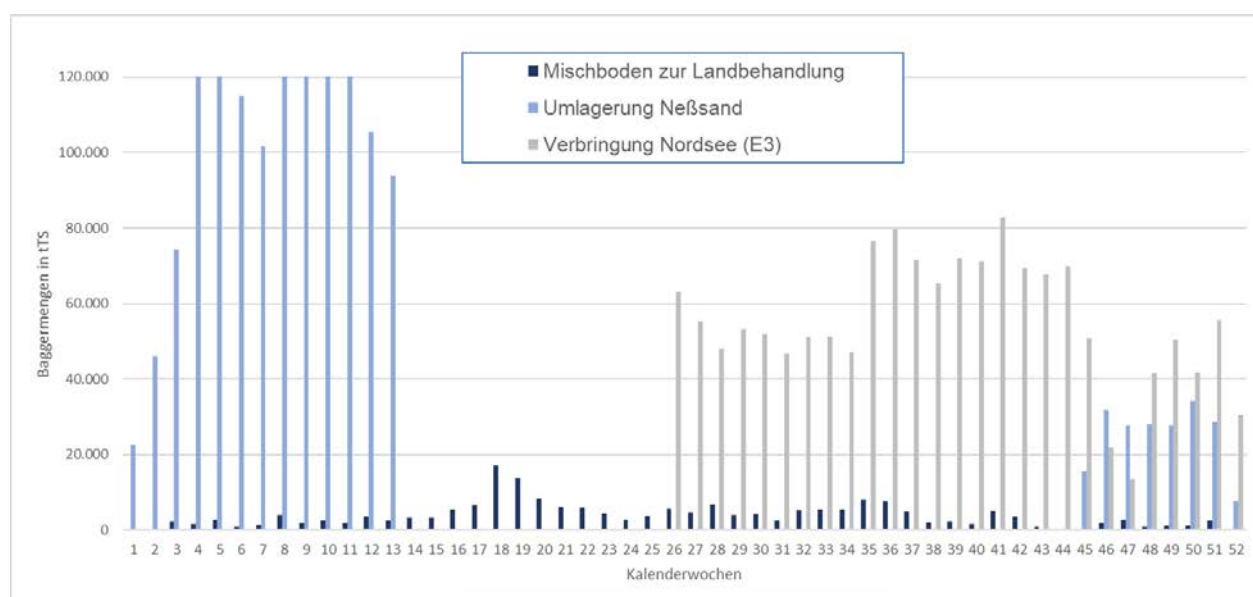


Abbildung 8: Wöchentliche Baggergutmengen (tTS) der Umlagerung innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie Verbringung in die Nordsee (Tonne E3) und Landbehandlung für 2019.

### 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 9: Wasserinjektionsgerät Akke im Einsatz auf der Riffelstrecke. (Foto: Christian Jonas).

Gemäß Handlungskonzept 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 Umweltbe-

hörde (BUKEA) durchgeführt. Zwingend erforderlich ist hingegen der WI-Einsatz nach Hoppereinsätzen, da erst hinterher die erforderlichen Wassertiefen nautisch voll zur Verfügung gestellt werden können. 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 2019 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt 2033 Stunden zum Einsatz, 60 mehr als im Vorjahr. 1456 Einsatzstunden entfielen davon auf die Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe (Riffelstrecke), sowie 372 Stunden auf Entfernung von Schlicklinsen. Lediglich 205 Stunden wurden Arbeiten zur Ebnung der Gewässersohle nach dem Einsatz von Hopperbaggern („TSHD“ = **T**ailing-**S**uction-**H**opper-**D**redger) durchgeführt. Abbildung 10 stellt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2019 dar.

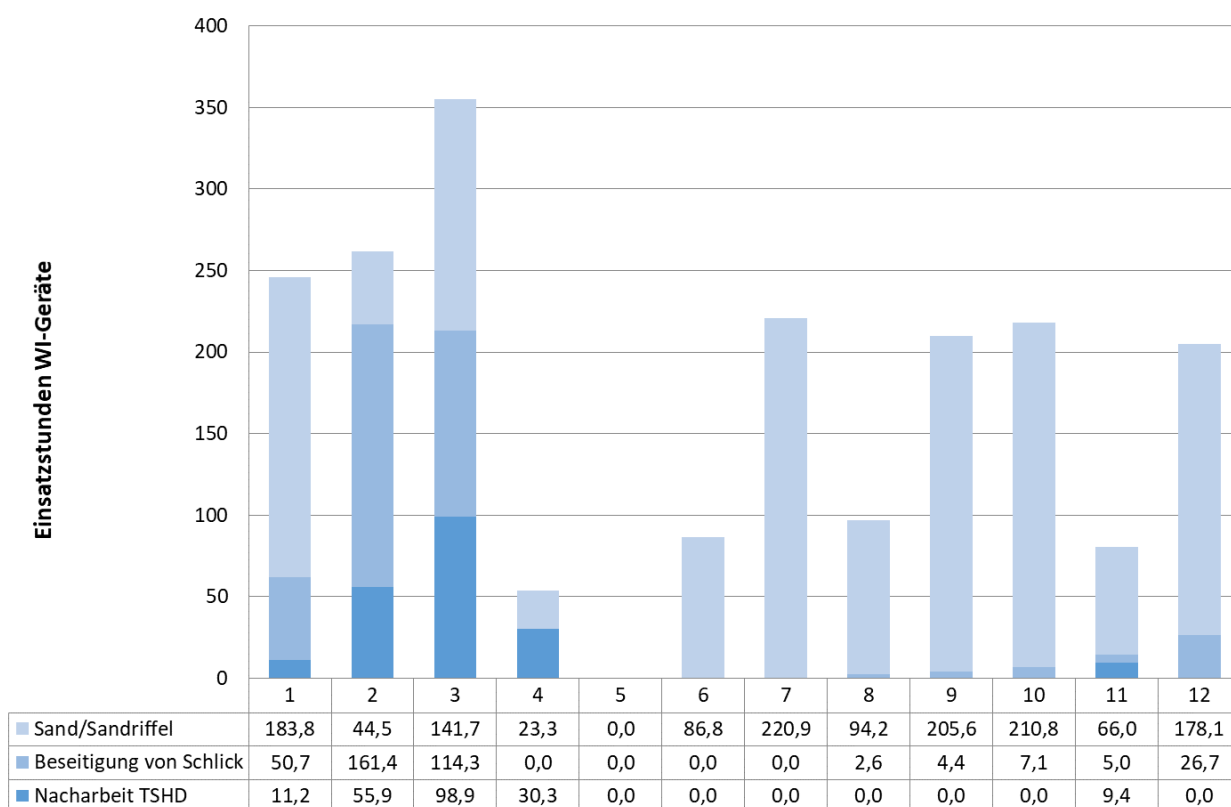


Abbildung 10: Einsatzzeiten des Wasserinjektionsverfahrens 2019, monatsweise Darstellung, Januar (1) bis Dezember (12).

Der Einsatz eines leistungsstarken Schlickpflugs, des sogenannten **Bed Levellers Kees Jr.** ist seit 2016 ein bewährter und unverzichtbarer Bestandteil der Unterhaltung (Abbildung 11). Anders als beim Wasserinjektionsverfahren wird der Schlick nicht verflüssigt, sondern über kurze Entfernungen mechanisch in einen anderen Bereich gezogen. Dadurch bleibt die Konsistenz des Schlicks überwiegend erhalten.

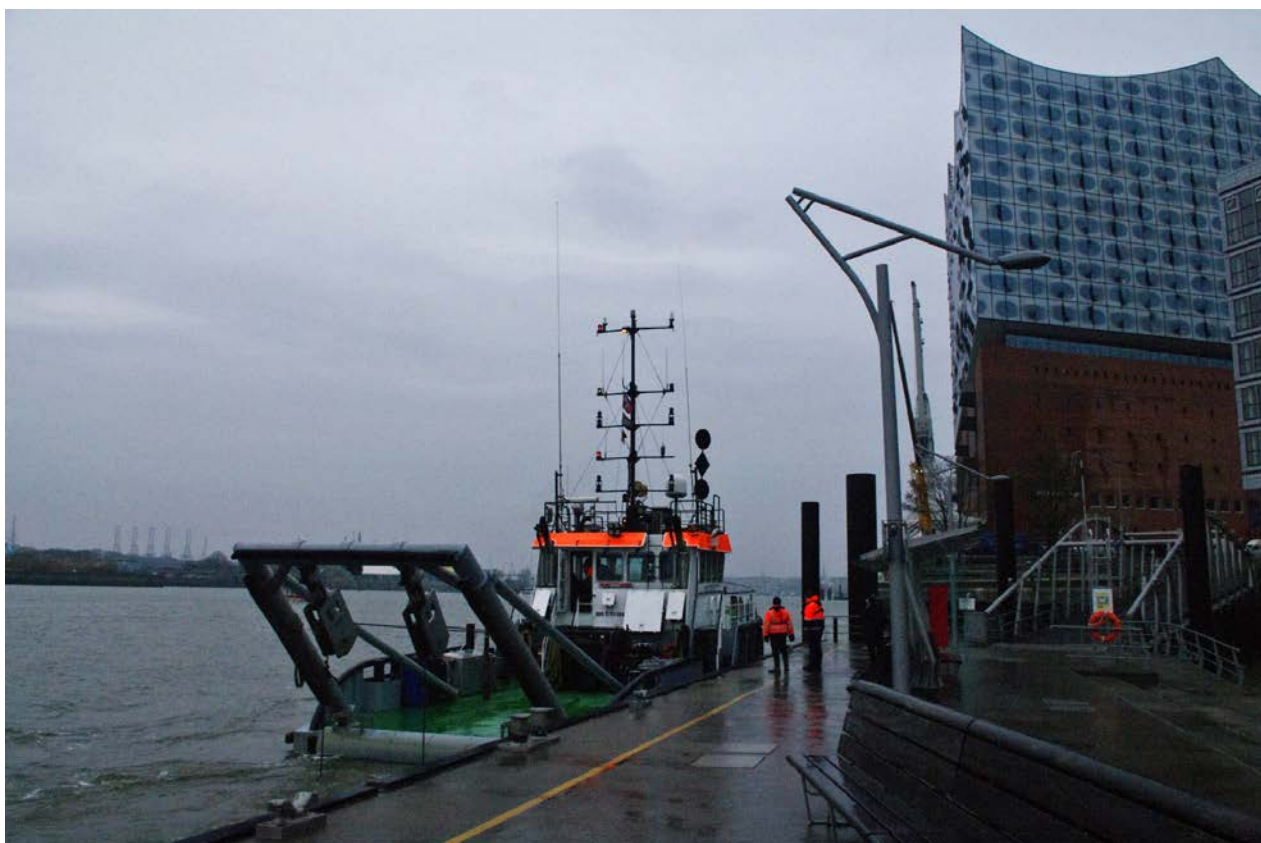


Abbildung 11: Der Bed-Levellers Kees Jr. Mit abgesenktem Schlickpflug (Foto: Boris Hochfeld).

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 (Abbildung 12). Das Gerät *Kees Jr.* war ganzjährig durchgängig im Einsatz, 2019 insgesamt 2817 Stunden. Den Hauptteil der Arbeiten (1939 Stunden) machten dabei kleinräumige Schlickverlagerungen als Zuarbeit zu den Hopperbaggern aus (Liegeplätze). 61



Stunden wurde das Gerät zur Beseitigung von Sandriffeln eingesetzt, dabei wird ein spezieller Sandpflug montiert. 812 Stunden wurden Nacharbeiten nach den Hopperbaggereinsätzen zur Planung der Gewässersohle durchgeführt. Die Erfahrung zeigt, dass das Gerät sehr effizient und vielseitig einsetzbar ist und daher auch zukünftig fester Bestandteil der Unterhaltung bleiben wird.

Kleinere Arbeiten am Gewässergrund wurden außerdem vom HPA-eigenen Schlickpflug *Otto Stockhausen* durchgeführt. Im Jahr 2019 fielen hierbei insgesamt 288 Leistungsstunden an, überwiegend zur Schlickbeseitigung.

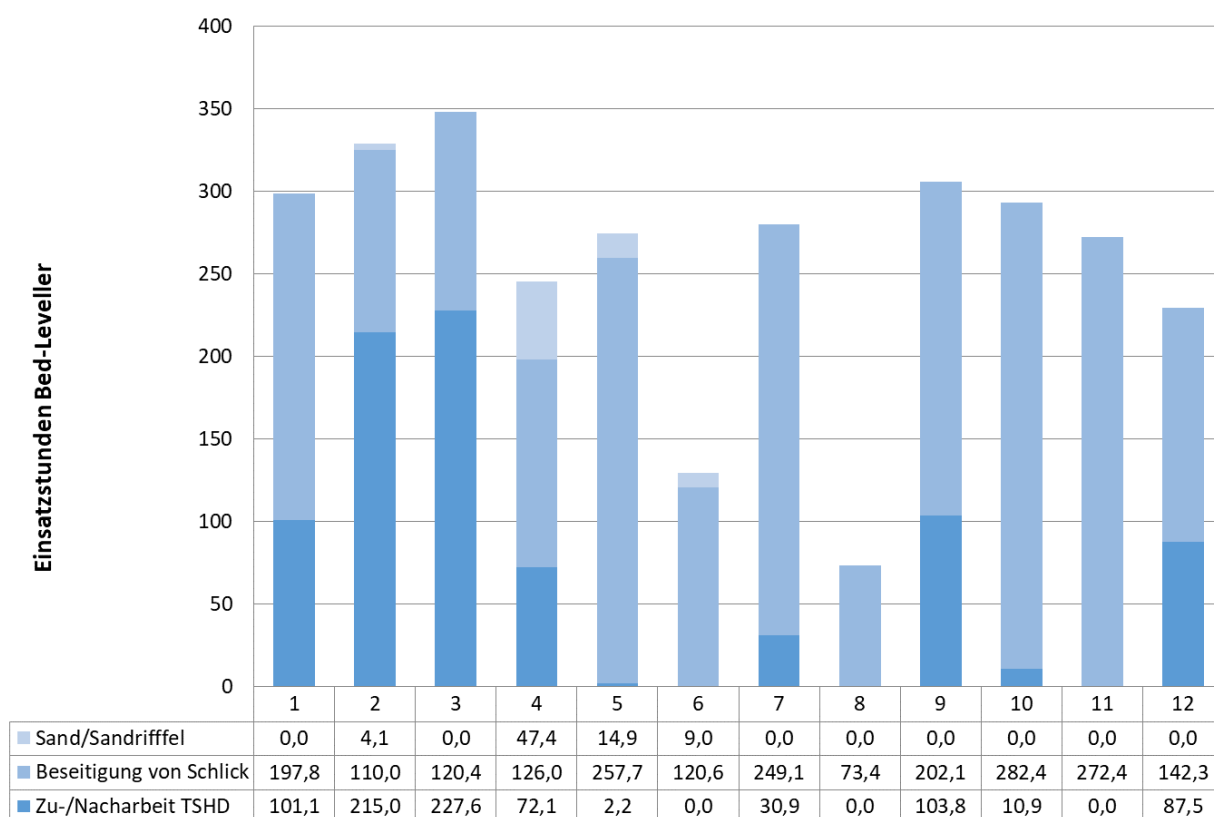


Abbildung 12: Einsatzzeiten des Bed-Levellers Kees Jr. und des Schlickpflugs Otto Stockhausen 2019, monatliche Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

## 4 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 30.11.2018 bis zum 21.11.2019 wurden neun 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 13) 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 14 dargestellt. Die Aufsummierung der Auf- und Abträge ergibt für 2019 einen Abtrag von rd. -482.000 m<sup>3</sup>. Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.

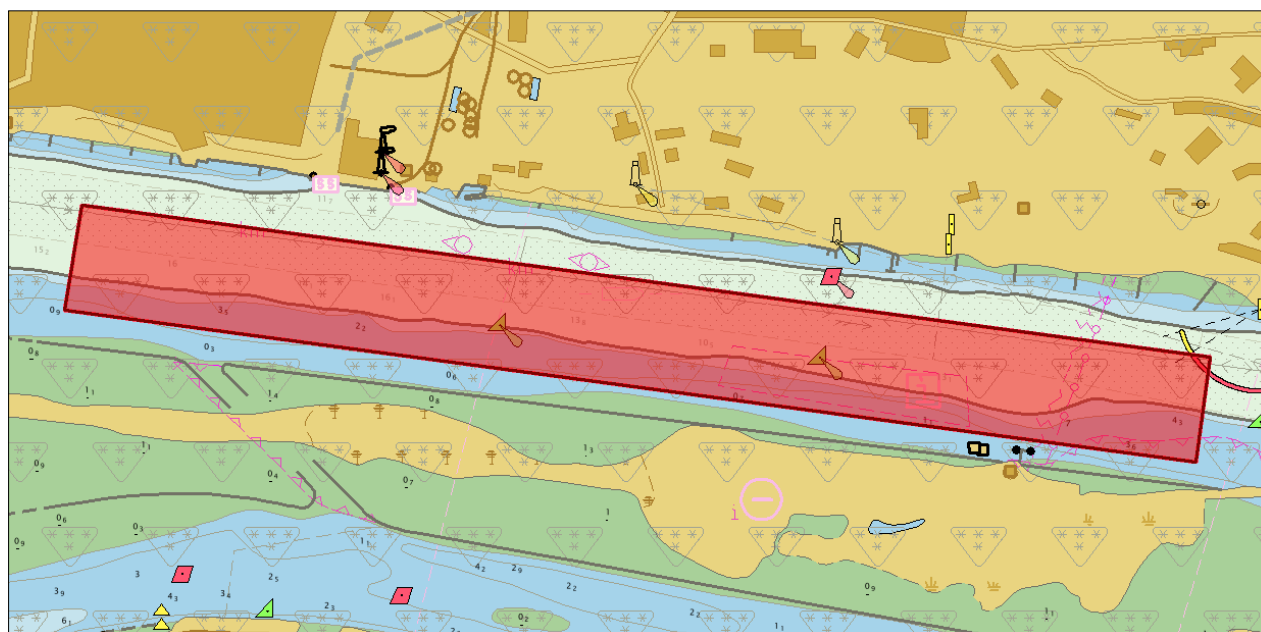


Abbildung 13: Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand.

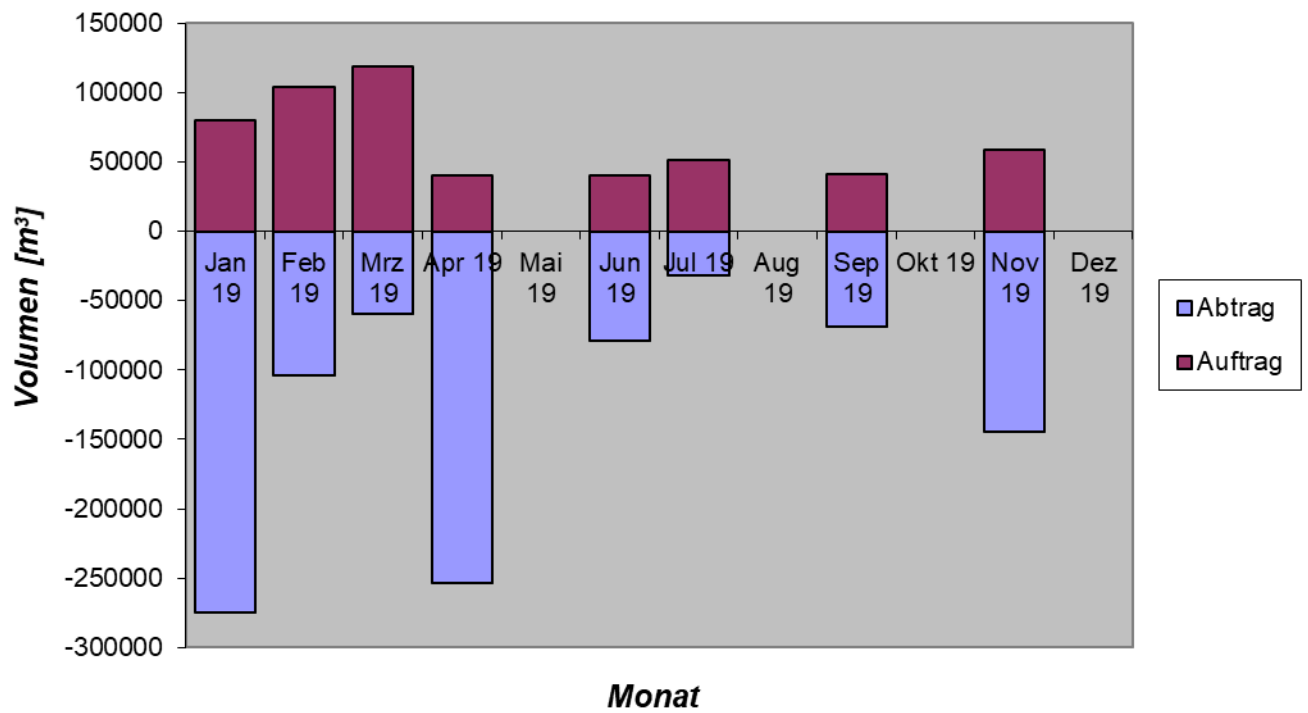


Abbildung 14: Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2019.

## 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 (Abbildung 15), 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).

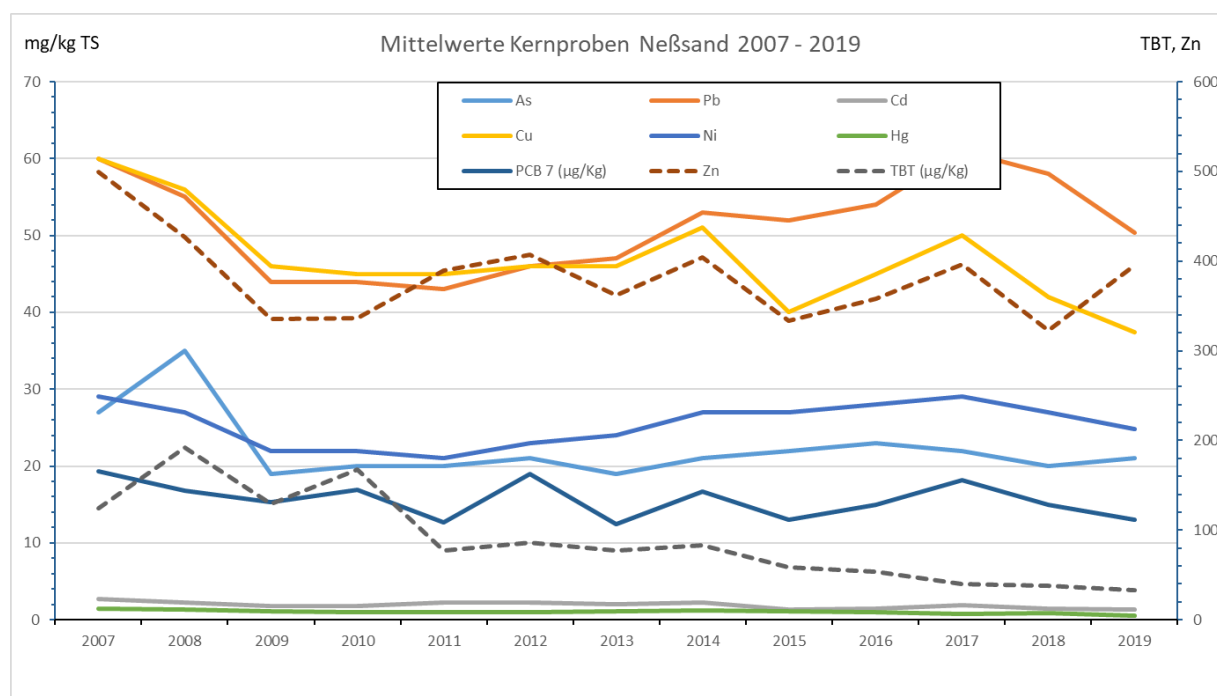


Abbildung 15: Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Kernproben 2007 – 2019, Bestimmung in der Gesamtfraktion.

## 5.1 Schadstoffbelastung der Sedimente

Die Beurteilung der Schadstoffgehalte des im Hamburger Hafen angefallenen Baggerguts erfolgte gemäß der Handlungsvereinbarung zwischen BUE und HPA. Folgende Schadstoffuntersuchungen wurden an Sedimenten und auch an aufbereitetem Baggergut für die landseitige Verwertung bzw. Beseitigung durchgeführt:

- Zur Einschätzung der Entwicklung der Schadstoffgehalte der frischen Sedimente werden jedes Jahr im Frühsommer im Elbeabschnitt von Geesthacht bis Wedel Oberflächenproben an festgelegten Probenahmepunkten entnommen (Referenzbeprobung, 16 Proben). Diese Proben zeigen die aktuelle Belastungssituation auf und lassen, unter Berücksichtigung der Oberwasserführung, eine Veränderung der Belastung der Sedimente über die Jahre erkennen. Die jährliche Beprobung fand im Zeitraum vom 04.06.2019 - 09.06.2019 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2019 sind in Anlage 4 dargestellt.
- Seit 2016 wird neben Baggergut aus der Delegationsstrecke auch Baggergut aus den Hafenbeckeneinfahrten in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Die 2019 für die Nordseeverbringungen erforderlichen Freigabeuntersuchungen wurden ab April vorgenommen. Diese Freigabeuntersuchungen können auch für die Ermittlung der Sedimentqualität von Baggergut welches zur Klappstelle Neßsand verbracht wird herangezogen werden. Für die Bewertung der Qualität der zu baggernden Sedimente wurden die Ergebnisse der Schadstoffanalysen von insgesamt 200 Sedimentkernen aus dem Jahr 2018 und dem Jahr 2019 ausgewertet. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen sind in den Anlagen 5 und 6 dargestellt, getrennt in den Umlagerungszeitraum Januar bis März und November bis Dezember. Die Ergebnisse der ökotoxikologischen Untersuchungen aus dem Jahr 2019 sind in Anlage 7 zusammengestellt.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen des 2019 an Land in der METHA aufbereiteten Schlicks sind in Anlage 8 aufgeführt.

Die Schadstoffgehalte der frisch abgelagerten Sedimente werden maßgeblich durch das Abflussgeschehen beeinflusst. Durch den Eintrag großer Mengen gering belasteter Sedimente von Unterstrom kommt es bei langanhaltend niedrigem Oberwasserabfluss zu einer verstärkten Verdünnung der höher belasteten oberstrombürtigen Sedimente. Wegen dieses Verdünnungseffektes liegt die Schadstoffbelastung der frischen Sedimente, nach den Ergebnissen der Referenzbeprobung 2019, wie in den Vorjahren insgesamt auf niedrigem Niveau. Als Hinweis für die Einmischung unterstrombürtiger Schwebstoffe in die Sedimente im Bereich des Hafens dienen die Schwermetallgehalte in der Fraktion  $< 20 \mu\text{m}$ . Diese bewegen sich 2019 auf dem relativ niedrigen Niveau der letzten sechs, von geringen Oberwasserabflüssen bzw. der Einmischung geringer belasteter Sedimente von Unterstrom, geprägten Jahre bzw. geringfügig darüber.

Die höchsten Schwermetallgehalte wurden wieder in den frischen Sedimenten oberhalb Hamburgs im Bereich der oberen Tideelbe ermittelt. Hier sedimentieren stärker belastete Schwebstoffe und



Sedimente aus der mittleren und oberen Elbe und der verdünnende Effekt der Einmischung geringer belasteter Sedimente von Unterstrom fehlt.

Der größte Teil des bei Neßsand umgelagerten Baggergutes stammt aus den strömungsberuhigten Bereichen der Hafeneinfahrten von Norder- und Süderelbe, in denen sich unter den seit 2014 anhaltenden hydrologischen Bedingungen überwiegend sehr feinkörnige schwebstoffbürtige Sedimente ablagern. Korrespondierend mit den sehr hohen Feinkornanteilen (Anteil Fraktion < 63µm über 80 Gewichts-% TS) sind diese Sedimente auch durch sehr hohe TOC-Gehalte von im Mittel > 3,5 Gewichts % TS charakterisiert.

Bezüglich der 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 (PCB, HCH, DDT-Verbindungen und HCB).

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

Die Gehalte an Organozinnverbindungen sind weiterhin rückläufig, jedoch ist auch noch 12 Jahre nach dem Verbot TBT-haltiger Schiffsanstrichen durch die IMO (International Maritime Organisation) eine, wenn auch vergleichsweise geringe Belastung, der frischen, schwebstoffbürtigen Sedimente mit Organozinnverbindungen festzustellen. Die mittleren Gehalte an Tributylzinn (TBT) wurden 2018 mit 30 µg OZV/kg TS bestimmt. 2019 lag der mittlere TBT-Gehalt der Sedimente bei 26 µg/kg.

Wie auch in den Vorjahren mit geringer Oberwassermenge wurde das nach Neßsand verbrachte Baggergut 2019 nicht effizient bzw. nachhaltig genug aus dem Hamburger Gewässerabschnitt ausgetragen.

## 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, 2015) und eintretende Beeinträchtigungen der Organismen gemessen. Wie 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 Probe 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.

Seit 2018 ist bei den ökotoxikologischen Analysen für die Verbringung des Baggergutes zur Tonne E3 nur noch die marine Testpalette als Bewertungsmaßstab anzusetzen. Daher erfolgten die seit Sommer 2018 durchgeführten Biotestuntersuchungen 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 Aufsatzung des Eluates unterscheiden. Die 2019 erhobenen Daten (38 Proben in der Delegationsstrecke und 35 Proben in den Hafenzufahrten) der marinen Testpalette sind in Abbildung 16 der Vollständigkeit halber mit dargestellt. In Abbildung 17 und in Anlage 7 sind die Ergebnisse der für die Umlagerung nach Neßsand beurteilungsrelevanten limnischen Testpalette aufgeführt. Da es in Hamburg nach wie vor 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 2019 beprobt und mittels mariner Testpalette analysiert. In den Eluatens werden im marinen Algentest in allen Gebieten fast ausschließlich Werte zwischen pT0 (unbelastet) und pT2 (gering belastet) ermittelt (Abbildung 16). Im Algentest Porenwasser wird für sieben Proben jeweils ein Wert von pT3 (mäßig belastet) ermittelt, sechs Proben weisen einen Wert von pT4 (erhöht belastet) auf (Abbildung 16), jedoch liegt der Medianwert mit pT1 (sehr gering belastet) niedrig. Auch der für das Porenwasser des Algentests ermittelte Mittelwert ist mit 1,3 niedrig.

An den Eluatens werden im Leuchtbakterientest größtenteils Werte von pT0 bis pT1 ermittelt, vereinzelt treten pT-Werte von 4 (erhöht belastet) auf. Die Ergebnisse des Leuchtbakterientest an den Porenwässern überstreichen ebenfalls eine Spanne von pT 0 (unbelastet) bis pT4 (belastet). Der Medianwert der Leuchtbakterientest-Porenwassergehalte liegt bei pT1 (sehr gering belastet) und der arithmetische Mittelwert bei 1,0.

Die Sedimente zur Umlagerung nach Neßsand wurden im Zeitraum November bis Dezember 2019 an insgesamt 18 Stationen über die gesamte Schnitttiefe beprobt und mit der limnischen Testpalette ökotoxikologisch analysiert (s. Abbildung 17 und Anlage 7).

Von den drei Testverfahren weist, wie auch in den vergangenen Jahren häufig festgestellt, der limnische Algentest im Mittel die höchsten Werte auf (Abbildung 17). Die Einzelwerte überstreichen dabei eine Spanne von pT0 (unbelastet) bis pT3 (mäßig belastet). Der Medianwert liegt bei pT0 (unbelastet) und der arithmetische Mittelwert bei 0,7. Hierbei weisen die Eluate, anders als im letzten Jahr, mit einem Medianwert von pT0 (unbelastet) und einem Mittelwert von 0,4 geringere Werte auf als die Porenwässer, deren Medianwert bei pT1 (gering belastet) und deren Mittelwert bei 0,9 liegt.

Mittels Leuchtbakterientest wird fast ausschließlich ein Wert von pT0 (unbelastet) ermittelt. Lediglich in den Eluaten zweier Proben (Rethe Blatt 2, Harburger Seehäfen) wurde mit pT 1 (sehr gering belastet) und pT 3 (mäßig belastet) ein ökotoxikologischer Effekt festgestellt. Dementsprechend liegt auch der Medianwert bei pT0 (unbelastet) und der Mittelwert mit 0,1 nur knapp darüber.

Im Daphnientest liegen die Werte zwischen pT0 (unbelastet) und pT2 (gering belastet) und sind damit ebenfalls ausnahmslos auf niedrigem Niveau. Der Medianwert liegt bei pT0 (unbelastet) und der arithmetische Mittelwert bei 0,6.

Insgesamt konnten im Jahr 2019 eher geringe Unterschiede zwischen den Gebieten festgestellt werden, wobei die Toxizitäten, anders als im Vorjahr, mehrheitlich auf den Porenwässern 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 17).

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 2019 wird die Klasse I am häufigsten erreicht, dicht gefolgt von der benachbarten Klasse II (Anlage 7). Der Median aller Kernproben liegt für 2019 bei Klasse I (sehr geringe Belastung). Das arithmetische Mittel der Klassen ergibt einen Wert von 1,2.

In den Jahren 2004 bis 2017 bewegten sich die Medianwerte der ökotoxikologischen Analysen der Proben 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, der in diesen beiden Jahren von Unterstrom eingetragen wurde. Auch wenn die chemischen Werte zeigten, dass auch in den Jahren 2017 und 2018 weiterhin viel Material von Unterstrom eingetragen wurde (s. Jahresbericht 2017 und Jahresbericht 2018), lag der Medianwert aller Proben wieder in Klasse III. Das Jahr 2019 war ebenfalls von niedrigem Oberwasser und damit großen Materialeinträgen von Unterstrom geprägt. Der Medianwert aller Kernproben liegt erstmals in Klasse I und damit niedriger als in allen vorherigen Jahren.

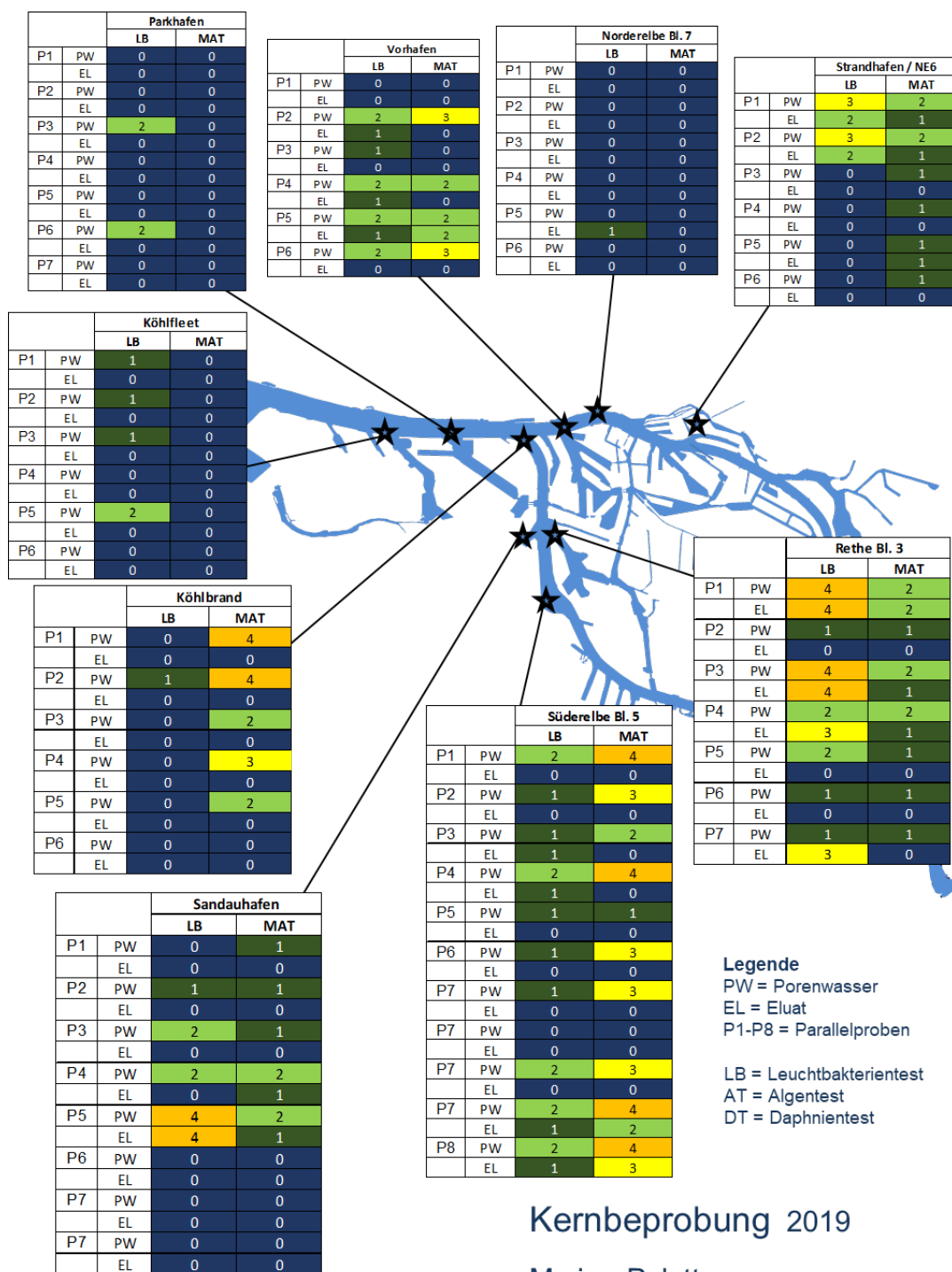
Anzeichen für eine signifikante Erhöhung des ökotoxikologischen Potenzials der umzulagernden Sedimente im Vergleich zu den Werten aus dem Gesamtzeitraum von 2004 bis 2018 werden im Jahr 2019 damit nicht festgestellt.

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 2019 an insgesamt 17 Stationen.

Die Ergebnisse der Referenzbeprobung vom Juli 2019 zeigten im Algentest sehr variable Werte. Bei diesem Testverfahren wurde eine Spanne von Werten von pT0 (unbelastet) bis  $\geq$ pT6 (sehr hoch belastet) überstrichen. Im Leuchtbakterientest waren die Werte weniger variabel mit einer überstrichenen Wertespanne von pT0 (unbelastet) bis pT3 (mäßig belastet). Mit dem Daphnientest wurden 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 die höchsten Toxizitäten im Algentest an unterstromigen Proben ermittelt wurden (Sedimentfang Wedel:  $\geq$ pT6, Außeneste: pT $\geq$ 6, Köhlfleet: pT5). Der pT Wert der Außeneste-Probe ließ sich bei der veranlassten Nachbestimmung nicht reproduzieren, hier wurde ein Wert von pT0 ermittelt. An der Probe aus dem Sedimentfang Wedel wurde auch in der Nachbestimmung ein pT $\geq$ 6 bestimmt. An einem Aliquot dieser Probe, welches im Rahmen des EU-Projekts *Sullied Sediments* in einem anderen Labor ebenfalls ökotoxikologisch untersucht wurde, wurde ein pT Wert von 1 bestimmt. Bei allen drei genannten Proben war im Test das Phänomen zu beobachten, dass höhere Hemmwerte erst bei höheren Verdünnungen auftraten, während die unverdünnten Proben eine geringere Hemmung aufwiesen. Die Ursachen hierfür, sowie für die teilweise fehlende Reproduzierbarkeit, sind jedoch unklar.

Im Gegensatz zum Algentest treten nach den Ergebnissen des Daphnientests Toxizitäten über pT1 erst weiter Oberstrom im Bereich der Seehäfen auf. Der Leuchtbakterientest zeigt Werte über pT1 lediglich an den beiden oberhalb des Hamburger Hafens liegenden Messstationen Oortkaten und Stover Strand. Mit einem Klassen-Medianwert aller Proben von II (geringe Belastung) liegen die Werte der Referenzbeprobung 2019 insgesamt auf dem niedrigen Niveau der vergangenen Jahre.

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.



### Kernbeprobung 2019

### Marine Palette

Abbildung 16: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Sommer 2019 (marine Testpalette).



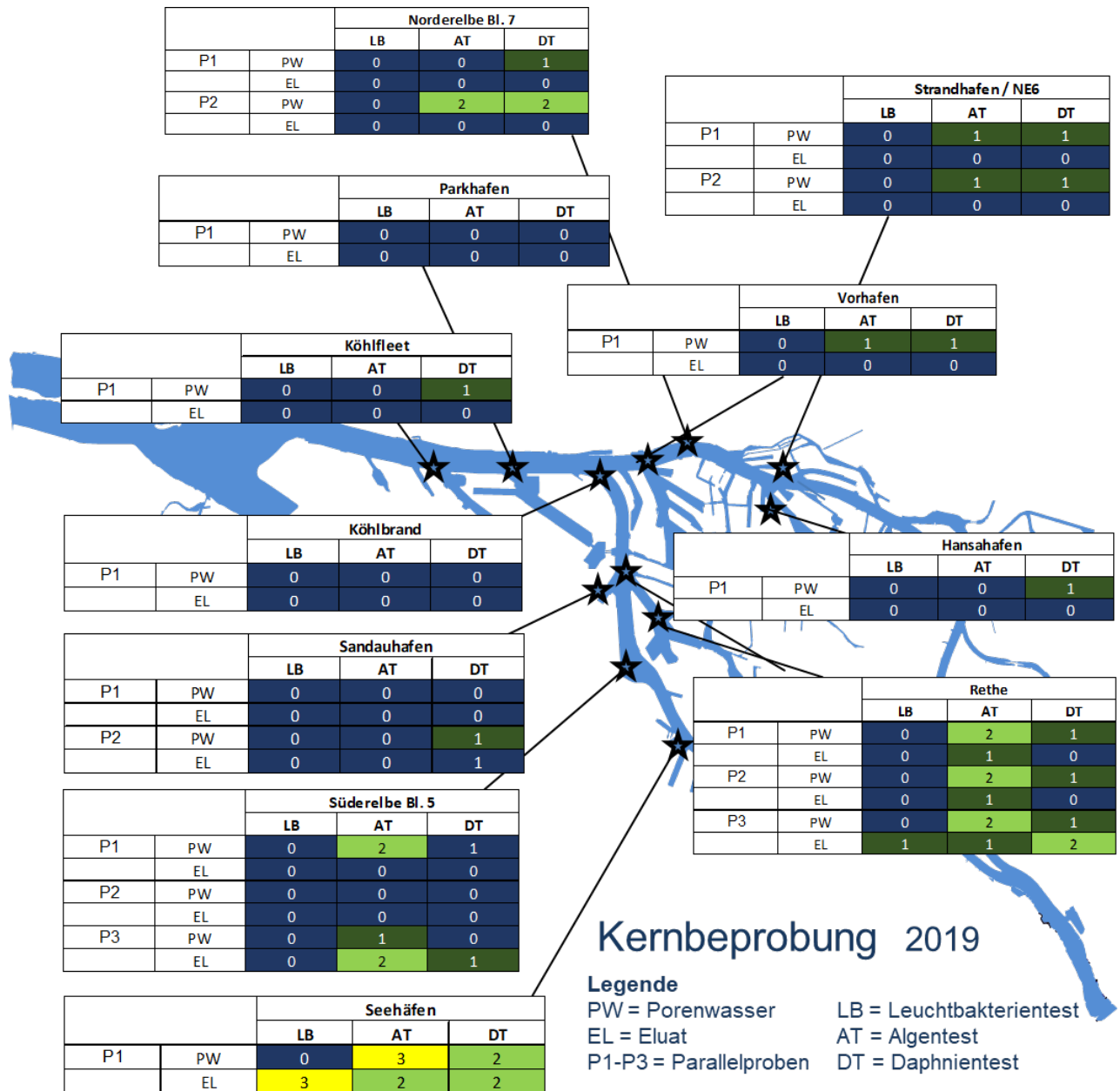


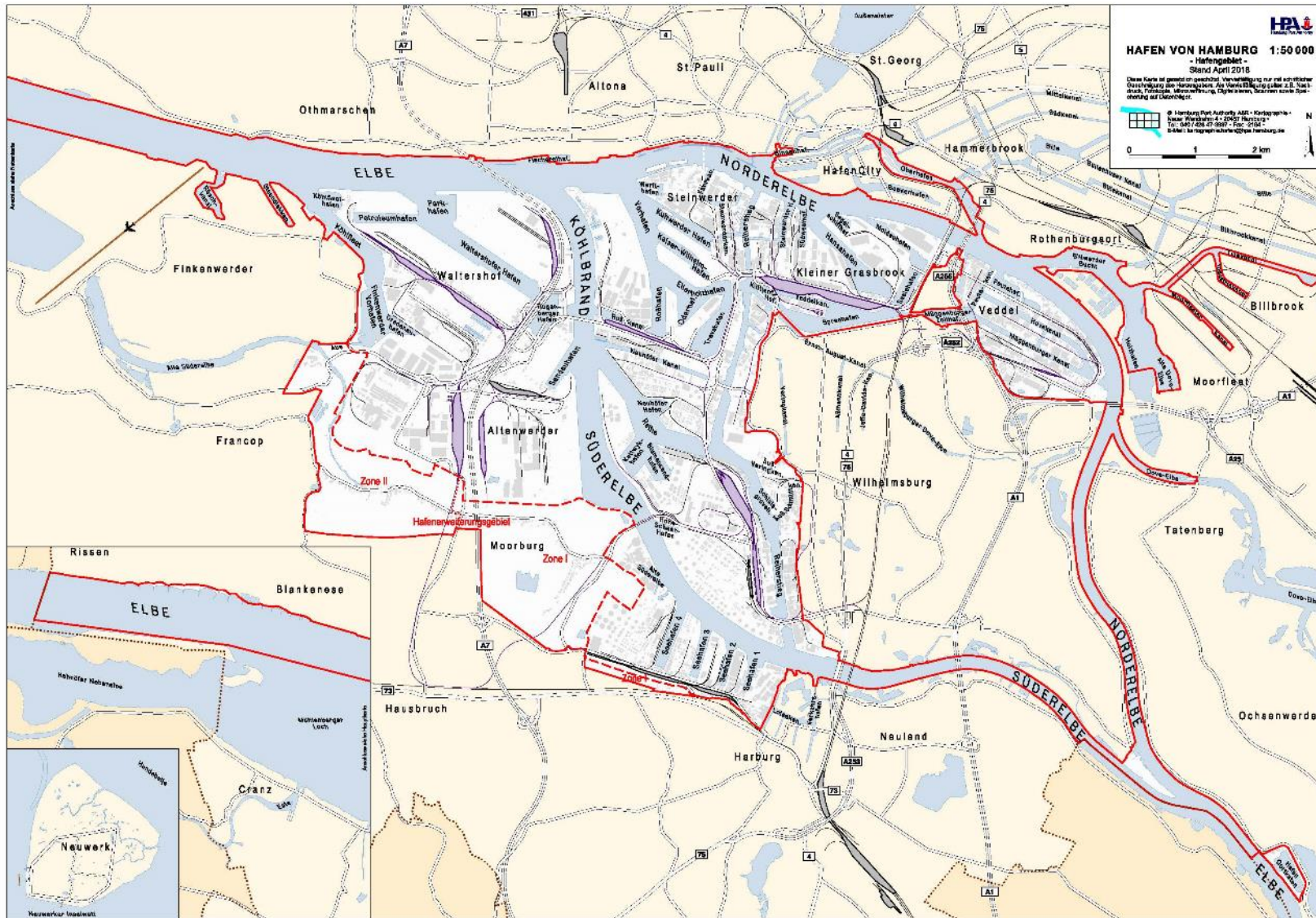
Abbildung 17: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Herbst 2019 (limnische Testpalette).

### 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 2018/19 an 145 Sedimentkernen bestimmt und für die Umlagerungen ab November 2019 an 55 Sedimentkernen untersucht. Ermittelt wurde die chemische Zehrung von Sauerstoff nach 180 Minuten, bezogen auf die Trockensubstanz. Die mittlere Zehrung lag bei 1,6 g O<sub>2</sub>/kg TS bei einer Spanne von 0,6 bis 3,5 g O<sub>2</sub>/kg TS.

Anlage 1: Hafenanplan



Anlage 2: Gebaggerte Mengen 2019 in Tonnen Trockensubstanz tTS, unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land					Summe
	Umlagerung Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Über-tiefenverfüllung/ Aufhöhung	Boden zur Be-handlung und Entsorgung	Sand für Baumaß-nah-men der Baggergut-be-handlung und -unterbrin-gung	Boden zur Ent-sorgung (mine-ralölverunrei-nigt)	Sand für Aufhöhun-gen	Unrat-entsor-gung	
Hafen Oortkaten				5.644					5.644
Norderelbe (2-5)								8	8
Suederelbe (2-3)			508		129.662		11.156	60	141.386
Oberelbe							2.529	15	2.544
Norderelbe (6-7)	320.355	150.114						114	470.583
Suederelbe	158.191	513.172		17.056	43.306			16	731.741
Koehlbrand	97.566	336.893						54	434.513
Untereelbe			753.407				265.954	180	1.019.541
Aussen - Este	310			2.410					2.720
Muehlenberger Loch				1.717					1.717
Steendiekkanal	18.891								18.891
Noerdl.Reiherstieg	58.353			7.543					65.896
Suedl.Reiherstieg	1.098			3.372				107	4.577
Rethe	140.729	32.802						45	173.576
Kattwykhafen	2.946			6.230					9.176
Blumensandhafen	9.216								9.216
Neuhoefer Hafen	12.817								12.817
Hansahafen	71.160							42	71.202
Steinwerder Hafen	22.860								22.860
Wendemuthkai								25	25
Grasbrookhafen								26	26
Elbufer	182.478			10					182.488
Kuhwerder Vorhafen	127.232	260.563		8.644					396.439
Werfthafen B+V								2	2
Kaiser-Wilhelm-Hafen	7.060							60	7.120

Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land					Summe
	Umlagerung Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Über- tiefenverfüllung/ Aufhöhung	Boden zur Be- handlung und Entsorgung	Sand für Baumaß- nahmen der Baggergut- behandlung und -unterbrin- gung	Boden zur Ent- sorgung (mine- ralölverunrei- nigt)	Sand für Aufhöhun- gen	Unrat- entsor- gung	
Ellerholzhafen	14.062							34	14.096
Oderhafen								21	21
Sandauhafen	46.954	16.143		621					63.718
Parkhafen	122.576	130.421						14	253.011
Waltershofer Hafen	10.961								10.961
Finkenwerd.Vorhafen				914	5.620				6.534
Koehlfleet	88.124	59.665							147.789
Seehafen 1	2.747								2.747
Seehafen 2	2.874							104	2.978
Seehafen 3	4.143							145	4.288
Seehafen 4	4.454								4.454
Reiherstieg Vorhafen	4.129								4.129
Harburg. Binnenhäfen						431			431
Billwerder Bucht	21.834			28.350				4	50.188
Innere Durchfahrt	501			5.615				25	6.141
Fleete/Speicher	5.868					123			5.991
Muegg.-Hovek.westl.T.				3.305					3.305
Muegg.Zollh.m.Durchf.								34	34
Moldauhafen				29.721				5	29.726
Steinwerder Kanäle	6.450								6.450
Traveh.u.Rodewischh.						8.079		22	8.101
Arbeiten für Dritte				74.859					74.859
<b>SUMME</b>	<b>1.566.939</b>	<b>1.499.773</b>	<b>753.915</b>	<b>196.011</b>	<b>178.588</b>	<b>8.633</b>	<b>279.639</b>	<b>1.162</b>	<b>4.484.660</b>

Anlage 3: Gebaggerte Mengen 2019 in m³ Profilmass BASSIN, unterteilt nach Herkunft und Verbleib

Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land					Summe
	Umlagerung Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Über-tiefen-verfüllung/ Aufhö-hung	Boden zur Be-handlung und Entsorgung	Sand für Baumaß-nahmen der Bagger-gutbehandlung und -unterbringung	Boden zur Ent-sorgung (mi-neralölverun-reinigt)	Sand für Aufhöhun-gen	Unrat-entsor-gung	
Hafen Oortkaten				13.589					<b>13.589</b>
Norderelbe (2-5)								11	<b>11</b>
Suederelbe (2-3)			499		82.082		7.062	60	<b>89.703</b>
Oberelbe							1.601	32	<b>1.633</b>
Norderelbe (6-7)	706.250	333.150						116	<b>1.039.516</b>
Suederelbe	408.997	1.338.323		13.301	32.953			34	<b>1.793.608</b>
Koehlbrand	221.449	803.160						74	<b>1.024.683</b>
Unternelbe			498.970				191.706	167	<b>690.843</b>
Aussen - Este	770			4.701					<b>5.471</b>
Muehlenberger Loch				3.830					<b>3.830</b>
Steendiekkanal	48.308								<b>48.308</b>
Noerdl.Reiherstieg	144.128			20.112					<b>164.240</b>
Suedl.Reiherstieg	2.970			7.617				144	<b>10.731</b>
Rethe	371.673	87.944						43	<b>459.660</b>
Kattwykhafen	8.123			13.898					<b>22.021</b>
Blumensandhafen	24.380								<b>24.380</b>
Neuhoefer Hafen	34.599								<b>34.599</b>
Hansahafen	180.810							37	<b>180.847</b>
Steinwerder Hafen	60.424								<b>60.424</b>
Wendemuthkai Liegepl								25	<b>25</b>
Grasbrookhafen								56	<b>56</b>
Elbufer	449.291			27					<b>449.318</b>
Kuhwerder Vorhafen	332.406	681.828		16.617					<b>1.030.851</b>
Werfthafen B+V								2	<b>2</b>



Herkunft	Verbleib im Gewässer			Verbringung an Land					Summe
	Umlagerung Neßsand (Hamburg)	Verbringung Nordsee (E3)	Sand zur Über- tiefen-verfüllung/ Aufhöhung	Boden zur Be- handlung und Entsorgung	Sand für Baumaß- nahmen der Bagger- gutbehandlung und - unterbringung	Boden zur Ent- sorgung (mi- neralölverun- reinigt)	Sand für Aufhöhun- gen	Unrat- entsor- gung	
Kaiser-Wilhelm-Hafen	18.768							70	<b>18.838</b>
Ellerholzhafen	37.435							49	<b>37.484</b>
Oderhafen								52	<b>52</b>
Sandauhafen	121.826	42.595		744					<b>165.165</b>
Parkhafen	317.412	330.879						34	<b>648.325</b>
Waltershofer Hafen	27.507								<b>27.507</b>
Finkenwerd.Vorhafen				579	3.621				<b>4.200</b>
Koehlfleet	229.912	159.659							<b>389.571</b>
Seehafen 1	7.683								<b>7.683</b>
Seehafen 2	7.980							95	<b>8.075</b>
Seehafen 3	11.627							175	<b>11.802</b>
Seehafen 4	12.390								<b>12.390</b>
Reiherstieg Vorhafen	11.176								<b>11.176</b>
Harburg. Binnenhäfen						540			<b>540</b>
Billwerder Bucht	31.550			50.618				3	<b>82.171</b>
Innere Durchfahrt	842			7.775				32	<b>8.649</b>
Fleete/Speicher	15.174					282			<b>15.456</b>
Muegg.-Hovek.westl.T.				4.992					<b>4.992</b>
Muegg.Zollh.m.Durchf.								30	<b>30</b>
Moldauhafen				47.193				13	<b>47.206</b>
Steinwerder Kanaele	16.907								<b>16.907</b>
Traveh.u.Rodewischh.						15.964		36	<b>16.000</b>
Arbeiten für Dritte				82.871					<b>82.871</b>
<b>SUMME</b>	<b>3.862.767</b>	<b>3.777.538</b>	<b>499.469</b>	<b>288.464</b>	<b>118.656</b>	<b>16.786</b>	<b>200.369</b>	<b>1.390</b>	<b>8.765.439</b>

Anlage 4: Statistische Auswertung der Referenzproben (Juni 2019).

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	16	0	19	28	28	36	41
TOC (C)	Gew.% TS	16	0	1,9	4,2	4,1	6,2	6,6
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	16	0	22	60	55	73	76
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	16	0	22	29,0	29	37	10
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	16	0	1,9	7,8	10	20	32
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	16	0	0,6	1,4	4,3	13	26,0
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	16	0	0,2	0,7	1,2	2,4	7,6
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	16	1	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	16	1	<0,1	0,2	0,2	0,4	0,4
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	16	5	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,8
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	16	0	53	90	84	96	97
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	16	0	73	97	94	98	99
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	16	0	2500	4780	4678,8	7010	8300
Phosphor	mg/kg TS	16	0	850	1500	1447	1700	2000
Schwefel	mg/kg TS	16	0	2400	4000	3844	4600	4700
<b>Metalle aus der Gesamtfraktion</b>								
Arsen	mg/kg TS	16	0	15	24	23	29	30
Blei	mg/kg TS	16	0	30	56	52	64	66
Cadmium	mg/kg TS	16	0	0,6	1,4	1,7	3,1	4,5
Chrom	mg/kg TS	16	0	31	46	46	59	64
Kupfer	mg/kg TS	16	0	26	46	45	55	73
Nickel	mg/kg TS	16	0	19	30	28	36	37
Quecksilber	mg/kg TS	16	0	0,4	0,6	0,6	0,8	1,1
Zink	mg/kg TS	16	0	179	364	377	546	789
<b>Metalle aus der Fraktion &lt; 20 µm</b>								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	16	0	29	31	32	36	38
Blei < 20 µm	mg/kg TS	16	0	72	77,5	79	89	95
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,7	1,3	2	3,8	6,4
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	16	0	60	76	74	79	80
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	16	0	41	54	60	84	109
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	16	0	41	44	44	46	47
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,5	0,7	0,7	1,0	1,3
Zink < 20 µm	mg/kg TS	16	0	372	457	532	750	1060
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	16	0	52	86	97	170	190
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	16	2	<10	14	15	25	27
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	16	0	41,7	72	81	143	159
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	16	0	0,03	0,1	0,1	0,1	0,15
Acenaphtylen	mg/kg TS	16	9	<0,01	0,01	0,02	0,02	0,03

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthen	mg/kg TS	16	12	<0,01	0,01	k.MW.	0,02	0,02
Fluoren	mg/kg TS	16	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
Phenanthren	mg/kg TS	16	0	0,05	0,10	0,12	0,19	0,26
Anthracen	mg/kg TS	16	0	0,02	0,04	0,05	0,1	0,09
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,08	0,2	0,2	0,3	0,46
Pyren	mg/kg TS	16	0	0,07	0,1	0,2	0,3	0,39
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	16	0	0,04	0,1	0,1	0,2	0,21
Chrysen	mg/kg TS	16	0	0,04	0,1	0,1	0,2	0,22
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,05	0,1	0,1	0,2	0,28
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,03	0,1	0,1	0,1	0,16
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	16	0	0,04	0,1	0,1	0,2	0,24
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	16	0	0,01	0,03	0,03	0,05	0,06
<u>Benzo(ghi)perylene</u>	mg/kg TS	16	0	0,05	0,1	0,1	0,1	0,18
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	16	0	0,06	0,1	0,1	0,2	0,21
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	16	0	0,31	0,6	0,7	1,1	1,53
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	16	0	0,60	1,2	1,4	2,2	3
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	16	0	0,4	0,8	0,9	1,5	2,2
PCB 52	µg/kg TS	16	0	0,35	0,7	0,8	1,3	1,6
PCB 101	µg/kg TS	16	0	1	1,8	1,8	2,8	3,1
PCB 118	µg/kg TS	16	0	0,55	1,1	1,1	1,6	1,8
PCB 138	µg/kg TS	16	0	1,6	2,8	2,8	4,1	5,3
PCB 153	µg/kg TS	16	0	2	3,7	3,8	5,6	7,1
PCB 180	µg/kg TS	16	0	1,3	2,2	2,5	4,1	5,4
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	16	0	6,7	12,1	12,6	19,3	24,7
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	16	0	7,2	13,1	13,7	20,9	26,5
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	16	0	0,2	0,3	0,5	1,2	1,3
beta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,44	0,8	1,1	2,3	3,1
gamma-HCH	µg/kg TS	16	0	0,05	0,1	0,1	0,3	0,56
delta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,17	0,3	0,4	0,7	1,1
epsilon-HCH	µg/kg TS	16	0	0,03	0,1	0,1	0,2	0,62
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	0,12	0,3	0,3	0,6	0,79
p,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	1,3	3	3,6	7	8,9
o,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	1,4	3,2	4	7,8	9,5
p,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	4	9,6	12,8	23	40
o,p'-DDT	µg/kg TS	16	0	0,09	0,3	0,7	1,1	4,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	16	0	0,45	1,5	5,3	17	26
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	0,47	0,8	1	1,7	2,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	2,2	4,1	5,3	11	14

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	15	23	26	34	58
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	6,8	13	15	25	34
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	15	25	26	34	35
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	16	1	<1	2,9	4,3	9,6	14
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	16	2	<1	1,7	1,9	2,8	6,4
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	16	4	<1	1,2	1,9	3,2	7,3
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	16	14	<1	<1	k.MW.	<1	1,2
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	16	16	<1	<1	k.MW.	<1	<1
<b>Sauerstoffzehrung</b>								
O <sub>2</sub> -Zehrung n. 180 min	g O <sub>2</sub> /kg TS	16	0	0,33	1,8	1,8	2,7	2,8

Anlage 5: Statistische Auswertung der Kernproben 2018/19 des von Januar bis März 2019 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	145	0	15,4	32,6	34,6	48,8	97,4
TOC (C)	Gew.% TS	145	0	0,87	3,4	3,4	4,7	7,8
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	145	0	12,4	52,5	50,4	69,5	75
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	145	0	18,2	29,2	30,2	38,2	51,2
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	145	0	2,6	11	13,5	26,6	38
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	145	0	0,5	2,3	4,3	11,6	32,5
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	145	1	<0,1	0,7	1,1	2,1	12,1
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	145	5	<0,1	0,2	0,3	0,4	2,9
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	145	21	<0,1	0,2	0,2	0,3	1,1
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	145	62	<0,1	0,1	0,2	0,3	2,4
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	145	0	32	85,6	80,5	94,4	95,8
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	145	0	59,2	96,2	94	98,5	99,1
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	145	0	1450	4070	4150	5766	9780
Phosphor	mg/kg TS	145	0	630	1400	1338	1600	2400
Schwefel	mg/kg TS	145	0	1500	3900	3608	4700	5400
<b>Metalle aus der Gesamtfraktion</b>								
Arsen	mg/kg TS	145	0	8,6	20	19,2	25	30
Blei	mg/kg TS	145	0	20	51	48,4	64	80
Cadmium	mg/kg TS	145	0	0,49	1,2	1,3	1,7	3,8
Chrom	mg/kg TS	145	0	17	43	41,6	55,6	66
Kupfer	mg/kg TS	145	0	17	37	37,4	48,6	129
Nickel	mg/kg TS	145	0	11	25	24,8	32	45
Quecksilber	mg/kg TS	145	0	0,18	0,52	0,5	0,7	1,1
Zink	mg/kg TS	145	0	127	297	299	376	671
<b>Metalle aus der Fraktion &lt; 20 µm</b>								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	145	0	21	28	27,7	30	35
Blei < 20 µm	mg/kg TS	145	0	52	76	75,8	83	92
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	145	0	0,88	1,6	1,8	2,8	3,7
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	145	0	43	69	69,4	80	87
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	145	0	38	53	53,4	64,6	77
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	145	0	27	38	37,6	42,6	46
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	145	0	0,48	0,75	0,8	0,9	1,2
Zink < 20 µm	mg/kg TS	145	0	329	436	465	591	735
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	145	0	29	91	92,9	130	210
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	145	42	<10	12	14,3	19,6	97,1
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	145	0	24	79	79,2	109	171
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	145	0	0,02	0,06	0,06	0,08	0,16
Acenaphthylen	mg/kg TS	145	67	<0,01	0,01	0,01	0,02	0,03

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthen	mg/kg TS	145	126	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,04
Fluoren	mg/kg TS	145	0	0,01	0,03	0,03	0,03	0,06
Phenanthren	mg/kg TS	145	0	0,05	0,11	0,11	0,15	0,28
Anthracen	mg/kg TS	145	0	0,02	0,04	0,04	0,05	0,10
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	145	0	0,08	0,18	0,19	0,25	0,48
Pyren	mg/kg TS	145	0	0,07	0,15	0,16	0,21	0,40
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	145	0	0,04	0,09	0,10	0,13	0,24
Chrysen	mg/kg TS	145	0	0,04	0,09	0,09	0,13	0,23
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	145	0	0,05	0,14	0,13	0,18	0,29
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	145	0	0,03	0,07	0,07	0,10	0,14
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	145	0	0,05	0,11	0,11	0,15	0,24
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	145	0	0,01	0,03	0,03	0,04	0,08
<u>Benzo(ghi)perylene</u>	mg/kg TS	145	0	0,04	0,10	0,10	0,13	0,23
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	145	0	0,05	0,12	0,12	0,15	0,28
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	145	0	0,29	0,72	0,72	0,93	1,64
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	145	0	0,58	1,35	1,36	1,80	3,23
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	145	0	0,3	0,7	0,7	1,0	2,1
PCB 52	µg/kg TS	145	0	0,3	0,7	0,7	0,9	2,3
PCB 101	µg/kg TS	145	0	0,7	1,6	1,6	2,1	3,3
PCB 118	µg/kg TS	145	0	0,4	0,9	0,9	1,3	1,8
PCB 138	µg/kg TS	145	0	1,0	2,5	2,6	3,6	4,8
PCB 153	µg/kg TS	145	0	1,4	3,5	3,5	4,7	6,3
PCB 180	µg/kg TS	145	0	0,8	2,3	2,4	3,5	5,4
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	145	0	4,8	11,4	11,6	15,7	24,2
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	145	0	5,2	12,4	12,5	16,9	26,0
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	145	0	0,1	0,4	0,4	0,6	1,4
beta-HCH	µg/kg TS	145	0	0,4	1,0	1,0	1,3	1,9
gamma-HCH	µg/kg TS	145	2	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
delta-HCH	µg/kg TS	145	0	0,2	0,4	0,4	0,6	1,7
epsilon-HCH	µg/kg TS	145	121	<0,1	<0,1	k.MW	<1	<1
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	145	0	0,1	0,3	0,3	0,4	1,0
p,p'-DDE	µg/kg TS	145	0	1,0	2,7	2,9	3,9	20
o,p'-DDD	µg/kg TS	145	0	1,1	3,0	3,1	4,5	8,5
p,p'-DDD	µg/kg TS	145	0	3,1	8,6	8,6	12,0	19
o,p'-DDT	µg/kg TS	145	0	0,1	0,4	0,5	0,9	11
p,p'-DDT	µg/kg TS	145	0	0,2	2,1	3,1	6,8	16
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	145	0	0,4	0,9	0,9	1,2	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	145	0	1,5	4,3	4,6	6,9	12
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	145	0	7,4	18	19,1	26,6	62
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	145	0	3,9	12	12,7	17,6	34



Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	145	0	15	31	34,3	47,6	170
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	145	20	<1	2,6	2,9	4,6	13
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	145	49	<1	1,2	k.MW	2	5,5
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	145	34	<1	1,5	1,7	2,5	7,4
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	145	135	<1	<1	k.MW	<1	35
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	145	145	<1	<1	k.MW	<1	<1
<b>Sauerstoffzehrung</b>								
O <sub>2</sub> -Zehrung n. 180 min	g O <sub>2</sub> /kg TS	145	0	0,58	1,5	1,6	2,6	3,5

Anlage 6: Statistische Auswertung der Kernproben aus dem zweiten Halbjahr 2019 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	55	0	18,5	30,9	30,6	36,7	44
TOC (C)	Gew.% TS	55	0	2,3	3,7	3,8	4,5	4,8
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	55	0	38,8	61,4	59,4	72,2	73,5
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	55	0	22,3	28,2	28,6	34,9	38,6
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	55	0	2,6	7,7	8,5	14,7	18,3
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	55	0	0,5	1,4	2	3,8	7,7
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	55	1	<0,1	0,6	0,9	1,8	4,3
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	55	2	<0,1	0,2	0,2	0,5	0,8
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	55	6	<0,1	0,1	0,2	0,4	0,6
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	55	25	<0,1	<0,1	0,1	0,3	0,9
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	55	0	72,6	89,4	88,1	95,2	96,4
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	55	0	89,4	97,5	96,6	98,5	99
<b>Summenparameter</b>								
Stickstoff	mg/kg TS	55	0	2860	4050	4256	5360	7600
Phosphor	mg/kg TS	55	0	980	1400	1402	1600	1800
Schwefel	mg/kg TS	55	0	2900	4100	3946	4600	4900
<b>Metalle aus der Gesamtfraktion</b>								
Arsen	mg/kg TS	55	0	15	24	22,9	27,6	30
Blei	mg/kg TS	55	0	37	52	52,3	63	66
Cadmium	mg/kg TS	55	0	0,78	1,2	1,3	1,7	2,2
Chrom	mg/kg TS	55	0	29	48	49	65	71
Kupfer	mg/kg TS	55	0	33	45	45,2	56,2	78
Nickel	mg/kg TS	55	0	18	27	28,1	34	47
Quecksilber	mg/kg TS	55	0	0,41	0,6	0,6	0,7	1,1
Zink	mg/kg TS	55	0	227	314	326	387	474
<b>Metalle aus der Fraktion &lt; 20 µm</b>								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	55	0	27	30	30,4	32,6	34
Blei < 20 µm	mg/kg TS	55	0	60	74	74,3	82	86
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	55	0	0,9	1,5	1,6	2,3	3,1
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	55	0	56	70	70,9	84,6	93
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	55	0	41	55	56,9	68,2	85
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	55	0	35	39	39,7	44,6	47
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	55	0	0,49	0,69	0,7	0,9	0,99
Zink < 20 µm	mg/kg TS	55	0	335	432	447	533	649
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Mineralöl	mg/kg TS	55	0	43	89	94,4	130	230
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	55	5	<10	12,3	13,8	18,8	24,6
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	55	0	35,8	76,4	81	109	210
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	55	0	0,03	0,06	0,06	0,07	0,10

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthylen	mg/kg TS	55	29	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,02
Acenaphthen	mg/kg TS	55	54	<0,01	<0,01	k.MW	<0,01	0,01
Fluoren	mg/kg TS	55	0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04
Phenanthren	mg/kg TS	55	0	0,06	0,10	0,11	0,14	0,17
Anthracen	mg/kg TS	55	0	0,02	0,04	0,04	0,05	0,06
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	55	0	0,10	0,18	0,18	0,24	0,27
Pyren	mg/kg TS	55	0	0,09	0,15	0,16	0,20	0,23
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	55	0	0,05	0,09	0,09	0,11	0,14
Chrysen	mg/kg TS	55	0	0,05	0,09	0,09	0,11	0,14
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	55	0	0,07	0,13	0,13	0,17	0,19
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	55	0	0,04	0,07	0,07	0,08	0,09
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	55	0	0,07	0,10	0,10	0,13	0,15
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	55	0	0,02	0,03	0,03	0,04	0,07
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	55	0	0,06	0,11	0,11	0,16	0,24
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	55	0	0,07	0,12	0,13	0,17	0,25
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	55	0	0,44	0,69	0,73	0,93	1,17
<u>PAK Summe 16 g.BG</u>	mg/kg TS	55	0	0,80	1,29	1,34	1,7	2,10
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB 28	µg/kg TS	55	0	0,36	0,7	0,7	1	1,1
PCB 52	µg/kg TS	55	0	0,32	0,67	0,6	0,9	1
PCB 101	µg/kg TS	55	0	0,93	1,7	1,7	2	2,9
PCB 118	µg/kg TS	55	0	0,4	1,1	1	1,4	2,3
PCB 138	µg/kg TS	55	0	1,3	2,9	3	4	5,4
PCB 153	µg/kg TS	55	0	1,7	3,8	3,8	5,1	5,9
PCB 180	µg/kg TS	55	0	1,2	2,5	2,7	4,1	5,9
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	55	0	6,44	12,5	12,5	16,4	18,0
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	55	0	6,85	13,7	13,6	18	19,6
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	55	0	0,23	0,37	0,4	0,5	0,63
beta-HCH	µg/kg TS	55	0	0,57	1	1,1	1,6	2,1
gamma-HCH	µg/kg TS	55	0	0,06	0,11	0,1	0,2	0,18
delta-HCH	µg/kg TS	55	0	0,19	0,33	0,4	0,5	0,54
epsilon-HCH	µg/kg TS	55	40	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	0,13
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	55	0	0,16	0,3	0,3	0,4	0,55
p,p'-DDE	µg/kg TS	55	0	1,6	3,1	3,1	4,0	4,9
o,p'-DDD	µg/kg TS	55	0	1,7	3,3	3,4	4,2	5,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	55	0	3,2	7,5	7,7	10,6	13
o,p'-DDT	µg/kg TS	55	2	<0,1	0,32	0,4	0,7	1,5
p,p'-DDT	µg/kg TS	55	0	0,26	1,6	3,3	5,1	49
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	55	0	0,61	0,94	0,9	1,1	1,7
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	55	0	2,1	4,3	4,5	6,1	9,4

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	55	0	8,2	19	18,3	22,6	34
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	55	0	8,6	11	11,5	14	22
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	55	0	21	31	31,5	38,6	63
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	55	0	1,4	3,1	3,3	4,9	8,5
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	55	16	<1	1,4	1,6	2,5	3,4
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	55	4	<1	1,6	1,7	2,5	3,4
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	55	55	<1	<1	<1	<1	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	55	55	<1	<1	<1	<1	<1
<b>Sauerstoffzehrung</b>								
O <sub>2</sub> -Zehrung n. 180 min	g O <sub>2</sub> /kg TS	55	0	0,64	1,5	1,6	2,4	2,6

Anlage 7: Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen. Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2019 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=18	Algentest n=18	Daphnientest n=18
pT 0	16	13	15
pT 1	1	3	1
pT 2	0	2	2
pT 3	1	0	0
pT 4	0	0	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser pT-Stufe	n=18	n=18	n=18
pT 0	18	8	5
pT 1	0	4	11
pT 2	0	5	2
pT 3	0	1	0
pT 4	0	0	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n=18
0	4
I	7
II	6
III	1
IV	0
V	0
VI	0

### Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2019

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2019 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen). Werte in Klammern: Ergebnisse aus Nachbestimmungen (<sup>1</sup>Nachbestimmung Probe Außeneste, in Erstmessung pT ≥6; <sup>2</sup> Nachbestimmung Probe Sedimentfang Wedel, in Erstmessung pT ≥6).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juli 2019			
	Leuchtb. (LB) n=17	Algentest (AT) n=17	Daphnient. (DT) n=17	Klasse n=17
pT 0	9	(1) <sup>1</sup>	11	0 (1)
pT 1	6	5	3	4
pT 2	0	5	2	5
pT 3	2	2	1	3
pT 4	0	2	0	2
pT 5	0	1	0	1
≥ pT 6	0	2 (1) <sup>2</sup>	0	2

Anlage 8: Schadstoffbelastung des in der METHA klassierten Schlicks 2019.

		N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Parameter	Einheit							
Trockensubstanz	Gew.-% OS	31	0	20,4	23,1	23,2	25,5	26,2
Glühverlust	Gew.-% TS	31	0	6,7	8,6	8,6	9,5	10,2
TOC (C)	Gew.-% TS	31	0	2,7	3,7	3,8	4,3	4,8
<b>Siebanalyse</b>								
Fraktion <20 µm	Gew.-%	31	0	31,1	44,8	43,9	48,4	51
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	31	0	18,5	26	26,6	33,4	34,2
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	31	0	11,1	16,4	16,7	21,7	23,9
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	31	0	5,5	10,1	10,5	14,5	16,4
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	31	0	0,7	1,6	1,8	2,9	4,8
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	31	4	<0,1	0,2	0,2	0,4	0,6
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	31	3	<0,1	0,1	0,3	0,7	1,7
<b>Parameter</b>								
<b>Metalle aus der Gesamtfraction</b>								
Arsen	mg/kg TS	26	0	29	39	38	45	51
Blei	mg/kg TS	26	0	67	98	97	113	130
Cadmium	mg/kg TS	26	0	3,0	4,7	4,7	5,6	6,9
Chrom (ges.)	mg/kg TS	26	0	46	61,5	61	73	77
Kupfer	mg/kg TS	26	0	91	167	164	219	227
Nickel	mg/kg TS	26	0	26	32	31	35	35
Quecksilber	mg/kg TS	26	0	1,2	3,0	3,4	4,4	12
Zink	mg/kg TS	26	0	499	684	674	784	885
Thallium	mg/kg TS	26	0	0,28	0,54	0,53	0,65	0,78
<b>Mineralölkohlenwasserstoffe</b>								
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	31	0	240	400	480	710	1100
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	31	0	64	120	156	220	570
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg OS	31	0	42	99	118	210	310
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg TS	31	0	160	430	514	970	1340
<b>Polycyclische Aromaten</b>								
Naphthalin	mg/kg TS	31	0	0,08	0,19	0,20	0,31	0,39
Acenaphylen	mg/kg TS	31	2	<0,05	0,09	0,09	0,14	0,17
Acenaphthen	mg/kg TS	31	1	<0,05	0,10	0,10	0,14	0,21
Fluoren	mg/kg TS	31	0	0,07	0,20	0,20	0,31	0,36
Phenanthren	mg/kg TS	31	0	0,33	0,99	1,04	1,80	2,00
Anthracen	mg/kg TS	31	0	0,14	0,32	0,32	0,43	0,56
Fluoranthen	mg/kg TS	31	0	0,79	1,70	1,72	2,50	2,90
Pyren	mg/kg TS	31	0	0,67	1,40	1,44	2,20	2,40
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	31	0	0,38	0,72	0,74	0,98	1,10
Chrysen	mg/kg TS	31	0	0,38	0,67	0,69	0,95	1,10
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	31	0	0,32	0,73	0,73	1,10	1,20
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	31	1	<0,05	0,36	0,36	0,53	0,58
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	31	0	0,31	0,68	0,70	1,00	1,20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	31	0	0,25	0,58	0,60	0,77	0,91



Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	31	0	0,08	0,15	0,15	0,20	0,22
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	31	0	0,26	0,56	0,58	0,78	0,83
Summe PAK <sup>1)</sup>	mg/kg TS	31	0	4,3	9,4	9,7	13,5	15,5
<b>Polychlorierte Biphenyle</b>								
PCB Nr. 28	µg/kg TS	31	14	<3,0	3,2	4,9	6,5	8,8
PCB Nr. 52	µg/kg TS	31	1	<5,0	5,0	5,3	7,1	8,0
PCB Nr. 101	µg/kg TS	31	0	6,3	8,7	9,1	11,0	15,0
PCB Nr. 118	µg/kg TS	31	3	<5,0	4,6	4,7	5,9	6,6
PCB Nr. 138	µg/kg TS	31	0	10,0	17,0	16,8	21,0	31,0
PCB Nr. 153	µg/kg TS	31	0	8,3	13,0	14,0	18,0	24,0
PCB Nr. 180	µg/kg TS	31	0	7,0	10,0	11,1	16,0	19,0
Summe PCB <sup>1)</sup>	µg/kg TS	31	0	43	64	66	80	107
<b>Hexachlorcyclohexane</b>								
alpha-HCH	µg/kg TS	11	0	2,6	3,5	3,7	4,6	5,9
beta-HCH	µg/kg TS	11	0	2,4	4,2	5,5	10,0	14,0
gamma-HCH	µg/kg TS	10	2	<1,0	1,2	1,4	2,0	2,7
delta-HCH	µg/kg TS							
epsilon-HCH	µg/kg TS							
<b>DDT + Metabolite</b>								
o,p'-DDE	µg/kg TS	11	0	1,7	2,5	2,6	3,3	4,9
p,p'-DDE	µg/kg TS	11	0	10	16	15,6	20	21
o,p'-DDD	µg/kg TS	11	0	12	16	16,5	19	30
p,p'-DDD	µg/kg TS	11	0	40	60	64,7	90	94
o,p'-DDT	µg/kg TS	11	2	<1,0	1,9	3,4	4,9	15
p,p'-DDT	µg/kg TS	11	0	3,9	22	23,5	48	61
<b>Chlorbenzole</b>								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	11	0	1,9	3,6	3,8	4,8	6,8
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	11	0	9,3	14	15	23	25
<b>Organozinnverbindungen</b>								
Mono-Butylzinn	µg/kg TS	31	0	43	120	130	180	340
Di-Butylzinn	µg/kg TS	31	0	27	120	119	160	280
Tri-Butylzinn	µg/kg TS	31	0	83	340	348	450	740
Tetra-Butylzinn	µg/kg TS	31	0	40	160	185	280	490
Mono-Octylzinn	µg/kg TS	31	20	<10	<10	k. MW	14	20
Di-Octylzinn	µg/kg TS	31	8	<10	14	15,3	23	31
Tri-Cyclohexylzinn	µg/kg TS	31	30	<10	<10	k. MW	<10	19
Tri-Phenylzinn	µg/kg TS	31	29	<10	<10	k. MW	10	22

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
<b>Eluatuntersuchungen</b>								
Arsen	mg/l	31	0	0,0091	0,02	0,024	0,039	0,061
Blei	mg/l	31	30	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,001
Cadmium	mg/l	31	31	<0,0003	<0,0003	k. MW	<0,0003	<0,0003
Chrom VI	mg/l	31	30	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	0,005
Chrom gesamt	mg/l	31	27	<0,001	<0,001	k. MW	0,0012	0,0022
Kupfer	mg/l	31	26	<0,001	<0,001	k. MW	0,0013	0,01
Nickel	mg/l	31	0	0,0043	0,0055	0,0057	0,0068	0,0084
Quecksilber	mg/l	31	31	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	<0,0002
Zink	mg/l	31	19	<0,01	<0,01	k. MW	0,023	0,028
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/l	31	31	<0,002	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Gesamtphenol	mg/l	31	29	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	0,022
AOX	mg/l	31	2	0,01	0,03	0,03	0,04	0,06
pH-Wert im Eluat	-	31	0	6,9	7,1	7,2	7,3	7,9
Leitfähigkeit	µS/cm	31	0	486	860	841	946	1000
Abdampfrückstand	mg/l	31	0	385	494	484	559	584
DOC	mg/l	31	0	10	13	16	21	39
Chlorid	mg/l	31	0	43	60	62	78	81
Sulfat	mg/l	31	0	146	194	188	216	230
Fluorid	mg/l	31	17	<0,5	<0,5	k. MW	0,65	0,76
Ammonium-N	mg/l	31	0	8,4	16	18	24	33
Cyanide gesamt	mg/l	31	29	<0,002	<0,005	k. MW	<0,005	0,0027
Antimon	mg/l	31	2	<0,001	0,0018	0,0018	0,0026	0,0029
Barium	mg/l	31	0	0,072	0,1	0,10	0,11	0,13
Molybdän	mg/l	31	0	0,0076	0,012	0,012	0,014	0,023
Selen	mg/l	31	30	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	0,002

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

k. MW = Keine Mittelwertsberechnung, 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](http://www.hamburg-port-authority.de)



**WIR MACHEN HAFEN**