

WIR HALTEN

DEN HAFEN AUF TIEFE

Foto: Boris Hochfeld

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

2022

Hamburg Port Authority
Hafeninfrastruktur Wasser
Dezember 2023

1	Überblick	4
2	Randbedingungen	8
2.1	Abflussgeschehen.....	8
2.2	Gewässergüte.....	9
3	Baggermengen	12
3.1	Baggermengen nach Herkunft und Verbleib.....	12
3.2	Zeitliche Verteilung der Unterhaltungsaktivitäten.....	14
3.3	Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveler).....	15
4	Peilungen und Volumenvergleich	20
5	Schadstoffuntersuchungen	22
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 2022 vorgelegt.

Bei der **Wassertiefeninstandhaltung** fielen 2022 insgesamt knapp 5 Mio. tTS Baggergut an. Der Landbehandlung wurden insgesamt 0,185 Mio. tTS schlickiges Material zugeführt. 1,95 Mio. tTS wurden bei Neßsand im Gewässer umgelagert, 1,5 Mio. tTS in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Zusätzlich konnten auch zwei Verbringstellen des Bundes anteilig für Material aus der Delegationsstrecke mitgenutzt werden: St. Margarethen mit 0,5 Mio. tTS und Neuer Lüchtergrund mit knapp 0,7 Mio. tTS. Hinzu kamen noch 0,05 Mio. tTS aus Sand für Baumaßnahmen und Aufspülungen, Boden zur Verklappung (Kolkverfüllung) und der Beseitigung von Grundhindernissen.



Abbildung 1: Der Hopperbagger *IJsseldelta* auf dem Weg in den Hamburger Hafen (Foto: Boris Hochfeld).

Trotz der weiterhin sehr geringen Abflüsse konnte die Umlagerung an der Landesgrenze mit 1,9 Mio. tTS im Jahr 2022 gegenüber dem Vorjahr (3,3 Mio. tTS) deutlich reduziert werden. Auch die Betrachtung der Saisonmengen (Abbildung 2) zeigt eine deutliche Abnahme der Kreislaufbaggermengen. Diese erfreuliche Entwicklung ist einem gesteigerten Austrag durch die Mitnutzung der beiden Verbringstellen des Bundes zuzurechnen und zeigt, dass ein gesteigerter Austrag insgesamt zu geringeren Baggermengen führen kann und dass diese Strategie durch die Erschließung weiterer Austragsoptionen weiterverfolgt werden sollte.

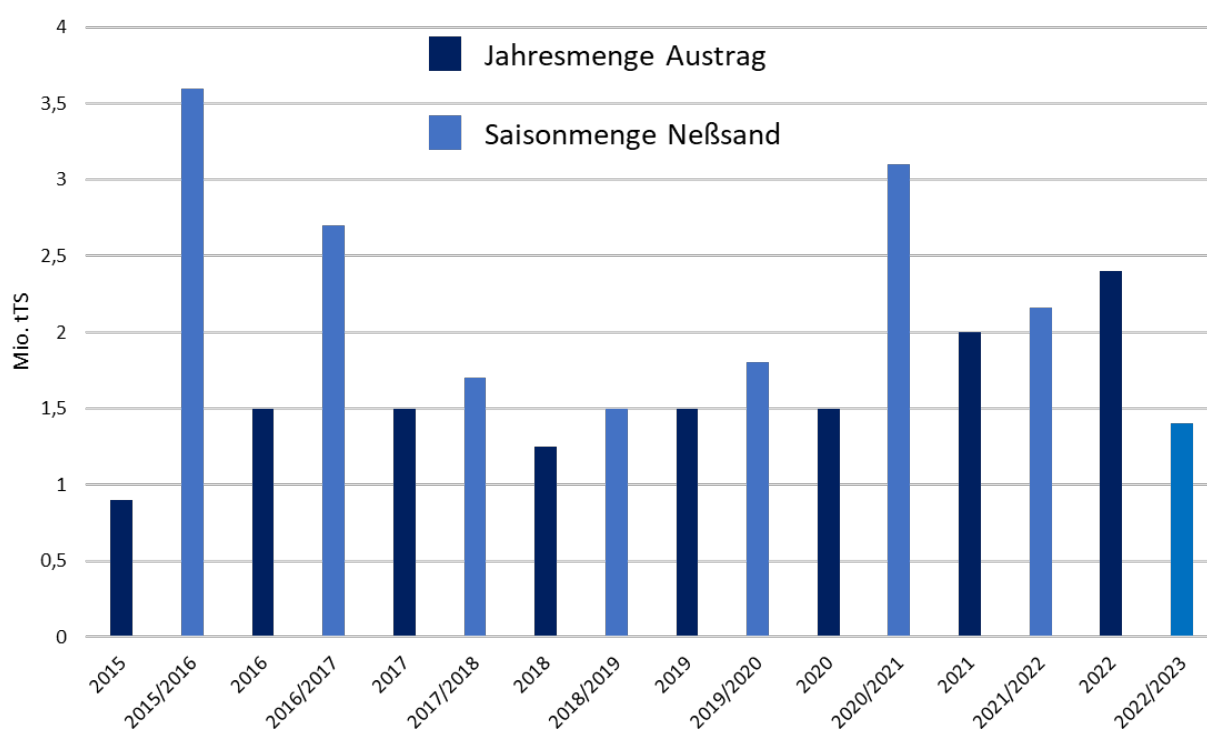


Abbildung 2: Baggermengen Austrag (Tonne E3 und Neuer Lüchtergrund) im Vergleich zur Umlagerung (Saison von November bis März).

Eine weitere Reduzierung der Kreislaufbaggerungen durch flexibel nutzbare zusätzliche Austragsoptionen ist ökologisch wie ökonomisch weiterhin dringend geboten. Berechnungen weisen darauf hin, dass mit einem kurzfristig gesteigerten Austrag, die Baggermengen und das Sedimentinventar im Hafen insgesamt und dauerhaft reduziert werden könnten, selbst bei anhaltend ungünstigen Randbedingungen. Hamburg verfolgt diesen Ansatz daher mit Nachdruck und prüft derzeit weitere Austragsoptionen in der Tideelbe und der Deutschen Bucht (Abbildung 3).



Abbildung 3: Derzeit in Nutzung oder Prüfung befindliche Umlager- und Verbringstellen für Baggergut aus Hamburg.

Neben der im Verfahren befindlichen Prüfung einer Verbringung in die Ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) konnte im Sommer 2023 eine Anschlusslösung für die Verbringstelle Tonne E3 mit einer auf 2 Mio. tTS gesteigerten maximalen Jahresmenge erwirkt werden. Zu weiteren Optionen für ein nachhaltiges Sedimentmanagement sind die Länder und der Bund im Gespräch.

Der schwebstoffgebundene Eintrag von Schadstoffen von Oberstrom hat sich auch 2022 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. Die Umsetzung von Maßnahmen zur zielgerichteten Sanierung der Elbesedimente im Bereich der Oberlieger konnte auch 2022 nicht erwirkt werden. Dies ist nach wie vor eine der Ursachen dafür, dass in der Elbe der gute Zustand/das gute Potenzial nach Wasserrahmenrichtlinie und in der Nordsee der gute Umweltzustand nach Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie derzeit verfehlt werden.

Ende 2022 erfolgte die bauliche Fertigstellung des 30 ha großen Flachwassergebiets Kreetsand als Pilotprojekt für weitere mögliche Strombaumaßnahmen an der Tideelbe (Abbildung 4).



Abbildung 4: Das neue Flachwassergebiet Kreetsand bei der Eröffnung (Foto: Boris Hochfeld).

2 Randbedingungen

Situativ sind es vor allem zwei Faktoren, die die Wassertiefenunterhaltung beeinflussen können: Zum einen hat der Oberwasserabfluss der Mittelelbe Auswirkungen auf die Sedimentation und damit auf die Baggermengen im Hamburger Raum. Hohe Abflüsse bewirken eine stromab gerichtete Verlagerung der Trübungszone der Elbe und sorgen insofern für niedrige Sedimentationsraten im Hafen. Länger anhaltende niedrige Abflüsse begünstigen hingegen eine Anreicherung von Schwebstoffen im inneren Ästuar und sorgen so für hohe Baggermengen im Hamburger Hafen. Niedrige Abflüsse führen allerdings auch zu einem geringeren Schwebstoff- und damit auch Schadstoffeintrag aus dem Elbeeinzugsgebiet. Zum anderen ist für die Wassertiefenunterhaltung die Gewässergüte wichtig: Niedrige Sauerstoffkonzentrationen und/oder hohe Wassertemperaturen können dazu führen, dass bestimmte Unterhaltungsaktivitäten aus ökologischen Gründen unterbleiben müssen.

2.1 Abflussgeschehen

Nichts Neues gibt es – leider – zum Abflussgeschehen der Elbe zu berichten. Der Abfluss aus der Mittelelbe, gemessen am Pegel Neu Darchau, war 2022 mit $443 \text{ m}^3/\text{s}$ im Jahresmittel (Kalenderjahr) erneut klar unterdurchschnittlich. Zum neunten Mal in Folge seit 2013 lag der Jahresmittelwert des Abflusses deutlich unter dem langjährigen Mittelwert, der knapp $700 \text{ m}^3/\text{s}$ beträgt. Im Zeitraum 2014 bis 2022 wurde im Mittel hingegen lediglich ein Abfluss von $476 \text{ m}^3/\text{s}$ erreicht – das ist gegenüber dem langjährigen Mittel der Vorjahre eine Abnahme von über 30%. In keinem Monat des Jahres 2022 wurde ein langjähriges monatliches Abflussmittel überschritten – im Februar aber immerhin so gut wie erreicht. Sehr abflussarm zeigten sich die Monate Juni, August und – wie bereits in den Vorjahren – April.

Auffallend ist zudem, dass der Jahreshöchstwert 2022 mit $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ erneut sehr gering ausfiel und damit in einer ebenfalls aus den Vorjahren bekannten Größenordnung lag. Auch insofern verfestigt sich somit eine Entwicklung der letzten Jahre: Es gab zuletzt keine wirklich hohen Abflüsse mehr. Hierbei ist es zur besseren Einordnung erwähnenswert, dass der 2022er Maximalwert von $1.300 \text{ m}^3/\text{s}$ früher im Mittel an 36 Tagen pro Jahr überschritten wurde (30-jährige Zeitreihe 1984 bis 2013). Ein nachhaltig stromab gen Nordsee gerichteter Transport von Sedimenten in der Tideelbe fand somit auch 2022 nicht statt, so dass die hydrologischen Randbedingungen für die Wassertiefeninstandhaltung im Hafen abermals als ungünstig bezeichnet werden müssen.

In Abbildung 5 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2014 bis 2022 dargestellt.

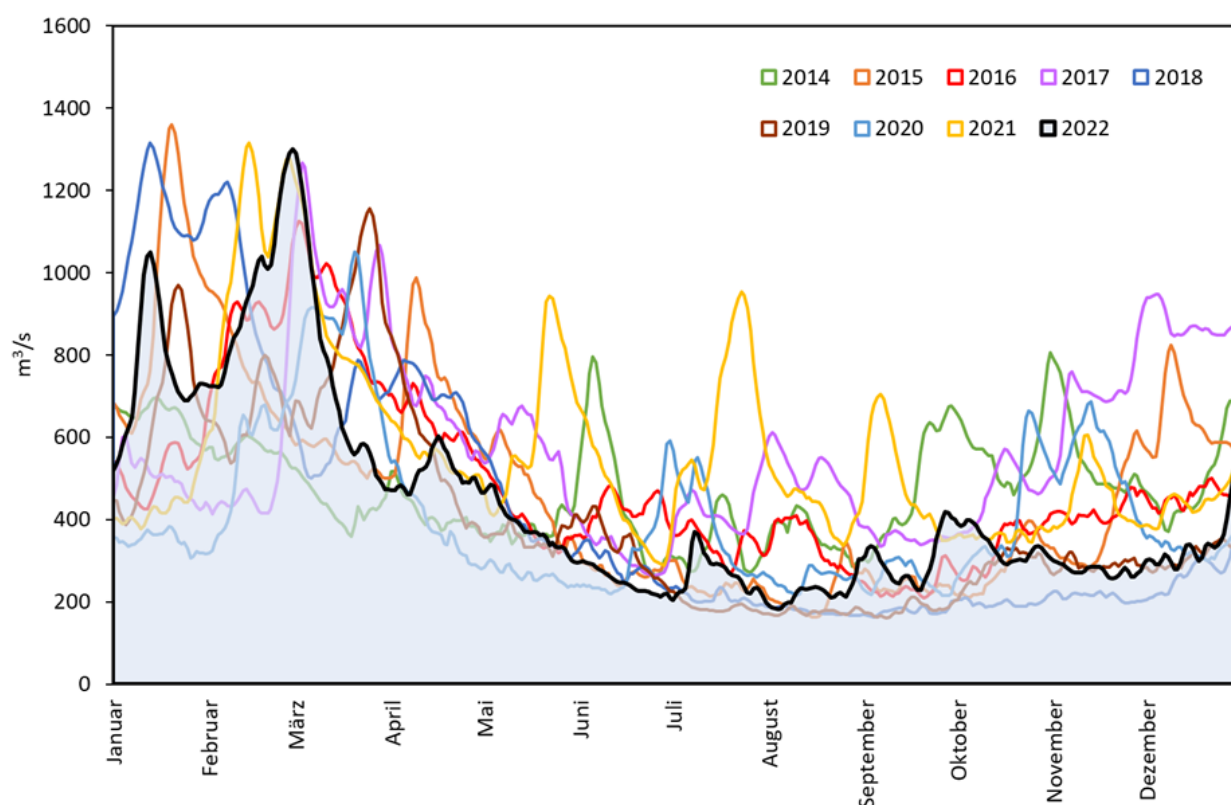


Abbildung 5: Abfluss der Jahre 2014 bis 2022 am Pegel Neu-Darchau (Basis: Tagesmittelwerte).

2.2 Gewässergüte

An der Messstelle Seemannshöft erfolgen durch das Institut für Hygiene und Umwelt kontinuierliche Messungen zur Gewässergüte, u.a. werden die Parameter Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt erfasst. In Abbildung 6 sind die entsprechenden Tagesmittelwerte des Jahres 2022 dargestellt.

Im Zeitraum vom 17. April bis 17. November, und damit knapp zwei Wochen länger als im Vorjahr, betrug die Wassertemperatur mehr als 10° C. Die Maximaltemperatur wurde am 18. und 19. August mit 23,9° C registriert.

Die Sauerstoffsituation im Hafen sah 2022 nicht besonders gut aus (Abbildung 6): Der Sauerstoffgehalt in Seemannshöft sank an 78 Tagen zeitweise oder gantztägig unter die fischkritische Grenze von 4 mg/l - erstmals am 12. Juni, letztmalig am 2. September. Das waren deutlich mehr Sauerstoff-Mangeltage als 2021 (32) und 2020 (35), allerdings auch wesentlich weniger als in früheren Jahrzehnten in Hamburg gang und gäbe waren (Abbildung 7). Eine sehr niedrige Sauerstoffkonzentration von unter 2 mg/l war 2022 nur an einem einzelnen Tag (am 29.6.) zu verzeichnen.

Insgesamt stellte sich die Sauerstoffsituation im Hafen im Jahr 2022 aber als nicht befriedigend dar.

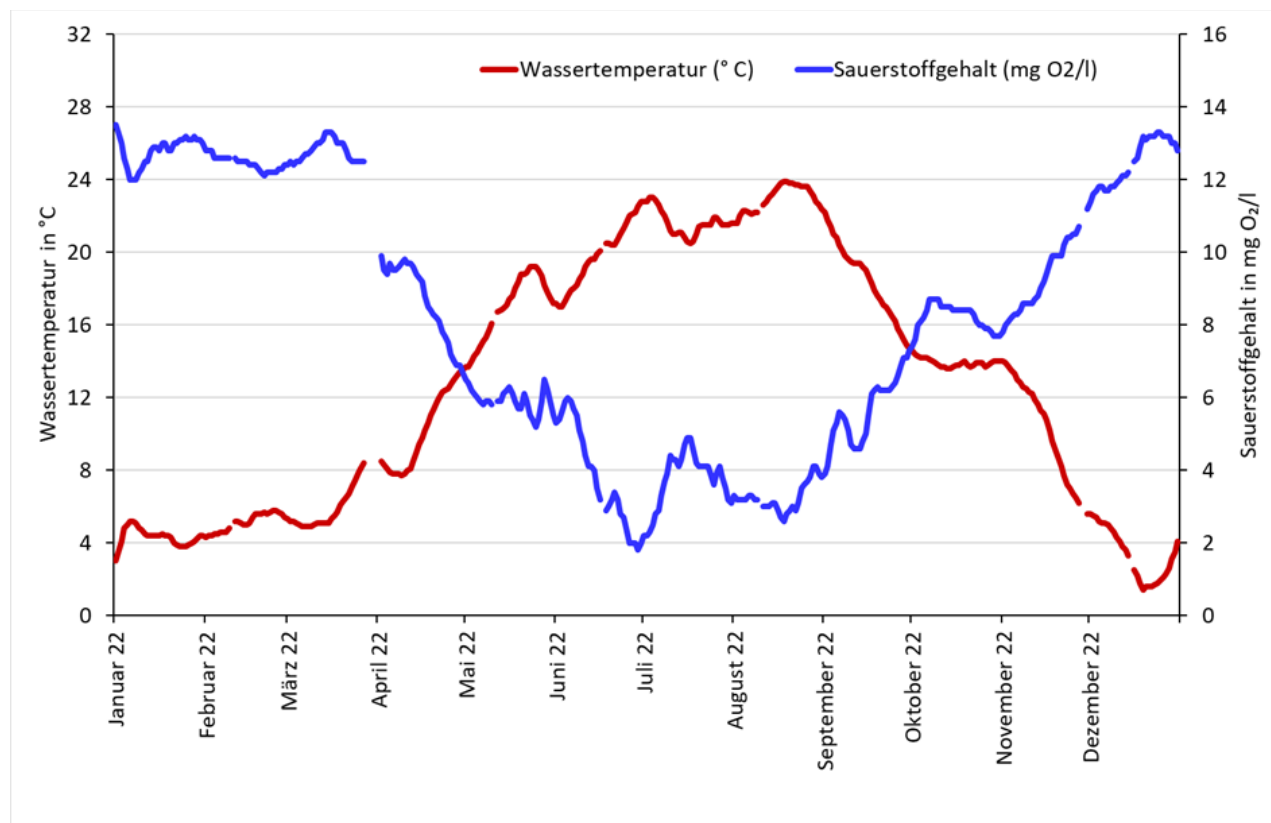


Abbildung 6: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte im Jahr 2022 an der Dauer- messstelle Seemannshöft des IHU.

Abbildung 7 zeigt die Entwicklung der Tage mit niedriger Sauerstoffkonzentration von 1988 bis Ende 2022 an der Messstelle Seemannshöft. Dabei ist deutlich zu erkennen, dass vor Allem die besonders kritischen Sauerstoffsituationen seit Ende der 1980er deutlich abgenommen haben. Hier macht sich insbesondere die drastische Reduzierung direkter Einleitungen aus primären Schadstoffquellen im Oberlauf der Elbe bemerkbar.

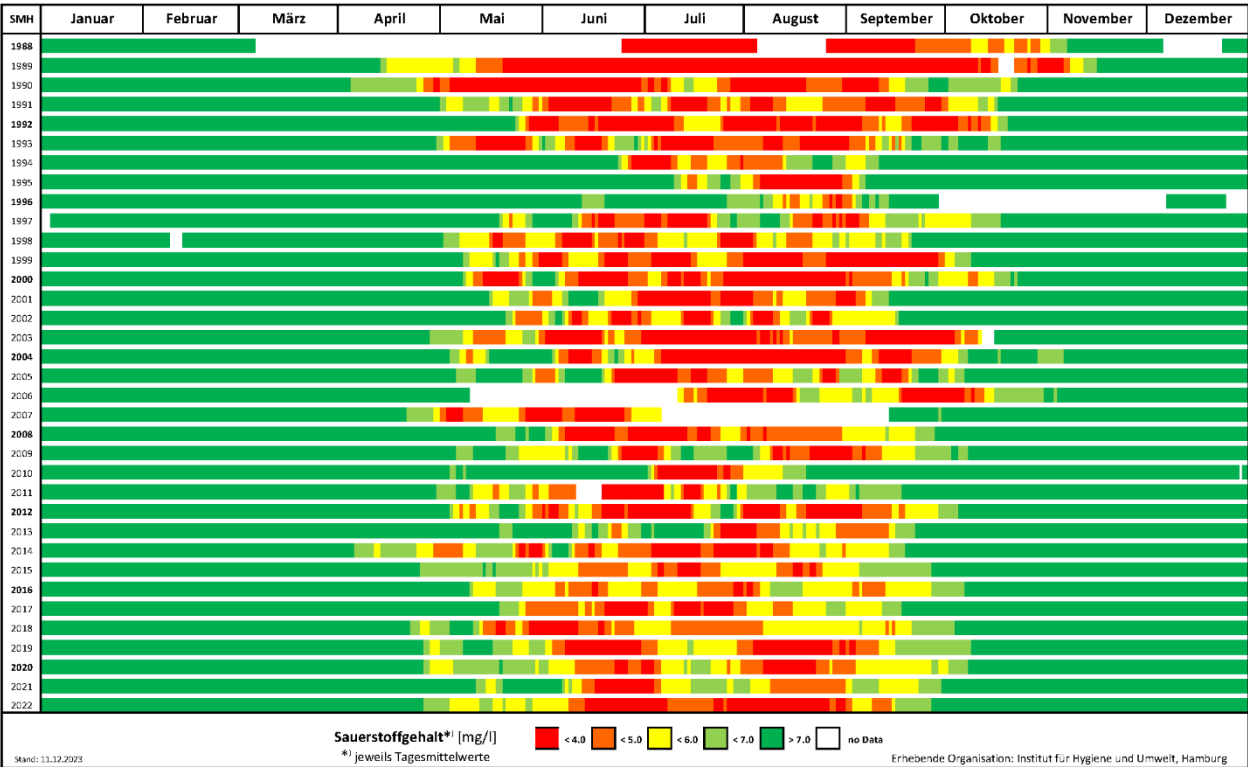


Abbildung 7: Anzahl der Tage niedriger Sauerstoffkonzentration in der Elbe bei Seemannshöft.

3 Baggermengen

Die Ermittlung der gebaggerten Mengen erfolgt im Rahmen der sog. Hopperüberwachung auf Grundlage der je Transportvorgang (Hopperladung, Schute) dokumentierten Angaben (Datum, Herkunft, Verbleib, Ladungsgewicht, Volumen). Seit dem Jahr 2020 werden die Baggermengen der Hamburg Port Authority ausschließlich als Tonnen Trockensubstanz veröffentlicht. Die Angabe in nicht weiter spezifizierten Kubikmetern (m³) hat in der Vergangenheit immer wieder zu Missverständnissen geführt, da keine direkte Vergleichbarkeit zwischen einzelnen Baggermaßnahmen möglich war. Angaben in Kubikmetern müssen weitergehend spezifiziert werden, da der Wasseranteil eine zwingend erforderliche Größe für die Vergleichbarkeit darstellt. Es ist beispielsweise ein großer Unterschied, ob der Kubikmeter sich auf ein Laderaumvolumen in Bagger oder Schute bezieht, ein rechnerisches Aufmaß unter Berücksichtigung der Dichte darstellt oder als Profilmass an der Gewässersohle durch hydrographische Vermessung verstanden wird. Eindeutig hingegen ist die Angabe der Baggermengen in der Einheit Tonnen Trockensubstanz (tTS). Zudem ist diese Art der Mengenangabe im internationalen Kontext üblich, z. B. im Berichtswesen der OSPAR für welches die Bundesanstalt für Gewässerkunde entsprechende Daten für die Aktivitäten innerhalb Deutschlands übermittelt (vgl. <http://www.ospar.org/work-areas/eiha/dredging-dumping>).

3.1 Baggermengen nach Herkunft und Verbleib

Im Jahr 2022 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe insgesamt rd. 4,95 Mio. tTS Sediment gebaggert. Auch für Baggergut, welches einer Verwendung zugeführt wird (z.B. Baumaßnahmen, Kolkverfüllungen und Aufhöhungen) wird i.d.R. Material verwendet, dessen Entnahme gleichzeitig der Wassertiefeninstandhaltung dient (z.B. aus der Riffelstrecke, Sandlinsen hinter Brücken usw.).

Tabelle 1 gibt einen Überblick der Baggermengen 2022 nach Verbleib. In Anlage 2 befindet sich ein detaillierter Überblick der gebaggerten Mengen, unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

Tabelle 1: Baggermengen im Jahr 2022 nach Verbleib (gerundet).

Verbleib	tTS
Verbleib im Gewässer	
• Umlagerung Neßsand	1.948.000
• Umlagerung St. Margarethen	492.000
• Umlagerung Neuer Lüchtergrund	731.000
• Verbringung Nordsee (Tonne E3)	1.543.000
• Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	3.000
Entnahme an Land	
• Boden zur Behandlung: Verwertung/Beseitigung	185.000
• Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und – unterbringung	26.000
• Sand für Aufhöhungen	23.000
• Beseitigung Grundhindernisse	68
Summe	4.951.068

Die Baggermengen der Unterhaltung liegen trotz anhaltend ungünstiger hydrologischer Bedingungen 2022 wieder deutlich unter den Mengen von 2021. Dieser Rückgang ist insbesondere bei der Umlagerung Neßsand zu sehen, die um 1,3 Mio. tTS geringer ausfallen als im Vorjahr. Diese Entwicklung ist ein starker Hinweis darauf, dass die gesteigerten Austragsmengen durch die zusätzliche Nutzung der verbringstelle Neuer Lüchtergrund seit 2021 zu einer Reduzierung der notwendigen Kreislaufbaggerungen beigetragen hat. 2022 wurden dort rd. 0,7 Mio. tTS verbracht. Auch die Umlagerstelle bei St. Margarethen wurde wieder anteilig genutzt (0,5 Mio. tTS), der Rücktransport von dort in den Hafen ist deutlich geringer bzw. dauert länger als von der Umlagerstelle Neßsand. Die zulässigen Mengen bei Tonne E3 wurden wie im Vorjahr ausgeschöpft. Die Mengen zu Landbehandlung hielten sich auf dem Niveau des Vorjahres.

Betrachtet man die Entwicklung der Mengen der Umlagerung bei Neßsand nicht jahresweise, sondern saisonweise kann erneut eine deutliche Abnahme gegenüber der Vorsaison (vgl. Abbildung 2) beobachtet werden. Datenmodelle zeigen jedoch, dass es einen nochmals erhöhten Sedimentaustrag braucht, um den Sedimentüberschuss im Hamburger Bereich abzubauen und die Baggermengen anschließend, auch bei anhaltend ungünstigen Abflüssen, auf einem stabilen niedrigen Niveau zu halten.

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 1,9 Mio. tTS umgelagert. Hierzu wurden nur maximal zwei Hopperbagger gleichzeitig eingesetzt. 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 nicht in Anspruch genommen.

Einen Überblick über die zeitliche Verteilung der Unterhaltungsarbeiten zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Zeitliche Verteilung und Mengen der Unterhaltung im Berichtszeitraum November 2021 bis April 2023 (in Mio. tTS).

Monat	2021		2022												2023					
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
Neßsand	2,16														1,4					
Nordsee E3								1,87												
St. Magarethen			0,4						0,09									0,2		
Neuer Lüchtergrund	0,48				0,45									0,47						

Abbildung 8 gibt einen Überblick über die wöchentlichen Baggergutmengen (tTS) im Jahr 2022 zur Umlagerung, zur Landbehandlung und Entsorgung sowie zur Verbringung in die Nordsee.

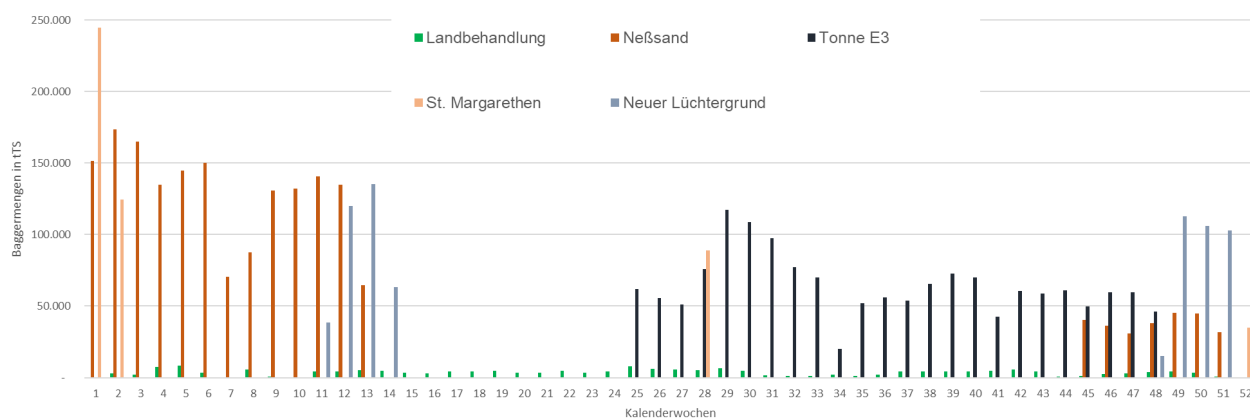


Abbildung 8: Wöchentliche Baggergutmengen (tTS) der Umlagerung (Neßsand, St. Margarethen, Neuer Lüchtergrund) sowie Verbringung in die Nordsee (Tonne E3) und Landbehandlung für 2022.

3.3 Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveler)

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 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 auszubreiten. 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 müssen auch als Nachbearbeitung der Gewässersohle nach Einsätzen von Laderaumsaugbaggern („Hopperbagger“) erfolgen, um eine ebene Gewässersohle auf neuer einheitlicher Tiefe 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: Ein neues Wasserinjektionsgerät (*Aquadelta*) wird im Hafen getestet. (Foto: Boris Hochfeld).

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 Umweltbehörde (BUKEA) durchgeführt. Zwingend erforderlich ist hingegen der WI-Einsatz nach Hoppereinsätzen, da erst hinterher die erforderlichen Wassertiefen nautisch voll zur Verfügung gestellt werden können.

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 2022 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt 1.458 Stunden zum Einsatz, 115 mehr als im Vorjahr. 675 Einsatzstunden entfielen davon auf die Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe (Riffelstrecke), sowie 306 Stunden auf Entfernung

von Schlicklinen. 477 Stunden wurden Arbeiten zur Ebnung der Gewässersohle nach dem Einsatz von Hopperbaggern durchgeführt. Abbildung 10 stellt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2022 dar.

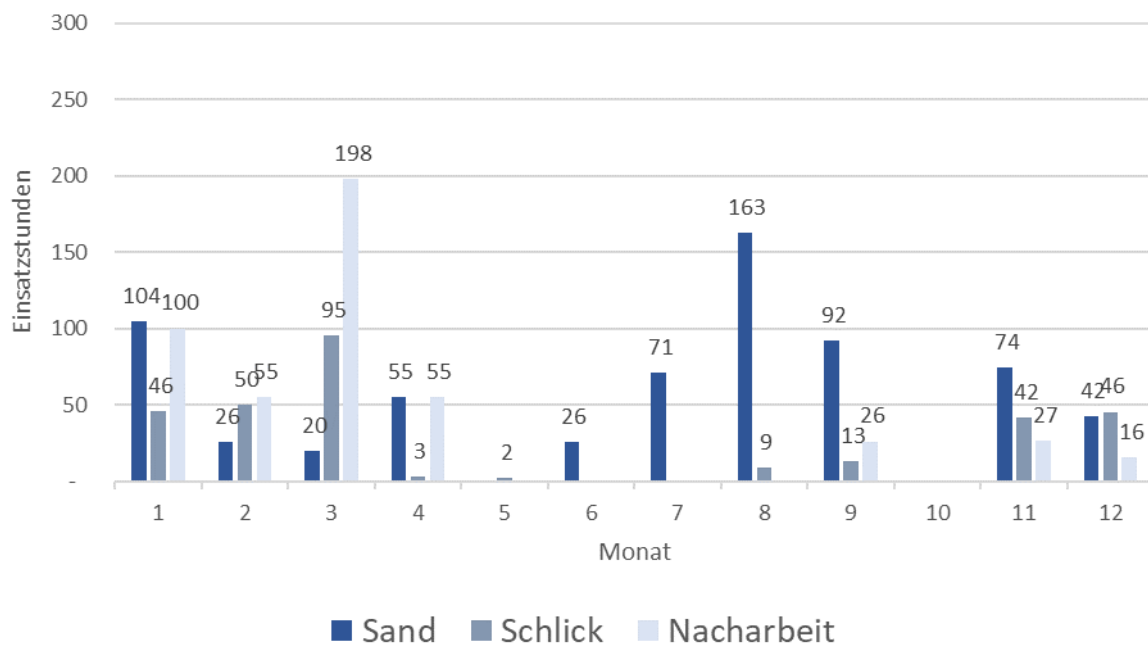


Abbildung 10: Einsatzzeiten (Stunden) des Wasserinjektionsverfahrens 2022, monatsweise Darstellung, Januar (1) bis Dezember (12).

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 Leveler *Kees Jr.* im Vorhafen (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, 2022 insgesamt 2749 Stunden. Den Hauptteil der Arbeiten (2281 Stunden) machten dabei kleinräumige Schlickverlagerungen als Zuarbeit zu den Hopperbaggern aus (Liegeplätze). 468 Stunden wurden Nacharbeiten nach den Hopperbaggereinsätzen zur Planierung der Gewässer- sohle durchgeführt. Die Erfahrung zeigt, dass ein Schlickpflug 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 2020 fielen hierbei insgesamt 116 Leistungsstunden an, überwiegend zur Schlickbeseitigung.

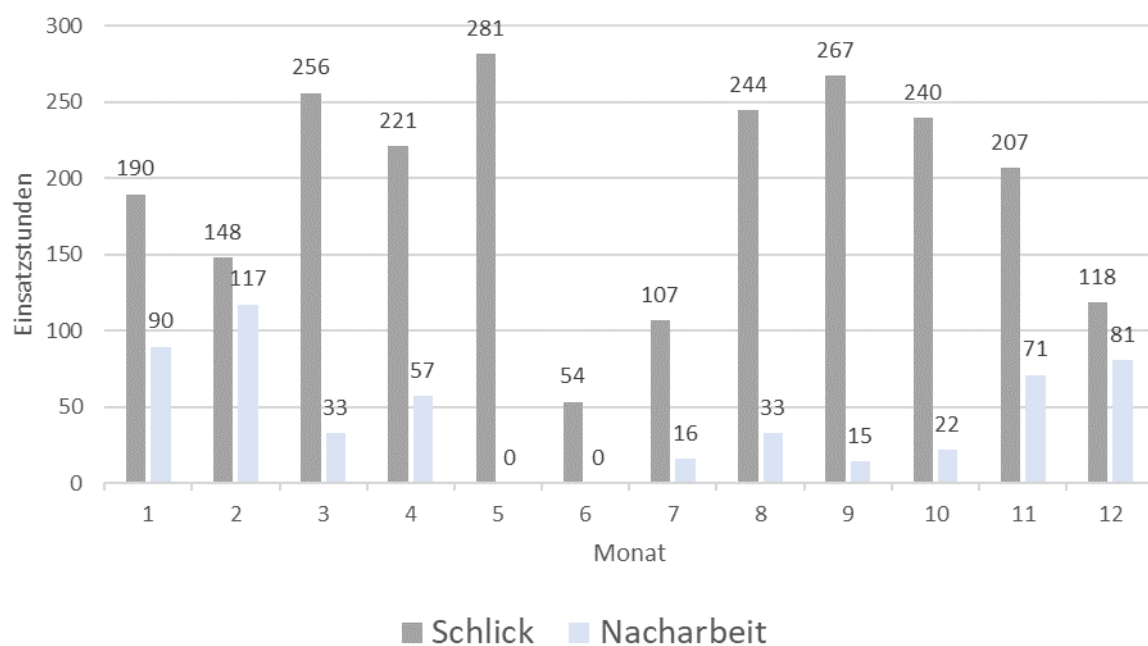


Abbildung 12: Einsatzzeiten (Stunden) des Bed-Levelers Kees Jr. und des Schlickpflugs Otto Stockhausen 2022, monatsweise Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

4 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 01.12.2021 bis zum 07.12.2022 wurden 13 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 m² 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 2022 einen Abtrag von rd. 317.000 m³. Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.

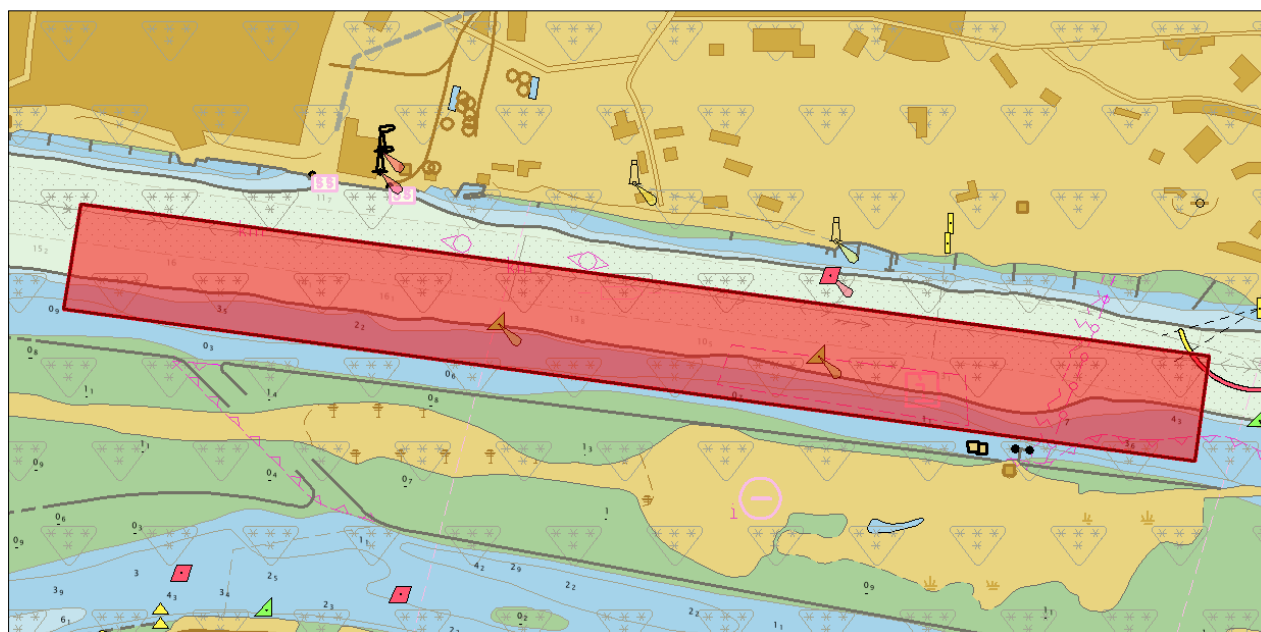


Abbildung 13: Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand.

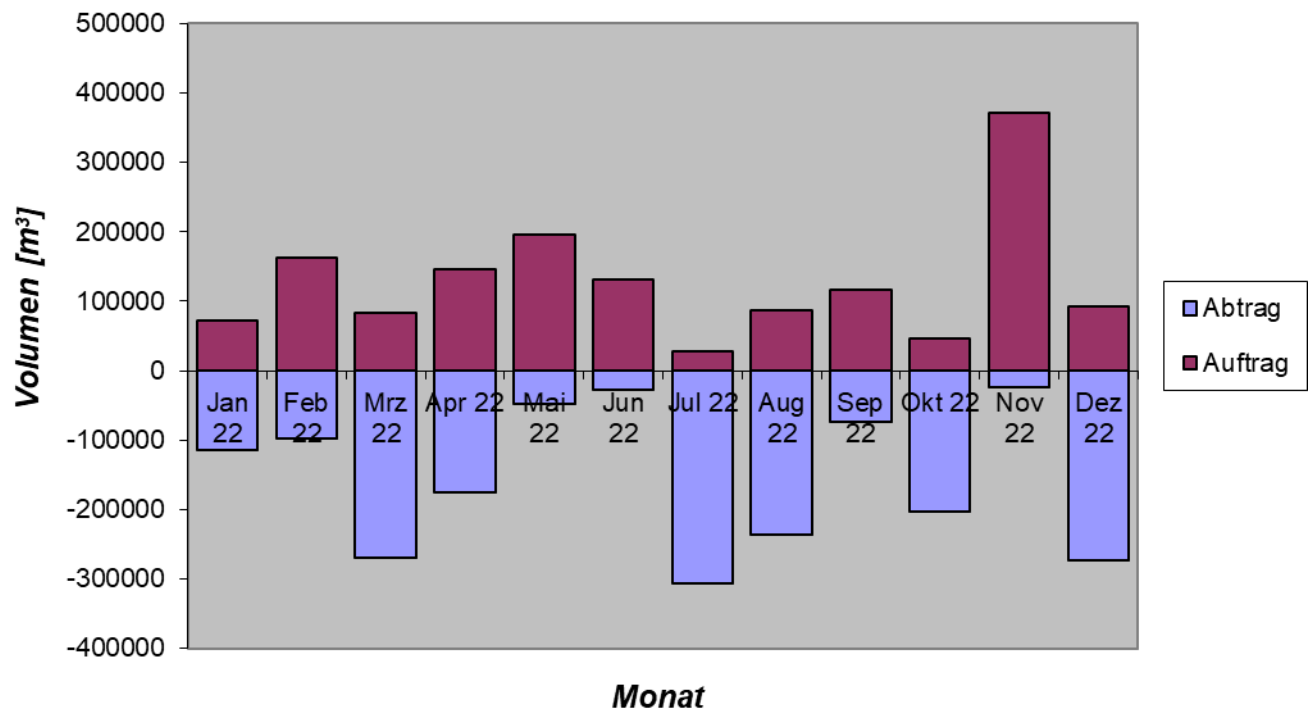


Abbildung 14: Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2022.

5 Schadstoffuntersuchungen

Die Schadstoffbelastung der Elbesedimente stellt neben den Baggermengen die größte Herausforderung bei der Sicherung nautisch notwendiger Wassertiefen im Hamburger Hafen dar. Die Schadstoffgehalte sind ausschlaggebend für die Entscheidung, ob das Baggergut im Gewässer verbleiben kann oder an Land gebracht und dort behandelt und entsorgt werden muss, und sind somit ein entscheidender Kostenfaktor. Die Entwicklung der gemittelten Schadstoffkonzentrationen aus Kernproben der letzten Jahre (Abbildung 15) zeigt, dass die Stoffgehalte insgesamt auf einem stabilen, niedrigen Niveau liegen. Bei TBT ist sogar eine Abnahme deutlich erkennbar, ein Hinweis, dass das Verbot der organozinnhaltigen Antifoulinganstriche wirkt. Unabhängig von langfristigen Trends unterliegen die Schadstoffkonzentrationen im Hafen jedoch Schwankungen, die insbesondere von den hydrologischen Verhältnissen abhängen (Oberwasserabfluss, Hochwasserereignisse, Durchmischung).

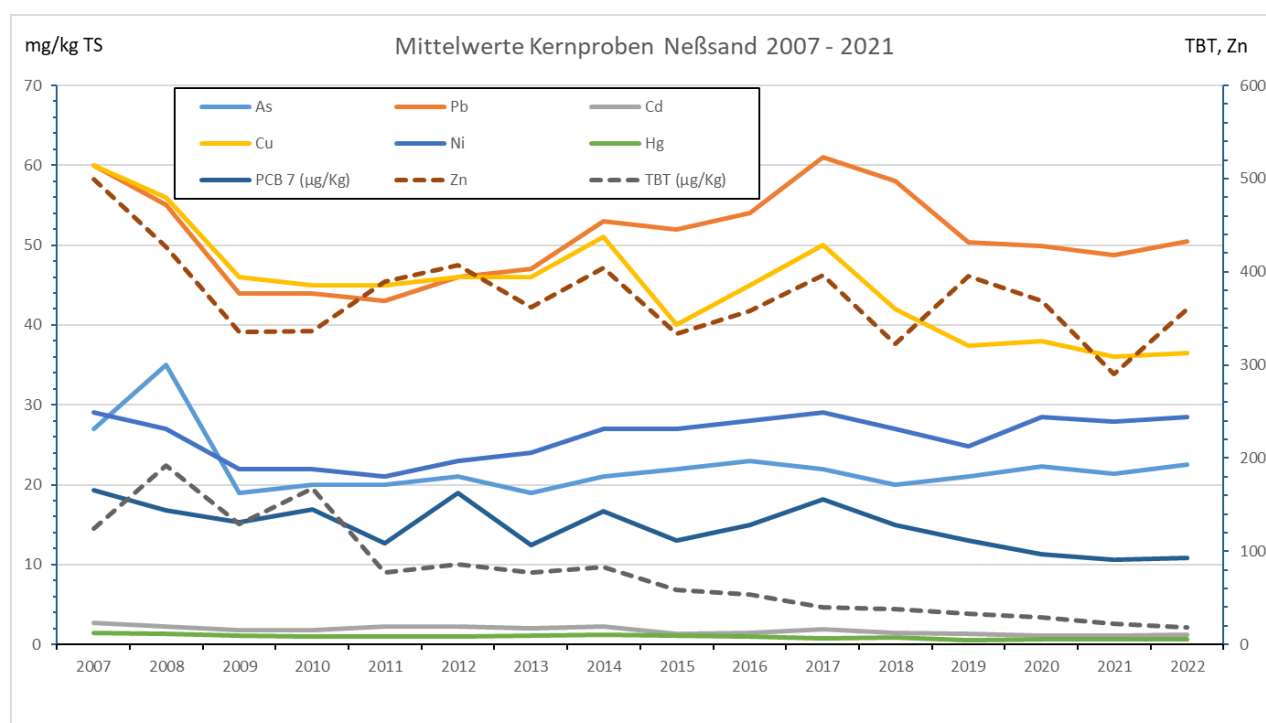


Abbildung 15: Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Kernproben 2007 – 2022, Bestimmung in der Gesamtfraktion.

5.1 Schadstoffbelastung der Sedimente

Die Beurteilung der Schadstoffgehalte des im Hamburger Hafen angefallenen Baggerguts erfolgte gemäß der Handlungsvereinbarung zwischen BSU (heute BUKEA) 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 28.06. - 04.07.2022 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2022 sind in Anlage 4 dargestellt.
- Seit 2016 wird neben Baggergut aus der Delegationsstrecke auch Baggergut aus den Hafeneinfahrten in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Die für die Nordseeverbringungen erforderlichen Freigabeuntersuchungen werden meist jeweils im Frühjahr 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 141 Sedimentkernen aus dem Jahr 2021 und 127 dem Jahr 2022 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 2022 sind in Anlage 7 zusammengestellt.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen des 2022 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 im Hafen, nach den Ergebnissen der Schadstoffuntersuchungen weiterhin auf niedrigem Niveau. Der Gradient abnehmender Schadstoffgehalte in Sedimenten von oberstrom nach unterstrom ist ein Beleg für die Einmischung unterstrombürtiger Schwebstoffe in die Sedimente im Bereich des Hafens.

So wurden die höchsten Schwermetallgehalte 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 allerdings 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 $< 63\mu\text{m}$ über 80 Gewichts-% TS) sind diese Sedimente auch durch sehr hohe TOC-Gehalte von im Mittel 3,6 bzw. 3,9 Gewichts % TS charakterisiert (siehe Anhang Anlage 5 und 6).

Auch bezüglich der organischen Schadstoffe, wie in den Vorjahren, 2022 keine grundlegende Änderung im Belastungsmuster zu erkennen. Auffälligkeiten bei den Gehalten an Mineralölkohlenwasserstoffen (MKW) und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) traten keine auf. Gleiches gilt auch 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 höchsten Gehalte an organischen Schadstoffen auf, während die Sedimente der stromab im Bereich der Unterelbe gelegenen Baggergebiete die geringsten Anreicherungen an organischen Schadstoffen zeigen.

Positiv ist weiterhin die Abnahme der Gehalte an Organozinnverbindungen. Die Gehalte sind weiterhin rückläufig. Jedoch ist auch mehr als ein Jahrzehnt nach dem Verbot TBT-haltiger Schiffsanstriche durch die IMO (International Maritime Organisation 2003/2008) eine, wenn auch vergleichsweise geringe Belastung der frischen, schwebstoffbürtigen Sedimente mit Organozinnverbindungen festzustellen. Die mittleren Gehalte an Tributylzinn (TBT) des im Frühjahr 2022 nach Neßsand verbrachten Baggergutes lagen im Mittel bei $16\ \mu\text{g}/\text{kg TS}$. Das im Herbst verbrachte Baggergut hatte einen mittleren TBT-Gehalt $21\ \mu\text{g}/\text{kg TS}$.

Wie auch in den Vorjahren mit geringer Oberwassermenge führt die Verbringung von Baggergut bei Neßsand nur zu einem kurzzeitigen Sedimentaustrag aus dem Hamburger Hafen.

5.2 Ökotoxikologische Untersuchungen

Um die ökotoxikologische Wirkung der Sedimente zu erfassen, wird ein Teil der chemisch analysierten 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 an den Oberflächensedimenten und an ausgewählten Kernproben durchgeführt.

Zur Beschreibung der ökotoxikologischen Wirkungen auf die verschiedenen Modellorganismen wird das von der BfG vorgegebene Verfahren angewandt. Hierbei wird die von einer Umweltprobe ausgehende Toxizität dadurch charakterisiert, wie oft 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 ermittelten 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 erfolgen die Biotestuntersuchungen für die Freigabe ausschließlich mit dem marinen Algentest und dem marinen Leuchtbakterientest. Die im Jahr 2022 erhobenen Daten (22 Proben in der Delegationsstrecke und 25 Proben in den Hafenzufahrten) der marinen Testpalette sind in Abbildung 16 der Vollständigkeit halber mit dargestellt. In Abbildung 17 und Anlage 7 sind die Ergebnisse der für die Umlagerung nach Neßsand bewertungsrelevanten limnischen Testpalette zusammengestellt. Da es nach wie vor keinen allgemein anerkannten Bewertungsmaßstab für die ökotoxikologischen Ergebnisse gibt, werden diese 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 2022 beprobt und mittels mariner Testpalette analysiert. In den Eluaten wird im marinen Algentest an der Mehrheit (n=27) der Proben (n= 47) ein Wert von pT0 (unbelastet) ermittelt. Sieben Proben zeigen einen pT1 (sehr gering belastet) und dreizehn Proben einen pT-Wert von 2 (gering belastet). Höhere pT-Werte wurden an den Eluaten nicht bestimmt. Im Algentest mit Porenwasser wird für sieben Proben ein pT 0, für 22 Proben jeweils ein Wert von pT1 (sehr gering belastet) und an 18 Proben ein Wert von pT2 (gering belastet) ermittelt. Dementsprechend liegen die Medianwerte des marinen Algentests im Eluat bei pT 0 (unbelastet) und im Porenwasser bei pT1 (sehr gering belastet). Die Mittelwerte liegen bei 1,2 (Porenwasser) und 0,7 (Eluat) und sind damit ebenfalls sehr niedrig.

Auch mittels Leuchtbakterientest werden an den Eluaten an der überwiegenden Mehrheit (n=43) der Proben (n=47) Werte von pT 0 (unbelastet) ermittelt. pT 1 und pT 2 wird an jeweils zwei Proben ermittelt. Werte von pT 3 (mäßig belastet) sind an zwei Proben ermittelt worden. Höhere pT Werte wurden an den Eluaten im Leuchtbakterientest nicht ermittelt. Der Medianwert der Eluate liegt bei pT0 (unbelastet) und der arithmetische Mittelwert bei 0,2. Die Ergebnisse des Leuchtbakterientest an den Porenwässern zeigen für 30 Proben einen pT 0 (unbelastet). Ein pT von 1 wurde an vier Proben bestimmt. 10 Proben weisen einen pT von 2 (gering belastet) auf. Ein Wert von pT 3 wurde an den Porenwässern nicht bestimmt. Zwei Proben aus der Rethe und eine Probe aus dem Sandauhafen zeigten jeweils einen pT von 4 (belastet) im Leuchtbakterientest mit Porenwasser. pT-Werte von 5 oder 6 wurden an den Porenwässern nicht ermittelt. Der Medianwert der Porenwässer liegt bei pT0 (unbelastet) und der arithmetische Mittelwert bei 0,8 und damit ebenfalls niedrig.

Die Sedimente zur Umlagerung nach Neßsand wurden im September 2022 an insgesamt 13 Stationen beprobt und mit der limnischen Testpalette ökotoxikologisch analysiert (s. Abbildung 17 und Anlage 7).

Von den drei Testverfahren (für Algen, Bakterien und Daphnien) weist, wie auch in den vergangenen Jahren sehr häufig festgestellt, der limnische Algentest im Mittel die höchsten Werte auf (siehe Anlage 7 und Abbildung 17). An den Eluaten wurden Werte von pT0 (unbelastet) bis pT 3 (mäßig belastet) ermittelt. Bei den Porenwässern lag die Spanne an gemessenen Werten zwischen pT0 und pT4 (belastet), wobei der höchste pT-Wert an einer Probe aus dem Reiherstieg Vorhafen ermittelt wurde. Der an den Porenwässern ermittelte arithmetische Mittelwert liegt bei 1,1 und damit um 0,2 Einheiten niedriger als im Vorjahr. An den Eluaten wurde wie in den Vorjahren meistens ein im Mittel höherer pT-Wert bestimmt (1,6 wie im Vorjahr). Der Medianwert liegt bei den Porenwässern bei 0 und bei den Eluaten bei pT 2 (gering belastet).

Mittels Leuchtbakterientest wird an den Porenwässern mit Ausnahme der Probe aus dem Reiherstieg Vorhafen, die einen pT-Wert von 1 aufweist, fast ausschließlich ein Wert von pT 0 (unbelastet) ermittelt. In den Eluaten zweier Proben (Reiherstieg Vorhafen, Harburger Seehäfen) wurden mit Werten von pT 3 (mäßig belastet) und pT4 (belastet) ökotoxikologische Effekte festgestellt, die übrigen Proben liegen ebenfalls bei pT 0. Der Median der Ergebnisse für beide Testmedien liegt bei pT 0 (unbelastet) und der Mittelwert mit 0,07 (Porenwässer) und 0,5 (Eluate) ebenfalls sehr niedrig.

Im Daphnientest liegen die Werte bei beiden Testmedien durchgehend bei pT 0 (unbelastet)

Pro Kernprobe werden die drei Testverfahren sowohl an Porenwässern als auch an Eluaten durchgeführt, so dass insgesamt sechs pT-Werte ermittelt werden. Für die Bestimmung der Toxizitätsklasse einer Probe wird das schlechteste Einzelergebnis aller angewendeten Test angegeben. In der Gesamtbewertung wird 2022 die Klasse II (geringe Belastung) am häufigsten erreicht, gefolgt von Klasse I (sehr geringe Belastung) (Anlage 7). Der Median aller Kernproben liegt für 2022 bei Klasse II (geringe Belastung). Das arithmetische Mittel der Klassen ergibt einen Wert von 2.0.

Der Klassen-Median 2022 liegt mit einem Wert von II damit auf demselben Niveau wie in den beiden Vorjahren 2021 und 2020. Im Jahr 2019 wurde bisher der niedrigste Medianwert (I; sehr geringe Belastung) für die Toxizitätsklassen ermittelt. In den Jahren davor (2014 bis 2018) lagen die Werte bei II (geringe Belastung) bis III (mäßige Belastung). Anzeichen für eine signifikante Erhöhung des ökotoxikologischen Potenzials der umzulagernden Sedimente im Vergleich zu den Werten aus dem Gesamtzeitraum von 2014 bis 2021 werden im Jahr 2022 damit nicht festgestellt.

Die ökotoxikologische Analyse der Oberflächenproben an den Referenzbeprobungsstellen wird seit 2005 mit der oben beschriebenen Testpalette an Eluaten durchgeführt. Beprobt wird nur die oberste Sedimentschicht mit einer Schichtdicke von bis zu 5 cm. Die Analyse erfolgte 2022 an insgesamt 16 Stationen. Die Ergebnisse sind in Anlage 7 aufgeführt.

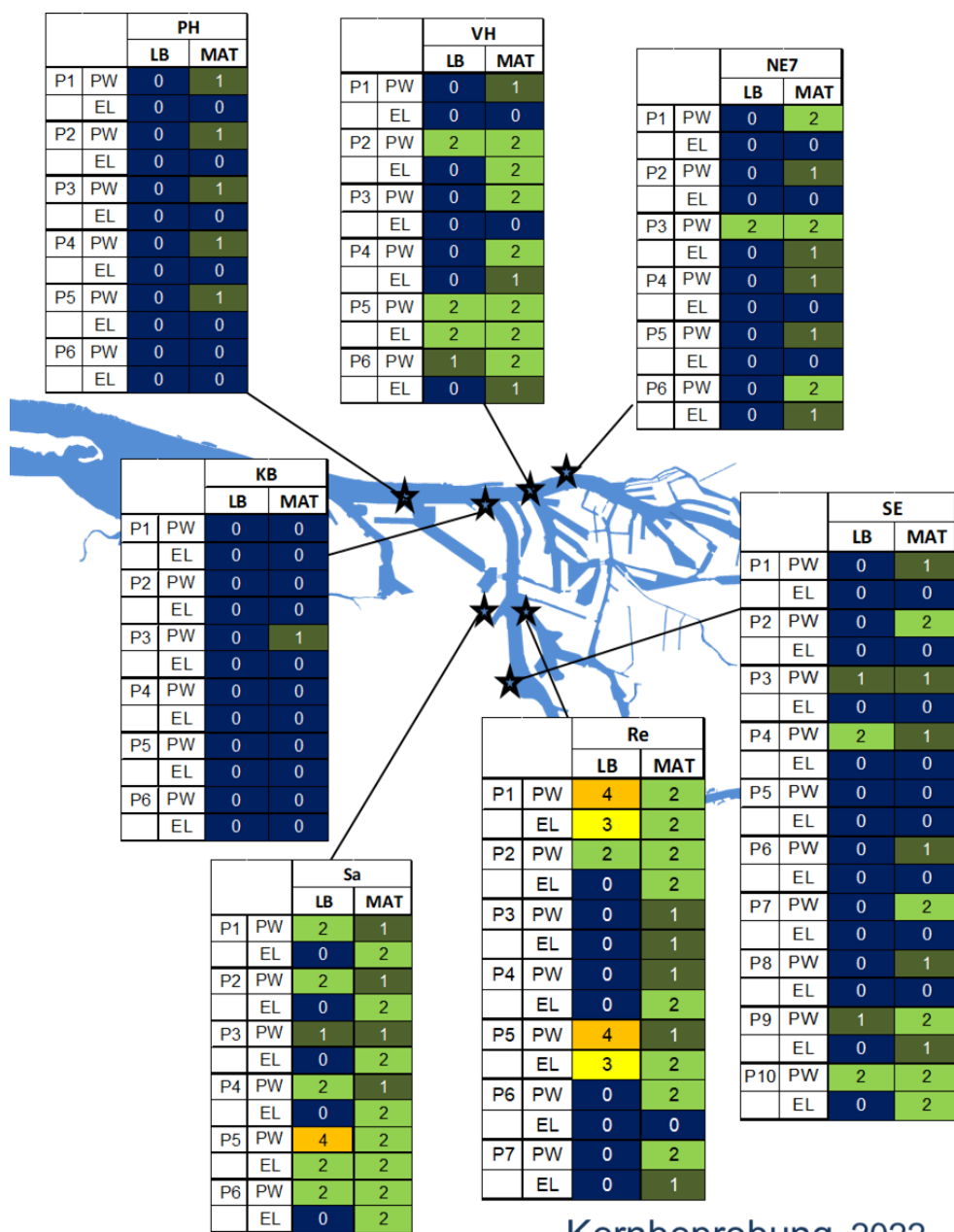
Der Algentest zeigt 2022 etwas geringere Werte als im Vorjahr. Während im Jahr 2021 alle Werte mindestens bei pT 2 (gering belastet) lagen, wird im Jahr 2022 an drei Stationen ein Wert von pT 0 (unbelastet) und an acht Stationen ein Wert von pT 1 (sehr gering belastet) ermittelt. Zwei Werte liegen bei pT 2 (gering belastet) und die höchsten pT-Werte (pT 3; mäßig belastet) wurden an den Stationen Dove Elbe, Seehafen 4 und Reiherstieg Vorhafen ermittelt.

Der Leuchtbakterientest ergab für die Stationen Dove Elbe (pT 5), Seehafen 4 (pT 5) und Reiherstieg Vorhafen (pT 6) ebenfalls die höchsten Toxizitäten. Im Daphnientest wurde mit pT2 lediglich am Standort Reiherstieg Vorhafen eine leicht erhöhte Toxizität festgestellt.

Anders als 2021 ist anhand der Ergebnisse der Referenzbeprobung vom Juni/Juli 2022 der Einfluss von oberstromigen Sedimenten auf die ökotoxikologische Belastung der Sedimente zu erkennen.

Mit einem Klassen-Medianwert aller Proben von I (sehr gering belastet) liegen die Werte der Referenzbeprobung 2022 niedriger als im Vorjahr (Klassenmedian III) und auf dem sehr niedrigen Niveau des Jahres 2020.

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.

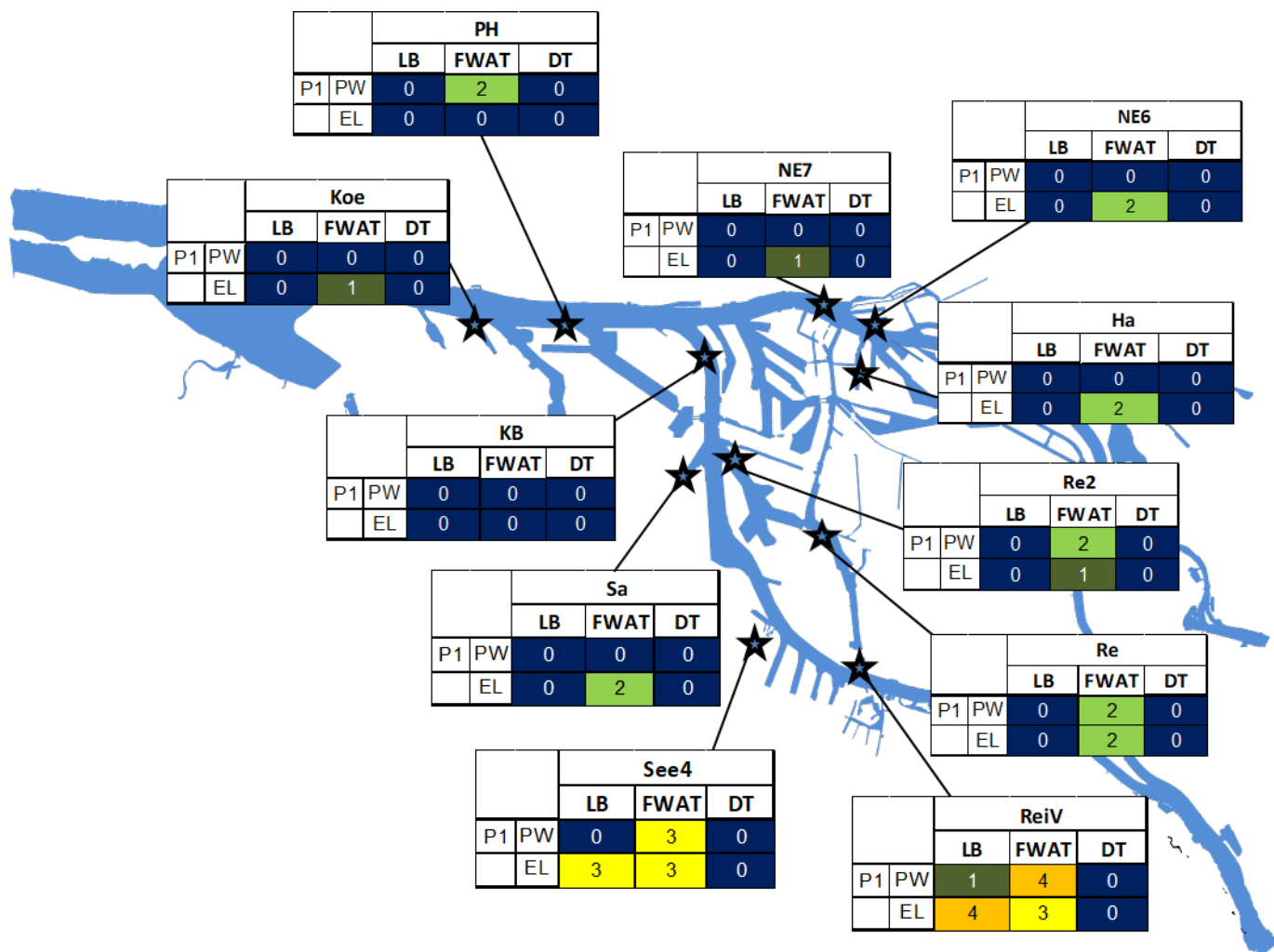


Kernbeprobung 2022

Marine Palette

Legende
 PW = Porenwasser LB = Leuchtbakterientest
 EL = Eluat AT = Algentest
 P1-P8 = Parallelproben DT = Daphnientest

Abbildung 16: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Sommer 2022 (marine Testpalette).



Kernbeprobung 2022

Legende

PW = Porenwasser

EL = Eluat

LB = Leuchtbakterientest

AT = Algentest

DT = Daphnientest

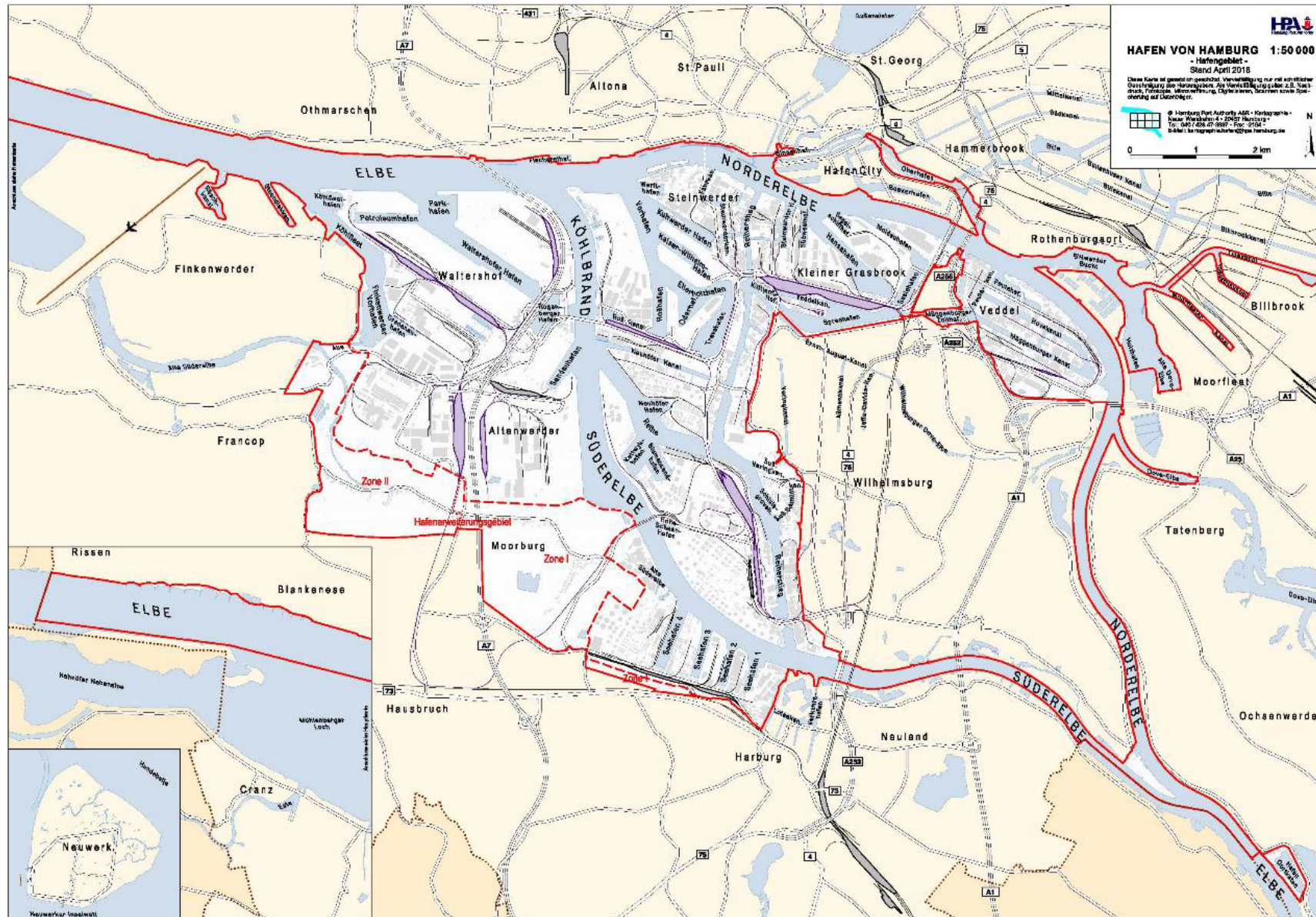
Abbildung 17: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Herbst 2022 (limnische Testpalette).

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 2021/22 an 141 Sedimentkernen bestimmt und für die Umlagerungen ab November 2022 an 127 Sedimentkernen untersucht. Ermittelt wurde die chemische Zehrung von Sauerstoff nach 180 Minuten, bezogen auf die Trockensubstanz. Die mittlere Zehrung lag bei 1,55 g O₂/kg TS bei einer Spanne von 0,7 bis 3 g O₂/kg TS.

Anlage 1: Hafenanplan



Anlage 2: Gebaggerte Mengen 2022 in Tonnen Trockensubstanz tTS, unterteilt nach Herkunft und Verbleib, 1. Halbjahr (Herkunft SSC).

Ort	Sediment zur Umlagerung	Umlagerung Nordsee (E3)	Umlagerung Scheelenkuhlen	Klappstelle Neuer Lüchtergrund	Mibo zur Behandlung	Sand für Bau- maßnahmen der Bagger- gutbehand- lung und -un- terbringung	Sand für Aufhö- hungen	Boden zu Verklap- pung bei Strombau- maßnah- men	Entsor- gung Grundhin- dernisse	SUMME
Hafen Oortkaten					394					394
Rüschkanal (Sporthafen) (ab 2019)					115					115
Jollenhafen Blankenese (ab 2019)									2	2
Norderelbe (6-7)	274.955								5	274.960
Süderelbe	232.009									232.009
Köhlbrand	63.833	73.485		95.770						233.088
Untereelbe	3.482		403.513	261.218			23.491	3.323		695.027
Steendiekkanal	16.161									16.161
Noerdl. Reiherstieg					8.929					8.929
Suedl. Reiherstieg									12	12
Rethe	234.744									234.744
Kattwykhafen	33.247								10	33.257
Blumensandhafen	18.277									18.277
Hansahafen	44.154									44.154
Steinwerder Hafen	26.535									26.535
Sandtorhafen	3.476									3.476
Elbufer	48.319								3	48.322
Kuhwerder Vorhafen	30.076	17.909								47.985
Werfthafen B+V	54.286									54.286
Kuhwerder Hafen									3	3
Kaiser-Wilhelm-Hafen	15.532									15.532
Sandauhafen	42.982									42.982
Parkhafen	142.694									142.694
Waltershofener Hafen	29.631				12.265					41.896

Ort	Sediment zur Umlagerung	Umlagerung Nordsee (E3)	Umlagerung Scheelenkuhlen	Klappstelle Neuer Lüchtergrund	Mibo zur Behandlung	Sand für Bau- maßnahmen der Bagger- gutbehand- lung und -un- terbringung	Sand für Aufhö- hungen	Boden zu Verklap- pung bei Strombau- maßnah- men	Entsor- gung Grundhin- dernisse	SUMME
Finkenwerd. Vorhafen					713					713
Koehlfleet	253.823									253.823
Seehafen 1	2.886									2.886
Seehafen 2	2.011									2.011
Seehafen 3	1.011									1.011
Seehafen 4	4.583									4.583
Reiherstieg Vorhafen	4.925									4.925
Billbrooker-Kanaele									3	3
Fleete/Speicher	4.642									4.642
Muegg.-Hovek.westl.T.					380					380
Muegg.-Hovek.oestl.T.					29.798					29.798
Moldauhafen									5	5
Spreehafen					39.974					39.974
Ernst-August-Kanal					8.620					8.620
Steinwerder Kanaele	5.201									5.201
Kreetsand Spadenlander Busch	87.470									87.470
SUMME 1. Hj 2020	1.680.945	91.394	403.513	356.988	101.188		23.491	3.323	43	2.660.885

Anlage 3: Gebaggerte Mengen 2022 in Tonnen Trockensubstanz tTS, unterteilt nach Herkunft und Verbleib, 2. Halbjahr (Herkunft SSC).

Ort	Sediment zur Umlagerung	Umlagerung Nordsee (E3)	Umlagerung Scheelenkuhlen	Neuer Lüchtergrund	Mibo zur Behandlung	Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung	Sand für Aufhöhungen	Boden zu Verklappung bei Strombaumaßnahmen	Entsorgung Grundhinder-nisse	SUMME
Norderelbe (6-7)		114.505			152					114.657
Süderelbe		525.378				26.326				551.704
Köhlbrand		152.123		154.999						307.122
Untereelbe			88.791	219.445						308.236
Nördl. Reiherstieg	57.211				6.792					64.003
Rethe	31.178	148.615							8	179.801
Neuhöfer Hafen	13.636									13.636
Hansahafen	46.267									46.267
Steinwerder Hafen	24.697									24.697
Elbufer	8.749									8.749
Kuhwerder Vorhafen		207.616								207.616
Kaiser-Wilhelm-Hafen	8.534									8.534
Sandauhafen		47.599								47.599
Parkhafen	43.415	256.110								299.525
Waltershöfer Hafen	2.533									2.533
Köhlfleet	31.170									31.170
Dradenauhafen									7	7
Seehafen 4					4.094					4.094
Billwerder Bucht									7	7
Billbrooker-Kanäle					11.089				3	11.092
Innere Durchfahrt					10.984					10.984
Spreehafen					11.263					11.263
Veddelkanal					29.587					29.587
Ernst-August-Kanal					3.012					3.012
Steinwerder Kanäle					7.220					7.220
SUMME 2. HJ 2021	267.390	1.451.946	88.791	374.444	84.193	26.326			25	2.293.115

Anlage 4: Statistische Auswertung der Referenzproben (Juni 2022).

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-% OS	16	0	20,3	24,9	26,4	34,65	38,9
TOC (C)	Gew.-% TS	16	0	0,82	2,0	1,9	2,75	3
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	16	0	41,8	67,8	65,1	80,70	81,5
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	16	0	14,8	26,5	25,1	34,10	40,4
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	16	0	1,9	3,4	6,4	15,95	19,6
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	16	0	0,1	1,1	2,0	5,00	7
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	16	0	0,1	0,5	1,0	2,40	4
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	16	2	<0,1	0,2	0,3	0,40	0,9
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	16	4	<0,1	0,2	0,2	0,40	0,5
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	16	9	<0,1	0,1	k.MW	0,25	0,6
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	16	0	74,3	93,5	90,2	96,40	96,7
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	16	0	88,8	97,7	96,6	99,00	99,1
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	16	0	88,8	97,7	96,6	99,00	99,1
Phosphor	mg/kg TS	16	0	780	1300	1376,3	2000,00	2200
Schwefel	mg/kg TS	16	0	2500	3600	3712,5	4500,00	4800
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	16	0	14	25,0	22,9	27,50	28,0
Blei	mg/kg TS	16	0	27	53	49,8	61,50	64
Cadmium	mg/kg TS	16	0	0,48	0,9	1,5	3,60	4
Chrom	mg/kg TS	16	0	27	42	39,6	46,50	50
Kupfer	mg/kg TS	16	0	19	35	39,7	59,50	72
Nickel	mg/kg TS	16	0	19	30	28,1	33,50	35
Quecksilber	mg/kg TS	16	0	0,28	0,5	0,6	0,87	1,1
Zink	mg/kg TS	16	0	127	267	348,3	678,00	744
Metalle aus der Fraktion <20µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	16	0	26	29	28,5	29,50	31
Blei < 20 µm	mg/kg TS	16	0	58	67	68,4	77,00	78
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,58	0,9	1,7	3,90	4,6
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	16	0	47	55	53,8	57,50	61
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	16	0	34	40	48,0	71,50	82
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	16	0	34	36	36,0	37,50	38
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,52	0,6	0,7	1,20	1,4
Zink < 20 µm	mg/kg TS	16	0	270	309	424,1	715,00	811
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	16	0	51	135	141,7	210,00	230
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	16	0	11	24	25,2	41,25	44,7
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	16	0	39,8	113	117,1	170,00	191
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	16	0	0,027	0,05	0,1	0,11	0,13
Acenaphtylen	mg/kg TS	16	11	<0,01	0,01	k.MW	0,02	0,023

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthen	mg/kg TS	16	11	<0,01	0,01	k.MW	0,01	0,019
Fluoren	mg/kg TS	16	0	0,011	0,02	0,0	0,04	0,043
Phenanthren	mg/kg TS	16	0	0,059	0,09	0,1	0,20	0,26
Anthracen	mg/kg TS	16	0	0,021	0,03	0,0	0,08	0,11
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,1	0,15	0,2	0,38	0,5
Pyren	mg/kg TS	16	0	0,09	0,13	0,2	0,34	0,45
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	16	0	0,05	0,07	0,1	0,19	0,28
Chrysen	mg/kg TS	16	0	0,05	0,07	0,1	0,19	0,27
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,076	0,12	0,2	0,26	0,35
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,037	0,05	0,1	0,12	0,16
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	16	0	0,054	0,08	0,1	0,20	0,29
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	16	1	<0,06	0,02	0,0	0,04	0,044
<u>Benzo(ghi)perylene</u>	mg/kg TS	16	0	0,062	0,10	0,1	0,20	0,26
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	16	0	0,068	0,11	0,1	0,20	0,26
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	16	0	0,401	0,60	0,8	1,31	1,82
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	16	0	0,733	1,08	1,5	2,48	3,41
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	16	0	0,38	0,74	0,9	1,45	1,6
PCB 52	µg/kg TS	16	0	0,36	0,675	0,8	1,30	1,5
PCB 101	µg/kg TS	16	0	1	1,85	1,9	2,60	2,6
PCB 118	µg/kg TS	16	0	0,56	0,995	1,0	1,35	1,4
PCB 138	µg/kg TS	16	0	1,8	3,35	3,5	5,20	5,8
PCB 153	µg/kg TS	16	0	1,3	2,35	2,5	3,90	4,2
PCB 180	µg/kg TS	16	0	0,95	1,85	2,3	3,95	4,6
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	0	0	0	0,0	0,0	0,00	0
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	16	0	6,35	11,9	12,9	19,75	21,5
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	16	0	0,19	0,3	0,5	0,99	2,4
beta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,41	0,7	1,1	1,80	4,2
gamma-HCH	µg/kg TS	16	0	0,061	0,1	0,1	0,22	0,49
delta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,19	0,3	0,4	0,65	1,7
epsilon-HCH	µg/kg TS	16	11	<0,1	0,1	k.MW	0,17	0,33
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	0,15	0,3	0,4	0,82	0,96
p,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	1,1	2,5	3,8	7,25	7,4
o,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	1,2	2,6	4,0	7,85	9,9
p,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	3	6,6	9,8	19,00	23
o,p'-DDT	µg/kg TS	16	1	<0,1	0,2	0,8	2,20	3
p,p'-DDT	µg/kg TS	16	0	0,1	1,4	2,8	45,00	82
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	0,34	0,615	0,9	1,80	2,3
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	1,6	3,75	5,8	12,00	17

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	5,2	8,4	10,0	15,00	23
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	4	8,75	9,8	14,50	21
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	4,6	14	15,7	23,50	37
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	16	13	<1	1	k.MW	1,55	2,2
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	16	13	<1	1	k.MW	1,20	3,1
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	16	9	<1	1	k.MW	2,25	2,9
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	16	16	<1	1	k.MW	1,00	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	16	16	<1	1	k.MW	1,00	<1

Anlage 5: Statistische Auswertung der Kernproben 2021/22 des von Januar bis März 2022 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	141	0	21,9	32,1	33,6	45,8	61
TOC (C)	Gew.-% TS	141	0	1	3,6	3,6	4,7	8,2
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	141	0	13,1	55,3	54,5	75,0	88,1
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	141	0	5,6	31,7	29,8	40,4	54,8
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	141	0	1,8	8,1	9,3	18,4	31,7
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	141	0	0,4	2,0	4,1	9,3	35
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	141	0	0,1	0,7	1,6	3,2	19,3
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	141	14	<0,1	0,2	0,3	0,4	3,2
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	141	15	<0,1	0,1	0,2	0,4	2,1
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	132	41	<0,1	0,1	0,3	0,4	13,8
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	141	0	40,8	88,3	84,3	94,7	97,3
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	141	0	56,5	96,5	93,5	98,5	99,3
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	132	0	916	3715	3648	5080	7720
Phosphor	mg/kg TS	132	0	470	1300	1273	1600	2000
Schwefel	mg/kg TS	132	0	1600	4100	3989	4900	5600
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	140	0	8,3	21,0	20,9	26,0	29,0
Blei	mg/kg TS	140	0	16	46	47	60	71
Cadmium	mg/kg TS	140	0	0,42	1,3	1,3	2,0	3,5
Chrom	mg/kg TS	140	0	18	42	41	53	64
Kupfer	mg/kg TS	140	0	13	34	35	49	92
Nickel	mg/kg TS	140	0	11	26	26	33	38
Quecksilber	mg/kg TS	140	0	0,18	0,6	0,6	0,8	1,0
Zink	mg/kg TS	140	0	102	292	297	400	618
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	141	0	25	30	30	34	47
Blei < 20 µm	mg/kg TS	141	0	63	71	73	77	140
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	141	0	0,83	1,4	1,5	2,4	4,4
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	141	0	49	64	65	76	85
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	141	0	37	45	48	54	100
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	141	0	32	39	39	43	46
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	141	0	0,4	0,7	0,7	0,8	1,2
Zink < 20 µm	mg/kg TS	141	0	306	403	419	501	780
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	141	0	27	110	122	210	340
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	141	47	<10	14	17	28	63
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	132	0	23,6	94	101	165	295

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	141	7	0,016	0,05	0,05	0,07	0,11
Acenaphthylen	mg/kg TS	141	106	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	<0,05
Acenaphthen	mg/kg TS	141	127	<0,01	<0,01	k.MW	0,02	<0,05
Fluoren	mg/kg TS	141	13	<0,01	0,02	0,02	0,04	0,057
Phenanthren	mg/kg TS	141	0	0,035	0,09	0,09	0,14	0,35
Anthracen	mg/kg TS	141	1	0,015	0,04	0,04	0,05	0,12
Fluoranthen	mg/kg TS	141	0	0,062	0,16	0,17	0,23	0,69
Pyren	mg/kg TS	141	0	0,052	0,14	0,15	0,20	0,53
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	141	0	0,033	0,08	0,09	0,12	0,43
Chrysen	mg/kg TS	141	0	0,03	0,07	0,08	0,11	0,34
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	141	0	0,023	0,05	0,06	0,10	0,29
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	141	0	0,068	0,17	0,18	0,25	0,62
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	141	0	0,032	0,08	0,09	0,12	0,4
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	141	20	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,071
Benzo(ghi)perylene	mg/kg TS	141	10	<0,01	0,09	0,09	0,13	0,3
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	141	7	0,01	0,10	0,10	0,16	0,36
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	141	0	0,25	0,59	0,64	0,96	2,37
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	141	0	0,47	1,09	1,21	1,62	4,4
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	141	9	0,22	0,77	0,85	1,1	<3
PCB 52	µg/kg TS	141	9	0,2	0,63	0,76	1	<3
PCB 101	µg/kg TS	141	9	0,53	1,6	1,59	2,2	<3
PCB 118	µg/kg TS	141	9	0,22	0,79	0,89	1,1	<3
PCB 138	µg/kg TS	141	1	0,57	2,1	2,17	2,9	5,4
PCB 153	µg/kg TS	141	1	0,83	2,9	2,83	3,6	5,4
PCB 180	µg/kg TS	141	5	0,48	1,8	1,82	2,7	4,1
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	141	0	2,96	10,0	10,0	13,4	22,5
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	141	0	3,18	10,8	10,9	14,6	25,5
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	141	9	0,065	0,3	0,4	0,8	1,1
beta-HCH	µg/kg TS	141	2	0,21	0,9	0,9	1,2	3,3
gamma-HCH	µg/kg TS	141	16	0,05	0,1	0,2	0,2	1
delta-HCH	µg/kg TS	132	2	<0,1	0,3	0,4	0,6	0,93
epsilon-HCH	µg/kg TS	132	117	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	0,19
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	141	9	0,13	0,3	0,4	0,6	<1
p,p'-DDE	µg/kg TS	141	0	0,89	2,8	2,9	4,0	6,6
o,p'-DDD	µg/kg TS	141	0	0,48	2,8	2,9	4,4	6,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	141	0	1	7,6	8,5	15,0	39
o,p'-DDT	µg/kg TS	141	31	<0,1	0,4	0,4	0,9	2,5
p,p'-DDT	µg/kg TS	141	1	<0,1	2,1	3,0	6,6	16

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	141	0	0,24	0,8	0,8	1,2	3,2
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	141	0	0,98	3,8	4,2	6,7	13
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	141	0	5,1	16	16,1	21	40
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	141	0	3,1	8,3	8,6	11	22
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	141	0	2,4	16	16	21	71
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	141	32	<1	1,8	2,3	3,5	12
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	141	64	<1	1,1	1,3	1,9	3,9
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	141	52	<1	1,2	1,5	2,1	8,4
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	141	141	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	141	140	<1	<1	k.MW	<1	3,1
Sauerstoffzehrung								
O2-Zehrung n. 180 min	g O2/kg TS	132	0	0,12	1,5	1,5	2,3	3,0

Anlage 6: Statistische Auswertung der Kernproben aus dem zweiten Halbjahr 2022 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	127	0	18,5	27,7	28,2	34,9	42,7
TOC (C)	Gew.-% TS	127	0	2,5	3,9	3,9	4,4	5,2
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	127	0	33,1	66,5	65,5	75,0	81,1
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	127	0	16,4	25,5	26,2	31,3	57,3
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	127	0	1,5	5,4	5,8	8,5	17,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	127	0	0,1	1,0	1,5	2,7	13,5
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	127	2	<0,1	0,4	0,7	1,4	9,5
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	127	12	<0,1	0,1	0,2	0,4	1,6
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	127	27	<0,1	0,1	0,2	0,3	1,1
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	127	90	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	0,7
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	127	0	68,4	92,6	91,6	95,9	97,7
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	127	0	79,3	98,3	97,4	99,2	99,7
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	127	0	2070	3970	3957	4674	7150
Phosphor	mg/kg TS	127	0	310	1400	1413	1500	2500
Schwefel	mg/kg TS	127	0	1000	4800	4744	5340	6000
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	127	0	4,8	24	24	27	31
Blei	mg/kg TS	127	0	19	55	54	61	67
Cadmium	mg/kg TS	127	0	0,39	1,2	1,2	1,5	2
Chrom	mg/kg TS	127	0	7	49	49	61	66
Kupfer	mg/kg TS	127	0	12	38	38	43	55
Nickel	mg/kg TS	127	0	11	31	31	35	38
Quecksilber	mg/kg TS	127	0	0,31	0,6	0,6	0,7	0,8
Zink	mg/kg TS	127	0	101	297	301	342	441
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	127	0	25	31	31	33	37
Blei < 20 µm	mg/kg TS	127	0	63	70	71	75	81
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	127	0	0,79	1,2	1,3	1,6	1,9
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	127	0	48	68	68	80	89
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	127	0	38	45	46	52	61
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	127	0	33	39	40	44	48
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	127	0	0,37	0,6	0,6	0,7	0,83
Zink < 20 µm	mg/kg TS	127	0	313	392	390	441	505
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	127	0	22	140	137	180	280
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	127	11	10	17	19	29	57,3
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	127	0	19,1	121	118	148	241
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	127	13	0,03	0,05	0,05	0,06	0,18

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthylen	mg/kg TS	127	98	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,014
Acenaphthen	mg/kg TS	127	115	<0,01	<0,01	k.MW	<0,01	0,013
Fluoren	mg/kg TS	127	0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,038
Phenanthren	mg/kg TS	127	0	0,06	0,09	0,09	0,11	0,16
Anthracen	mg/kg TS	127	0	0,02	0,04	0,04	0,05	0,053
Fluoranthen	mg/kg TS	127	0	0,1	0,16	0,17	0,20	0,29
Pyren	mg/kg TS	127	0	0,09	0,14	0,14	0,17	0,24
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	127	0	0,06	0,08	0,09	0,10	0,18
Chrysen	mg/kg TS	127	0	0,05	0,08	0,08	0,09	0,15
Benzo(b)fluoranthen	mg/kg TS	127	0	0,04	0,06	0,06	0,07	0,11
Benzo(k)fluoranthen	mg/kg TS	127	0	0,12	0,17	0,18	0,21	0,31
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	127	0	0,05	0,08	0,08	0,09	0,16
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	127	6	<0,01	0,02	0,02	0,03	<0,05
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	127	0	0,06	0,09	0,1	0,11	0,19
Indeno(1.2.3-cd)pyren	mg/kg TS	127	0	0,06	0,12	0,11	0,14	0,21
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	127	0	0,41	0,63	0,6	0,72	1,16
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	127	0	0,78	1,18	1,19	1,35	2,097
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	127	0	0,4	0,73	0,73	0,9	2,3
PCB 52	µg/kg TS	127	0	0,37	0,64	0,66	0,77	1,6
PCB 101	µg/kg TS	127	3	<0,1	1,6	1,6	1,9	4,2
PCB 118	µg/kg TS	127	0	0,41	0,8	0,8	1,0	2,3
PCB 138	µg/kg TS	127	0	1,3	2,1	2,2	2,5	5,1
PCB 153	µg/kg TS	127	0	1,9	3,0	3,0	3,4	7,3
PCB 180	µg/kg TS	127	0	1,2	1,8	1,8	2,1	4,5
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	127	0	6,49	9,8	9,9	11,3	25
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	127	0	7,02	10,6	10,8	12,2	27,3
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	127	0	0,09	0,3	0,3	0,4	1
beta-HCH	µg/kg TS	127	0	0,41	0,8	0,8	1,0	2,1
gamma-HCH	µg/kg TS	127	2	<0,05	0,1	0,1	0,1	0,29
delta-HCH	µg/kg TS	127	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,93
epsilon-HCH	µg/kg TS	127	125	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,18
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	127	0	0,17	0,3	0,3	0,4	1
p,p'-DDE	µg/kg TS	127	0	1,9	2,7	2,8	3,3	7,8
o,p'-DDD	µg/kg TS	127	0	0,63	2,7	2,8	3,5	7,8
p,p'-DDD	µg/kg TS	127	0	1,4	7,3	7,6	9,5	22
o,p'-DDT	µg/kg TS	127	7	<0,3	0,3	0,4	0,5	1,6
p,p'-DDT	µg/kg TS	127	1	<0,1	1,3	1,9	3,4	17
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	127	0	2,5	3,6	4,0	5,0	15
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	127	0	0,21	0,8	0,9	1,1	3,2

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	127	0	6,8	18	18	23	42
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	127	0	5,2	10	10	13	36
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	127	0	12	19	21	25	79
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	127	12	<1	2	2	3	4,6
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	127	30	<1	1	1	2	2,6
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	127	31	<1	1	1	2	4,2
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	127	127	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	127	124	<1	<1	k.MW	<1	10
Sauerstoffzehrung								
O2-Zehrung n. 180 min	g O2/kg TS	127	0	0,7	1,6	1,6	2,1	2,6

Anlage 7: Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen. Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2022 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	Leuchtbakterien- test n=13	Algentest n=13	Daphnien- test n=13
pT 0	11	2	13
pT 1	0	3	0
pT 2	0	6	0
pT 3	1	2	0
pT 4	1	0	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwas- ser pT-Stufe	n=13	n=13	n=13
pT 0	1	7	13
pT 1	12	1	0
pT 2	0	3	0
pT 3	0	1	0
pT 4	0	1	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	0	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n=13
0	0
I	3
II	8
III	1
IV	1
V	0
VI	0

Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2022

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2022 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen)).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juni/Juli 2022			
	Leichtb. (LB) n=16	Algentest (AT) n=16	Daphnient. (DT) n=16	Klasse n=16
pT 0	10	3	13	3
pT 1	1	8	2	7
pT 2	0	2	1	1
pT 3	2	3	0	2
pT 4	0	0	0	0
pT 5	2	0	0	2
≥ pT 6	1	0	0	1

Anlage 8: Schadstoffbelastung des in der METHA klassierten Schlicks 2022.

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-% OS	31	0	20,2	24,5	24,3	26,3	27
Glühverlust	Gew.-% TS	31	0	6,3	7,6	7,6	8,5	9,3
TOC (C)	Gew.-% TS	31	0	2,7	3,3	3,4	3,8	4,3
Siebanalyse								
Fraktion <20 µm	Gew.-%	31	0	33,3	50,7	50,4	56,9	59,9
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	31	0	17,3	29,7	29,3	33,4	36,9
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	31	0	5,7	10,8	10,9	13,3	18,2
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	31	0	1,7	5,7	6,7	11,1	15,9
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	31	0	0,5	1,5	2,4	4,8	10,1
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	31	2	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,4
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	31	4	<0,1	0,2	0,2	0,4	0,6
Parameter								
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	10	0	23	30	28,90	32,2	34
Blei	mg/kg TS	10	0	68	78	78	85	86
Cadmium	mg/kg TS	10	0	2,2	2,7	2,7	3,3	3,5
Chrom (ges.)	mg/kg TS	10	0	38	48	47	56	57
Kupfer	mg/kg TS	10	0	104	127	132	162	167
Nickel	mg/kg TS	10	0	25	29	29	33	34
Quecksilber	mg/kg TS	10	0	1,0	1,3	1,3	1,5	1,7
Zink	mg/kg TS	10	0	370	429	429	482	495
Thallium	mg/kg TS	10	3	<0,3	0,32	0,35	0,47	0,47
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	31	0	100	180	182	230	340
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	31	0	24	41	45	67	89
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg TS	31	0	190	350	376	600	710
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	31	13	<0,05	0,05	0,08	0,13	0,19
Acenaphtylen	mg/kg TS	31	29	<0,05	<0,05	k. MW	<0,05	0,06
Acenaphthen	mg/kg TS	31	27	<0,05	<0,05	k. MW	0,06	0,08
Fluoren	mg/kg TS	31	11	<0,05	0,07	0,09	0,11	0,44
Phenanthren	mg/kg TS	31	0	0,16	0,32	0,35	0,51	1,20
Anthracen	mg/kg TS	31	0	0,06	0,12	0,16	0,20	0,98
Fluoranthren	mg/kg TS	31	0	0,35	0,61	0,64	0,91	1,10
Pyren	mg/kg TS	31	0	0,29	0,49	0,50	0,66	0,84
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	31	0	0,19	0,30	0,32	0,43	0,54
Chrysen	mg/kg TS	31	0	0,17	0,26	0,29	0,41	0,53
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	31	0	0,13	0,29	0,29	0,39	0,71
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	31	0	0,08	0,15	0,16	0,19	0,46
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	31	0	0,14	0,24	0,27	0,36	0,54
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	31	1	<0,05	0,24	0,25	0,33	0,49

Parameter	Einheit	N n<BG		Min	Median	Mittel	90.P	Max
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	31	13	<0,05	0,05	0,06	0,08	0,12
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	31	1	<0,05	0,21	0,21	0,28	0,44
Summe PAK ¹⁾	mg/kg TS	31	0	2,18	3,67	3,77	5,09	7,66
Polychlorierte Biphenyle								
PCB Nr. 28	µg/kg TS	31	28	<3	<3	k. MW	3,0	5,5
PCB Nr. 52	µg/kg TS	31	27	<5	<3	k. MW	3,4	4,4
PCB Nr. 101	µg/kg TS	31	0	3,2	4,2	5,1	7,8	9,5
PCB Nr. 118	µg/kg TS	31	22	<5	<3	k. MW	3,5	22,0
PCB Nr. 138	µg/kg TS	31	0	5,3	7,5	8,3	13,0	17,0
PCB Nr. 153	µg/kg TS	31	0	3,7	6,4	6,7	9,6	11,0
PCB Nr. 180	µg/kg TS	31	1	<3	4,8	5,6	9,3	12,0
Summe PCB ¹⁾	µg/kg TS	31	0	24,8	31,7	35,9	50,4	69,4
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	2	<1	1,0	1,2	1,4	2,9
beta-HCH	µg/kg TS	10	0	1,1	1,4	1,7	2,0	4,5
gamma-HCH	µg/kg TS	10	10	<1	<1	k. MW	<1	<1
delta-HCH	µg/kg TS							
epsilon-HCH	µg/kg TS							
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	10	1	<1	1,4	1,98	3,13	5,2
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	5,4	7,0	8,1	11,2	13,0
o,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	5,7	9,0	12,2	22,0	22,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	14,0	32,5	41,3	67,8	93,0
o,p'-DDT	µg/kg TS	10	4	<1	1,0	1,3	2,4	2,5
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	0	3,3	7,7	19,9	62,4	66,0
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	1,5	1,9	2,0	2,5	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	6,1	7,5	8,3	11,2	13
Organozinnverbindungen								
Mono-Butylzinn	µg/kg TS	31	0	11	51	58	94	120
Di-Butylzinn	µg/kg TS	31	1	<10	39	41	57	72
Tri-Butylzinn	µg/kg TS	31	0	33	130	134	240	320
Tetra-Butylzinn	µg/kg TS	31	1	<10	38	38	56	65
Mono-Octylzinn	µg/kg TS	31	31	<10	<10	k. MW	<10	<10
Di-Octylzinn	µg/kg TS	31	31	<10	<10	k. MW	<10	<10
Tri-Cyclohexylzinn	µg/kg TS	31	31	<10	<10	k. MW	<10	<10
Tri-Phenylzinn	µg/kg TS	31	31	<10	<10	k. MW	<10	<10
Eluatuntersuchungen								
Arsen	mg/l	31	0	0,0032	0,0083	0,0105	0,02	0,03
Blei	mg/l	31	30	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,0011
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	0,006

Parameter	Einheit	N n<BG		Min	Median	Mittel	90.P	Max
Chrom gesamt	mg/l	31	30	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,001
Kupfer	mg/l	31	30	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,001
Nickel	mg/l	31	0	0,0026	0,0041	0,0041	0,0047	0,0048
Quecksilber	mg/l	31	31	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	<0,0002
Zink	mg/l	31	28	<0,01	<0,01	k. MW	0,01	0,016
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/l	31	31	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	<0,002
Gesamtphenol	mg/l	31	25	<0,005	<0,005	k. MW	0,006	0,01
AOX	mg/l	31	7	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,07
pH-Wert im Eluat	-	31	0	6,9	7,2	7,2	7,3	7,5
Leitfähigkeit	µS/cm	31	0	438	715	702	803	926
Abdampfrückstand	mg/l	31	0	208	368	363	441	471
DOC	mg/l	31	0	6,1	11	10,7	12	13
Chlorid	mg/l	31	0	15	42	41	52	62
Sulfat	mg/l	31	0	62	112	115	145	154
Fluorid	mg/l	31	1	0,19	0,29	0,31	0,43	0,58
Ammonium-N	mg/l	31	0	2,4	18	17	23	26
Cyanide gesamt	mg/l	31	28	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	0,002
Antimon	mg/l	31	14	<0,001	0,001	0,0012	0,0013	0,002
Barium	mg/l	31	0	0,055	0,079	0,081	0,1	0,11
Molybdän	mg/l	31	0	0,0042	0,0069	0,0097	0,018	0,043
Selen	mg/l	31	31	<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



WIR MACHEN HAFEN