

WIR HALTEN

DEN HAFEN AUF TIEFE



Hopperbagger auf der Elbe. Foto: B. Hochfeld, HPA

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

2020

Hamburg Port Authority
Hafeninfrastruktur Wasser
Dezember 2021

1	Überblick.....	4
2	Randbedingungen.....	9
2.1	Abflussgeschehen	9
2.2	Gewässergüte.....	10
3	Baggermengen.....	13
3.1	Baggermengen nach Herkunft und Verbleib.....	13
3.2	Zeitliche Verteilung der Unterhaltungsaktivitäten	14
3.3	Einsatz von Wasserinjektionsgeräten und Schlickpflügen (Bed Leveller)	16
4	Peilungen und Volumenvergleich.....	21
5	Schadstoffuntersuchungen.....	23
5.1	Schadstoffbelastung der Sedimente	24
5.2	Ökotoxikologische Untersuchungen	25
5.3	Sauerstoffzehrungspotenzial der Sedimente	31

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 2021 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 2020 werden die Mengen erstmalig ausschließlich als Tonnen Trockensubstanz angegeben.

Bei der **Wassertiefeninstandhaltung** fielen 2020 insgesamt 3,9 Mio. tTS Baggergut an. Den Landbehandlungsanlagen in Francop und Moorburg wurden insgesamt 0,19 Mio. tTS schlickiges Material zugeführt. 2,0 Mio. tTS wurden bei Neßsand im Gewässer umgelagert, 1,5 Mio. tTS in die Nordsee zur Tonne E3 verbracht. Hinzu kamen noch 0,22 Mio. tTS aus Sand für Baumaßnahmen und Aufspülungen, Boden zur Verklappung (Kolkverfüllung) und der Beseitigung von Grundhindernissen.

2020 wurden auch die Hauptarbeiten im Rahmen der **Fahrrinnenanpassung** durchgeführt. Dazu wurden rund 4,0 Mio. tTS Ausbaumaterial in einer eigens dafür erstellten Unterwasserablageungsfläche im Mündungsbereich (Neufelder Sand) untergebracht, die als Baustein des projekteigenen Strombaukonzepts gleichzeitig die einschwingende Tideenergie bremsen soll. Dieser Bericht bezieht sich jedoch ausschließlich auf Arbeiten, die im Rahmen der regelhaften Wassertiefeninstandhaltung durchgeführt wurden.



Abbildung 1: Entnahme von Sedimentproben im Hamburger Hafen (Foto: J. Sprenger).

Aufgrund der sehr geringen Abflüsse wurde die Umlagerung an der Landesgrenze im November und Dezember 2019 auf knapp 0,2 Mio. tTS reduziert. So konnte der Rücktransport von der Umlagerstelle und die Bildung von Sedimentsuspensionsschichten im Hafen weitestgehend reduziert werden. In der Folge bestand jedoch in den Monaten Januar bis April 2020 ein erhöhter Unterhaltsbedarf. Erstmals wurde die Umlagersaison daher um knapp 2 Wochen bis zum 12. April 2020 verlängert. Niedrige Wassertemperaturen, gute Sauerstoffgehalte und keine Anzeichen von Laichaktivität der Finte (Fintenmonitoring) führten zu der Bewertung, dass dieses Vorgehen unbedenklich war, so dass in dieser Zeit noch einmal rund 0,3 Mio. tTS Baggergut aus wichtigen Hafenbereichen entfernt werden konnten. In der zweiten Jahreshälfte (November und Dezember) wurden bei erneut sehr schlechten Abflüssen 0,34 Mio. tTS umgelagert.

Zur Verbringung in die Nordsee wird ein separater Jahresbericht vorgelegt. Durch den fortgesetzten **Sedimentaustag** konnte zwar eine Entlastung des Feinsedimenthaushalts im Hamburger Baggerrevier erzielt werden, allerdings ist dennoch ein signifikanter Anstieg sowohl der Jahresumlagermenge 2020 als auch der Saisonmenge 2020/2021 zu verzeichnen (Abbildung 2). Dieser

Anstieg zeigt, dass die zur Verfügung stehenden Mengen für einen Sedimentaustrag (Tonne E3) unter den anhaltend extrem schlechten Abflussverhältnissen nicht ausreichen, um den Sedimentüberschuss im Hamburger Raum abzubauen.

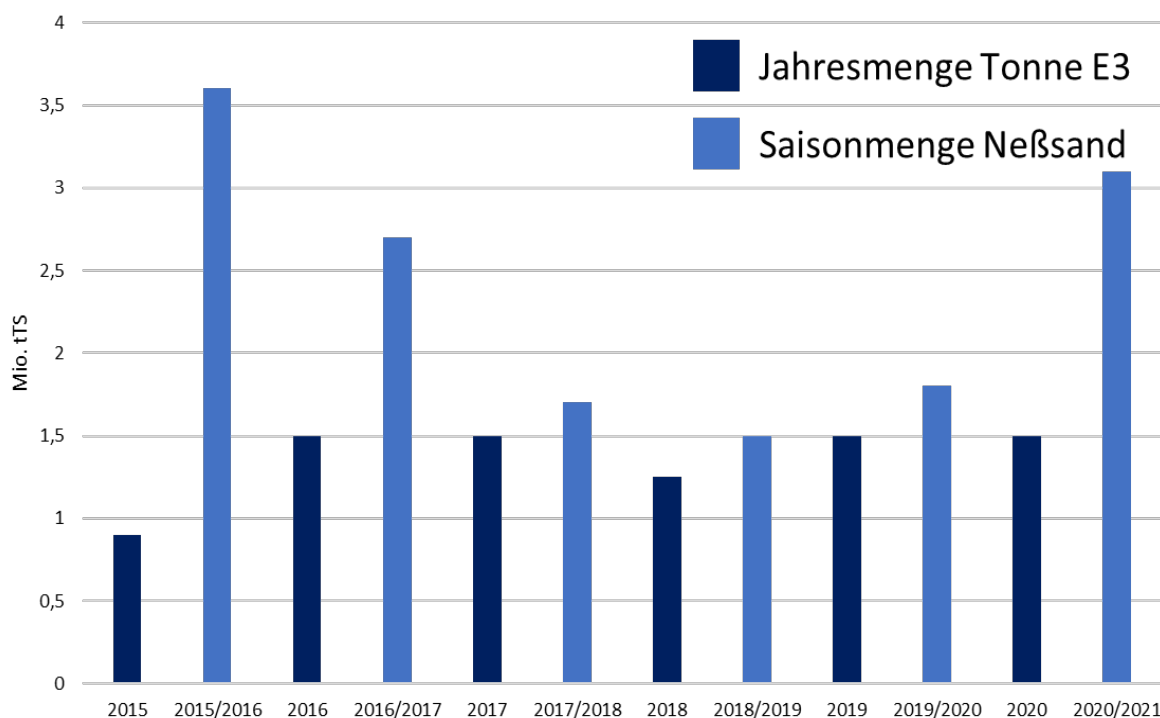


Abbildung 2: Entwicklung der saisonalen Umlagermengen (Neßsand) und der in die Nordsee verbrachten Jahresmengen (Tonne E3) in Mio. tTS.

Eine weitere Reduzierung der Kreislaufbaggerungen durch flexibel nutzbare zusätzliche Austragsoptionen ist daher ökologisch wie ökonomisch dringend geboten. Aktuelle Datenmodelle 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 mehrere 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.

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. Ende 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 lässt die Flotte Hamburg derzeit ein eigenes Gerät bauen.

Der schwebstoffgebundene Eintrag von Schadstoffen von Oberstrom hat sich auch 2020 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 2020 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.

Das Forum Tideelbe wurde im September 2020 abgeschlossen. Ein umfangreicher Ergebnisbericht mit Empfehlungen für das weitere Vorgehen in Bezug auf die Umsetzung von Strombaumaßnahmen ist auf der Website verfügbar (www.forum-tideelbe.de). Parallel arbeitet die HPA weiter

an der Fertigstellung des 30 ha großen Flachwassergebiets Kreettsand, die 2022 geplant ist (Abbildung 4).



Abbildung 4: Detail (Priel) des im Bau befindlichen Flachwassergebiets Kreettsand (Foto: Holger Weitzel, 2021).

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 2020 mit 408 m³/s im Jahresmittel (Kalenderjahr) erneut ausgesprochen niedrig. Zum siebten Mal in Folge seit 2013 lag der Jahresmittelwert des Abflusses somit deutlich unter dem langjährigen Mittelwert. Auffallend war das erneute Ausbleiben hoher Abflüsse: 2020 wurden an nur drei (!) Tagen Abflusswerte von über 1000 m³/s gemessen; das Jahresmaximum betrug lediglich 1050 m³/s (am 19. März). Zum Vergleich: Der höchste Winter-Abfluss der Elbe liegt im langjährigen Durchschnitt bei knapp 1900 m³/s. Der Trend, dass die für die Elbe eigentlich typischen Winter- bzw. Frühjahrshochwasser nur schwach ausfallen, hat sich somit fortgesetzt. Ein kräftiger, nachhaltig stromab gerichteter Transport von Sedimenten in der Tideelbe fand somit auch 2020 nicht statt.

Immerhin fiel der Sommer im Vergleich zu den Vorjahren nicht so extrem trocken aus: Der niedrigste Abfluss 2020 betrug 215 m³/s - dieser Wert wurde in den Jahren 2018 und 2019 jeweils sehr häufig unterschritten (2018 an 127 Tagen, 2019 an 91 Tagen). Insgesamt zeigte sich der Abfluss 2020 aber auch im Sommer auf einem niedrigen Niveau. Letztlich wurde auch 2020 in keinem Monat der langjährige mittlere Abfluss erreicht oder sogar überschritten. Im Oktober und November wurden die langjährigen Monatsmittelwerte immerhin annähernd erreicht, während vor allem die Monate Januar, April und Mai mit jeweils nur knapp 40% der langjährigen Monatsmittelwerte ausgesprochen abflussarm ausfielen. Insgesamt waren die hydrologischen Randbedingungen für die Wassertiefeninstandhaltung im Hafen auch im vergangenen Jahr schlecht.

In Abbildung 5 sind die Oberwasserabflüsse am Pegel Neu Darchau für die Jahre 2013 bis 2020 dargestellt.

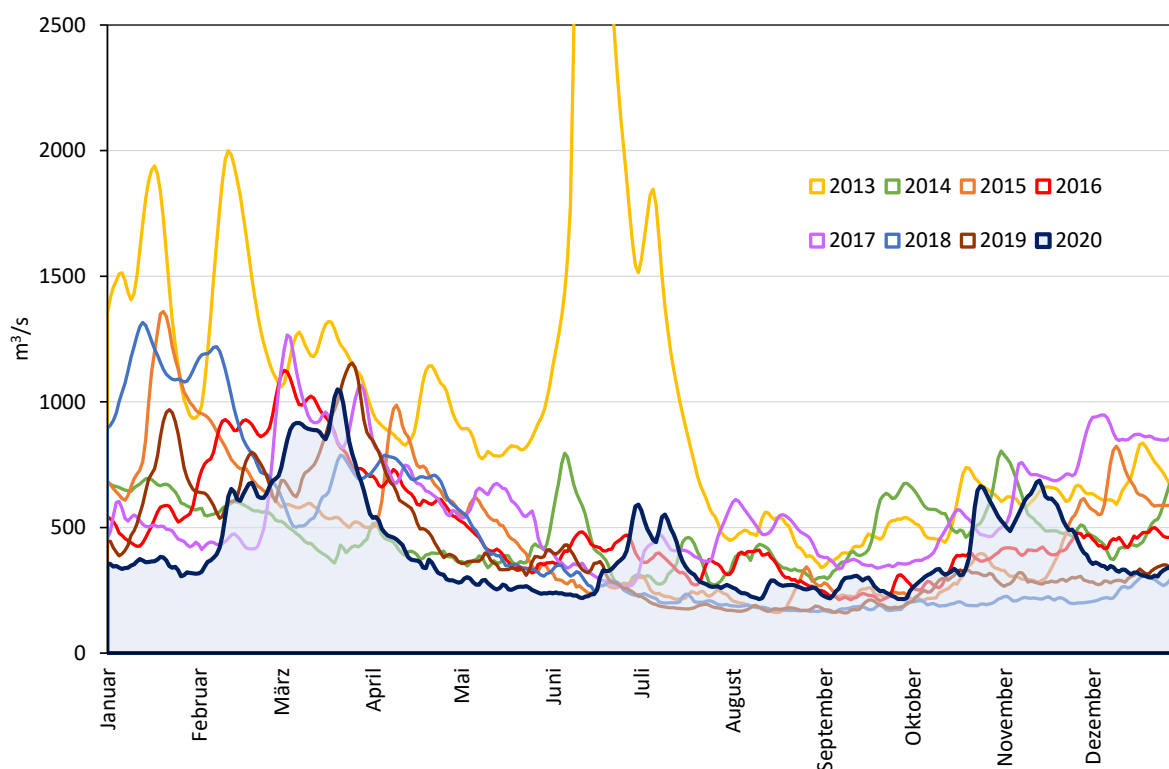


Abbildung 5: Abfluss der Jahre 2013 bis 2020 am Pegel Neu-Darchau (Tagesmittelwerte). Außerhalb der Skalierung liegt der Spitzenabfluss im Juni 2013 mit $Q=4.050 \text{ m}^3/\text{s}$.

2.2 Gewässergüte

An der Messstelle Seemannshöft erfolgen durch das Institut für Hygiene und Umwelt kontinuierliche Messungen zur Gewässergüte, u.a. die Parameter Wassertemperatur und Sauerstoffgehalt. In Abbildung 6 sind die entsprechenden Tagesmittelwerte des Jahres 2020 dargestellt.

Im Zeitraum vom 10. April bis 12. November, und damit eine Woche länger als im Vorjahr, betrug die Wassertemperatur mehr als $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Die Maximaltemperatur wurde am 20. August mit (ziemlich hohen) $24,8^\circ \text{C}$ registriert – damit wurde die Jahreshöchsttemperatur später als in den Vorjahren erreicht.

Die Sauerstoffsituation im Hafen stellte sich 2020 vergleichsweise gut dar (Abbildung 6): Der Sauerstoffgehalt sank in Seemannshöft an 35 Tagen unter die fischkritische Grenze von 4 mg/l . Es gab ein kleines Sauerstofftal Ende Juni/Anfang Juli und eine etwas stärker ausgeprägte Mangel-situation im August. Bei Sauerstoffgehalten unter 4 mg/l wurde aus Gewässerschutzgründen auf den Einsatz von Schlickpflug und Wasserinjektionsgeräten in schlickigen Bereichen verzichtet.

Sehr niedrige Sauerstoffkonzentrationen mit Werten unter 2 mg/l sind 2020 nicht aufgetreten, so dass kein Fischsterben zu verzeichnen war.

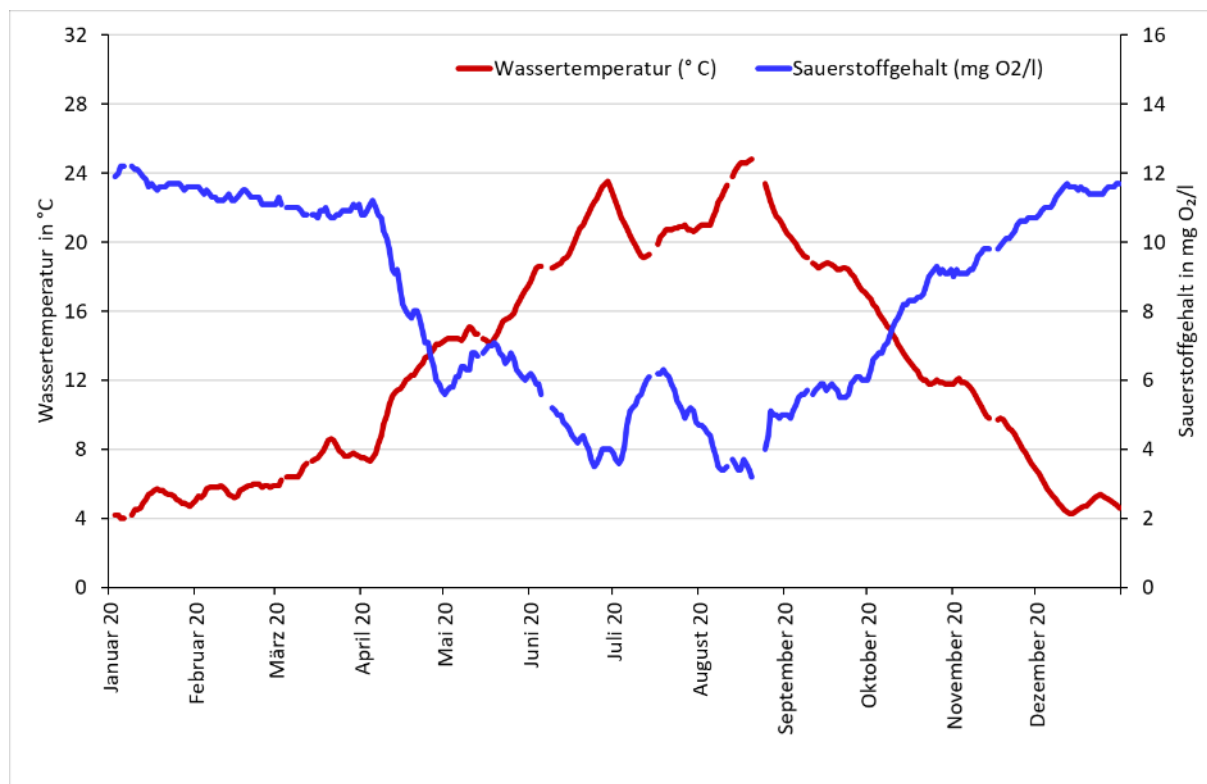


Abbildung 6: Wassertemperatur und Sauerstoffgehalte als Tagesmittelwerte im Jahr 2020 an der Dauermeßstelle Seemannshöft des IHU.

Abbildung 7 zeigt die Entwicklung der Tage mit niedriger Sauerstoffkonzentration von 1965 bis 2020 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.

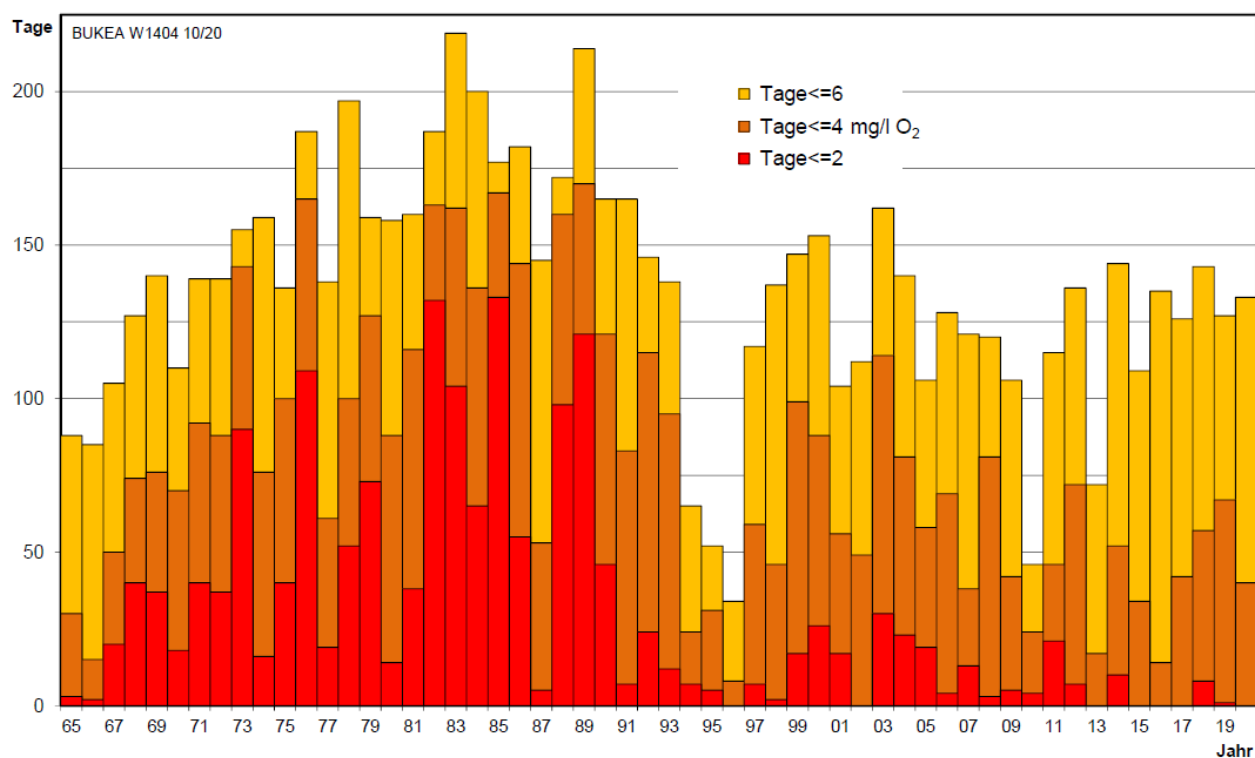


Abbildung 7: Anzahl der Tage niedriger Sauerstoffkonzentration in der Elbe bei Seemannshöft (Quelle: BUKEA).

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 Kubikmeter 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 2020 wurden im Bereich des Hafens und der Hamburger Elbe insgesamt rd. 3,9 Mio. tTS Sediment gebaggert. Auch 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 2020 nach Verbleib. In Anlage 2 befindet sich ein detaillierter Überblick der gebaggerten Mengen, unterteilt nach Herkunft und Verbleib.

Tabelle 1: Baggermengen im Jahr 2020 nach Verbleib (gerundet).

Verbleib	tTS
Verbleib im Gewässer	
• Umlagerung bei Neßsand	1.980.000
• Verbringung in die Nordsee (Tonne E3)	1.497.000
• Boden zur Verklappung bei Strombaumaßnahmen	102.800
Entnahme an Land	
• Boden zur Behandlung: Verwertung/Beseitigung*	189.000
• Sand für Baumaßnahmen der Baggergutbehandlung und – unterbringung	79.000
• Sand für Aufhöhungen	38.500
• Beseitigung Grundhindernisse	800
Gesamtsumme (nur Unterhaltung)	3.887.100
Ausbaubaggergut Fahrrinnenanpassung (zur UWA Neufelder Sand)	4.040.000

Die Baggermengen der Unterhaltung liegen bei anhaltend ungünstigen hydrologischen Bedingungen 2020 etwas über den Mengen von 2019, auch wenn man die Ausbaumengen abzieht. Die Mengen der Umlagerung bei Neßsand lag rund 0,41 Mio. tTS höher als im Vorjahr. Die zulässigen Mengen bei Tonne E3 wurden wie im Vorjahr ausgeschöpft. Aufgrund der Abflussverhältnisse wurde die Umlagerung im Herbst wie schon 2019 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 eine deutliche Zunahme gegenüber der Vorsaison (vgl. Abbildung 2). Dies zeigt, dass die zur Verfügung stehenden Austragsmengen (Tonne E3) unter den anhaltend schlechten Abflussbedingungen nicht ausreichen. Gleichwohl besteht an der Richtigkeit der Strategie des Austrags von Feinsediment zur Entlastung des inneren Ästuars kein Zweifel. Datenmodelle zeigen vielmehr, dass es einen kurzfristig deutlich erhöhten Sedimentaustrag braucht, um die Baggermengen anschließend, auch bei anhaltend ungünstigen Abflüssen, auf einem stabilen niedrigen Niveau zu halten. Hierzu sollen weitere Austragsoptionen erschlossen werden.

3.2 Zeitliche Verteilung der Unterhaltungsaktivitäten

An der Klappstelle Neßsand im Bereich des Strom-Km 638 am südlichen Fahrwasserrand im Bereich des Tonnenstrichs vor der Landesgrenze wurden rund 2 Mio. tTS umgelagert. Hierzu wurden teilweise bis zu drei 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 auch 2020 nicht in Anspruch genommen. Allerdings wurde die Umlagerung bei günstigen Verhältnissen (höhere Abflüsse, geringe Temperaturen, gute Sauerstoffgehalte und keine Laichaktivität der Finte bis zum 12. April ausgedehnt, um dem hohen Unterhaltungsbedarf nachzukommen.

Nach Abschluss der Umlagersaison folgt immer eine Phase der Konsolidierung und Neusedimentation. Anhaltend geringe Oberwasserabflüsse und hohe Sedimentationsraten haben zu der Entscheidung geführt, auch 2020 wieder frühzeitig mit der Verbringung in die Nordsee zu beginnen. Die ersten Freigaben lagen Anfang Juni vor und am 22. Juni konnte dann begonnen werden. Hierzu wurde der 11.300 m³ fassende Laderaumsaugbagger *James Cook*, die 14.000 m³ fassende *Pedro Alvarez Cabral* und der etwas kleinere Bagger *Al Idrisi* (7.500 m³) eingesetzt. Sukzessive wurden die Gebiete Köhlbrand, Süderelbe, Norderelbe, Parkhafen, Waltershofer Hafen, Sandauhafen, Vorhafen, Rethelbe und Köhlfleet bearbeitet. Bis zum 2. Dezember 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 2020. Insgesamt liegen die Wochenleistungen etwas über denen des Vorjahres, insbesondere im Frühjahr.

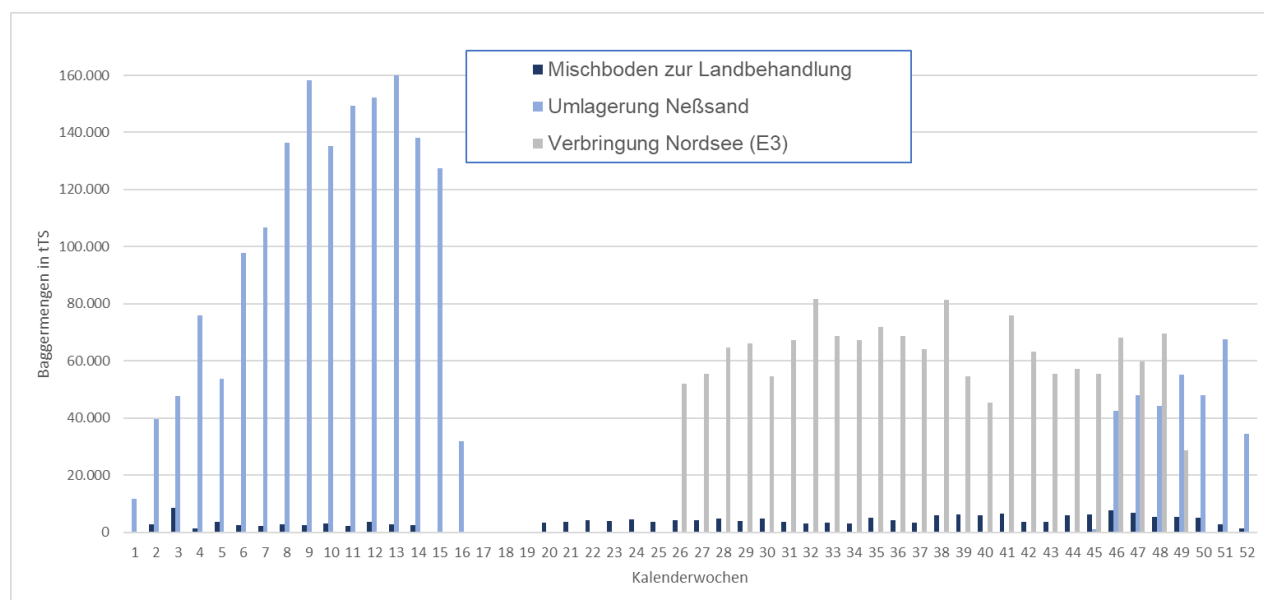


Abbildung 8: Wöchentliche Baggergutmengen (tTS) der Umlagerung innerhalb Hamburgs (Neßsand) sowie Verbringung in die Nordsee (Tonne E3) und Landbehandlung für 2020.

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 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 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, das 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 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. 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 2020 kam das Wasserinjektionsverfahren insgesamt 672 Stunden zum Einsatz, 1361 weniger als im Vorjahr. 408 Einsatzstunden entfielen davon auf die Beseitigung natürlich entstandener lokaler Sandaufhöhungen in der Stromelbe (Riffelstrecke), sowie 195 Stunden auf Entfernung von Schlicklinsen. Lediglich 67 Stunden wurden Arbeiten zur Ebnung der Gewässersohle nach

dem Einsatz von Hopperbaggern durchgeführt. Abbildung 10 stellt die monatsweise Verteilung der Einsatzstunden für das Jahr 2020 dar.

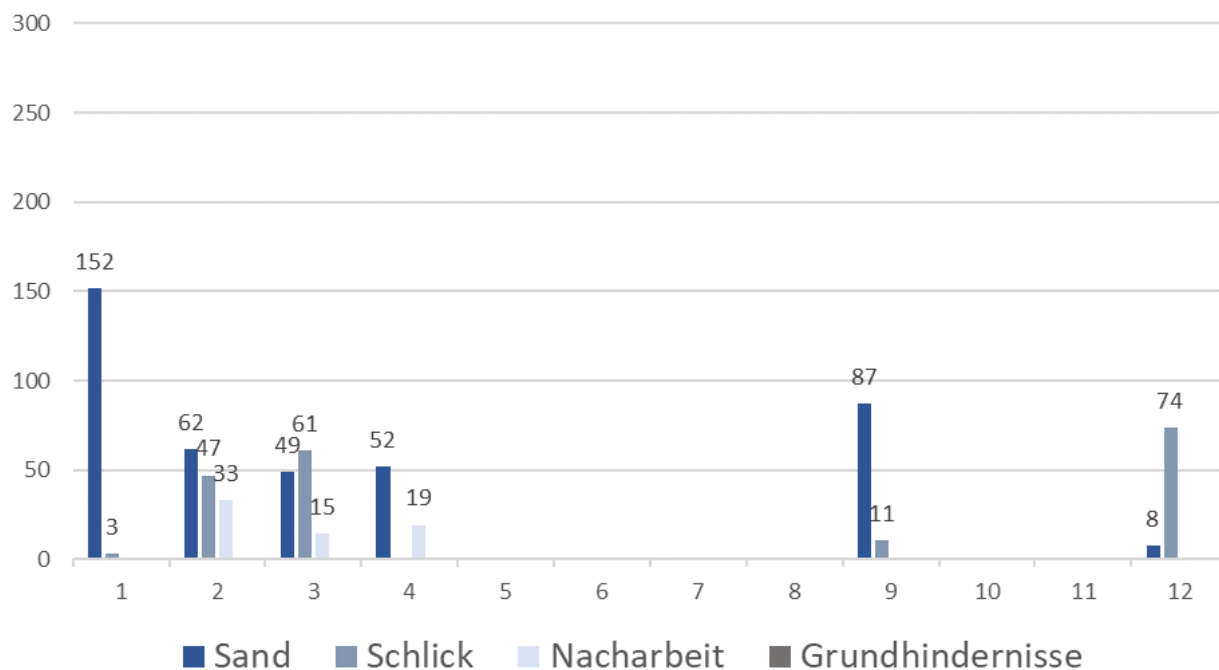


Abbildung 10: Einsatzzeiten (Stunden) des Wasserinjektionsverfahrens 2020, monatsweise Darstellung, Januar (1) bis Dezember (12).

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

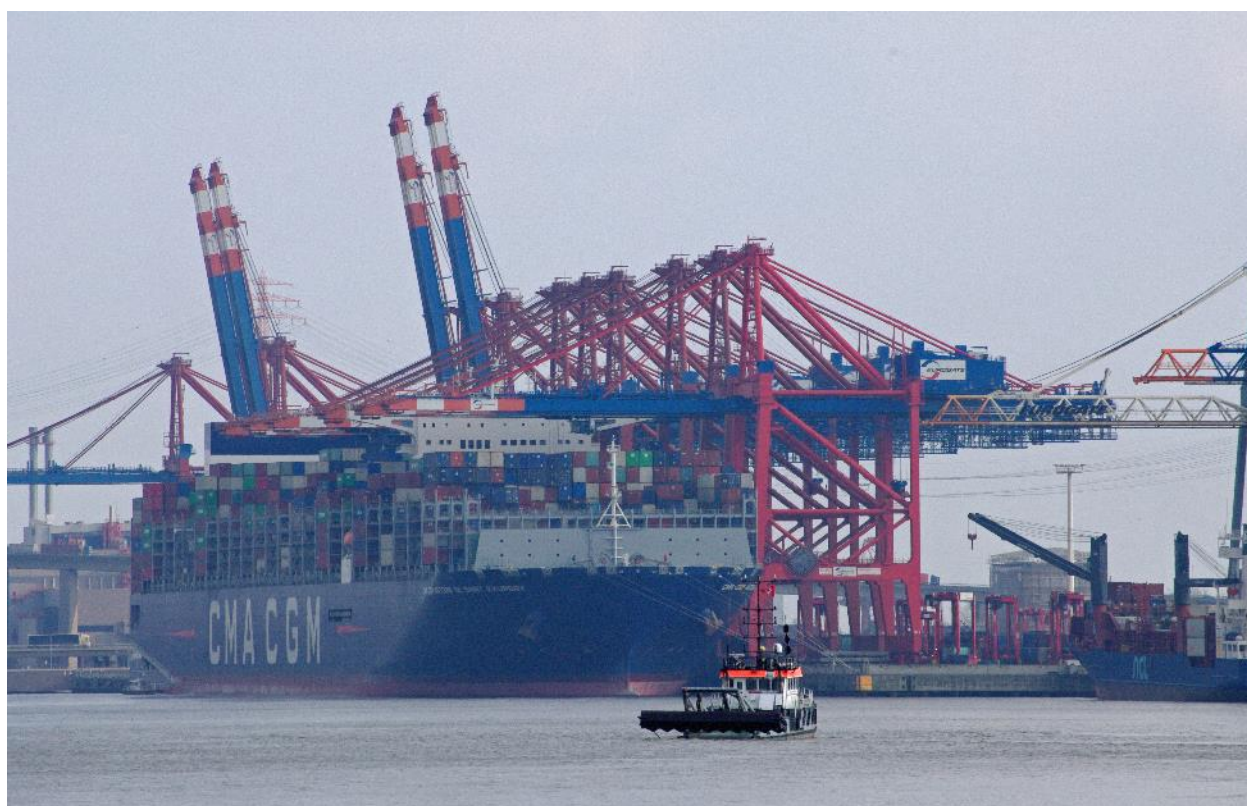


Abbildung 11: Der Bed-Levellers Kees Jr. Im Parkhafen (Foto: Boris Hochfeld).

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, 2020 insgesamt 2797 Stunden. Den Hauptteil der Arbeiten (2180 Stunden) machten dabei kleinräumige Schlickverlagerungen als Zuarbeit zu den Hopperbaggern aus (Liegeplätze). 1 Stunde wurde das Gerät zur Beseitigung von Sandriffeln eingesetzt, dabei wird ein spezieller Sandpflug montiert. 616 Stunden wurden Nacharbeiten nach den Hopperbaggereinsätzen zur Planierung der Gewässersohle durchgeführt. Die Erfahrung zeigt, dass das Gerät sehr effizient und vielseitig einsetzbar ist und daher auch zukünftig 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 340 Leistungsstunden an, überwiegend zur Schlickbeseitigung.

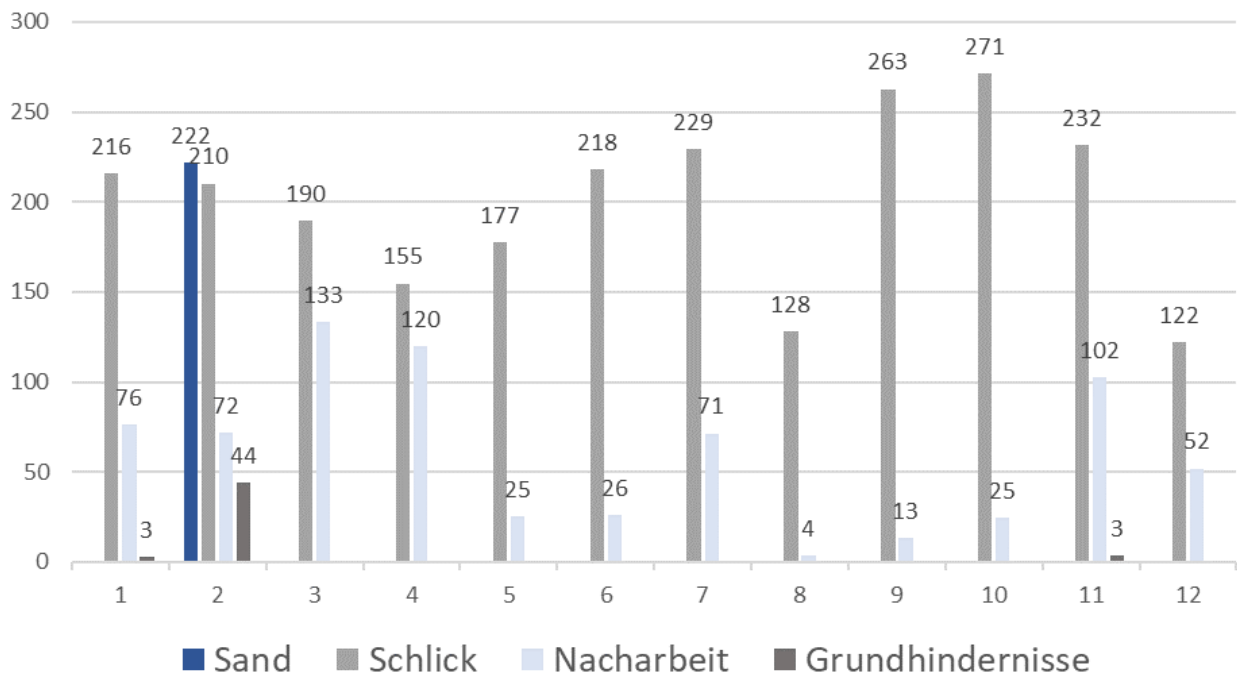


Abbildung 12: Einsatzzeiten (Stunden) des Bed-Levellers Kees Jr. und des Schlickpflugs Otto Stockhausen 2020, monatliche Darstellung, Januar (1) – Dezember (12).

4 Peilungen und Volumenvergleich

Im Zeitraum vom 21.11.2019 bis zum 09.12.2020 wurden zehn 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 2020 einen Abtrag von rd. -670.000 m³, wobei darin auch erhebliche Abträge durch Ausbauarbeiten im Rahmen der Fahrinnenanpassung enthalten sind (insbesondere September 2020). Dabei sind die oben genannten Genauigkeiten zu berücksichtigen.

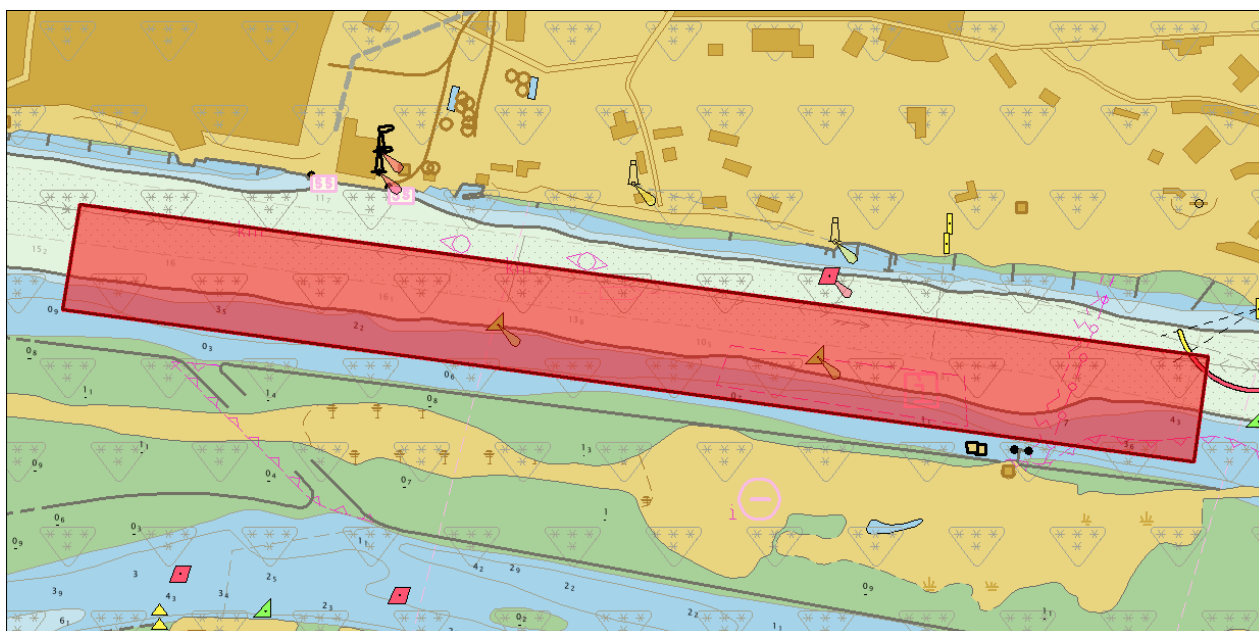


Abbildung 13: Elektronische Seekarte (BSH) mit rot dargestelltem Kontrollgebiet vor Neßsand.

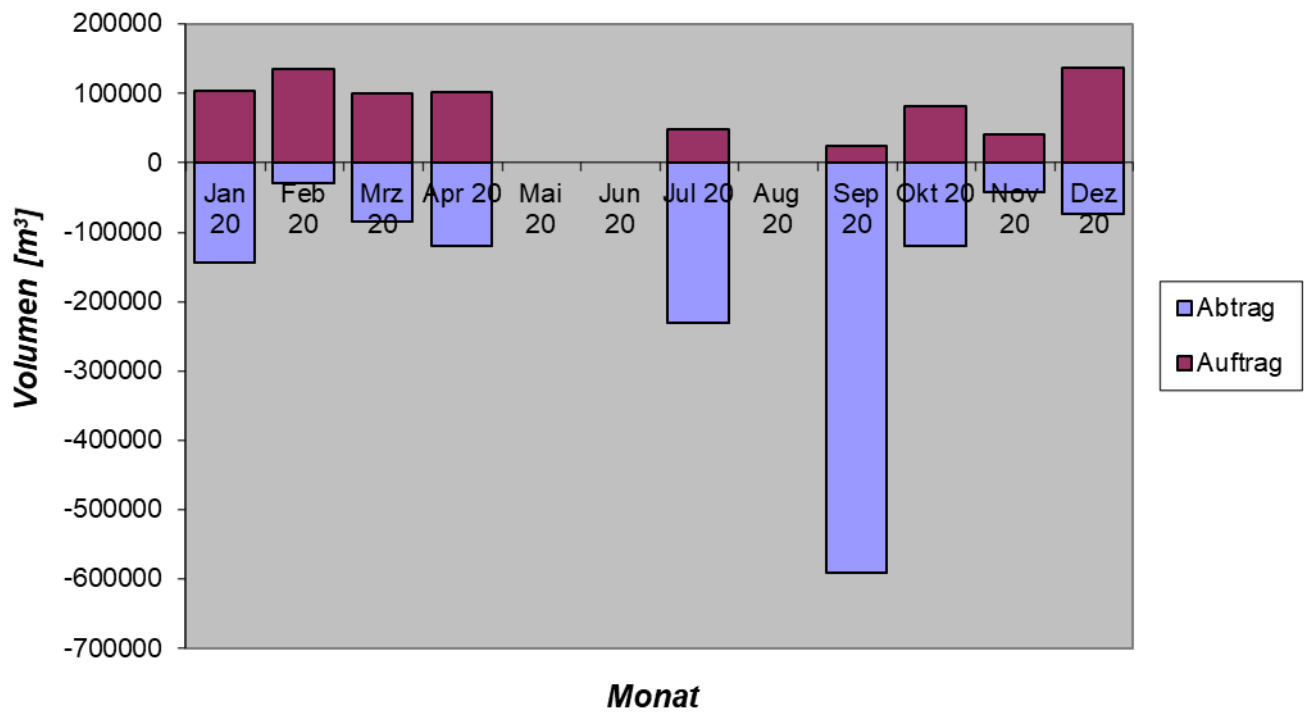


Abbildung 14: Aus Peilungen berechnete Mengenbewegungen (Auf- und Abtrag) im Bereich Neßsand im Jahr 2020.

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).

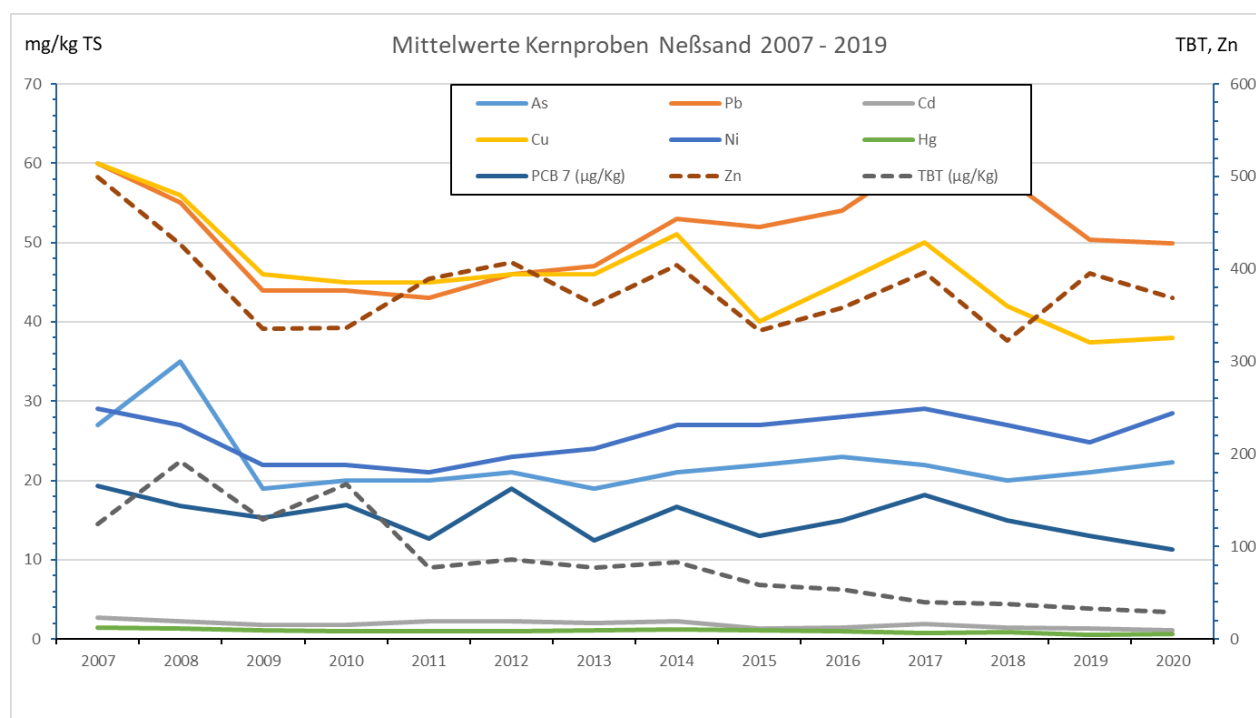


Abbildung 15: Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen in Kernproben 2007 – 2020, Bestimmung in der Gesamtfraktion.

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 Probennahmepunkten 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 22.06. - 1.07.2020 statt. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Referenzbeprobung 2020 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 und 2020 für die Nordseeverbringungen erforderlichen Freigabeuntersuchungen wurden 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 220 Sedimentkernen aus dem Jahr 2019 und dem Jahr 2020 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 2020 sind in Anlage 7 zusammengestellt.
- Die zusammengefassten Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen des 2020 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 2020, wie in den Vorjahren insgesamt 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 < 63µm über 80 Gewichts-% TS) sind diese Sedimente auch durch sehr hohe TOC-Gehalte von im Mittel > 3,5 bzw. 3,3 Gewichts % TS charakterisiert (siehe Anhang Anlage 5 und 6).

Auch 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 Chlor-kohlenwasserstoffe (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.

Die Gehalte an Organozinnverbindungen 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 2020 nach Neßsand verbrachte Baggergut lagen im Mittel bei 33 µg/kg TS. Das im Herbst verbrachte Baggergut hatte einen mittleren TBT-Gehalt 25 µg/kg TS.

Wie auch in den Vorjahren mit geringer Oberwassermenge wurde das nach Neßsand verbrachte Baggergut 2020 nicht effizient bzw. nachhaltig aus dem Hamburger Gewässerabschnitt ausgetragen.

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 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. Seit Sommer 2018 erfolgen die Biotestuntersuchungen daher 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 2020 erhobenen Daten (28 Proben in der Delegationsstrecke und 30 Proben in den Hafenzufahrten) der marinen Testpalette sind in Abbildung 16 der Vollständigkeit halber dargestellt. In Abbildung 17 zeigt die Daten der limnischen Testpalette. und in Anlage 7 sind die Ergebnisse der für die Umlagerung nach Neßsand beurteilungsrelevanten 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 Juni 2020 beprobt und mittels mariner Testpalette analysiert. In den Eluaten wird im marinen Algentest (MAT) in allen Gebieten fast ausschließlich pT0 (unbelastet) ermittelt. Nur am Eluat zweier Proben aus dem Sandauhafen und einer Probe aus der Norderelbe Blatt 6 wird ein pT1 (sehr gering belastet) bestimmt (Abbildung 16). Im Algentest mit Porenwasser wird für sieben Proben jeweils ein Wert von pT1 (sehr gering belastet) ermittelt, zwei Proben weisen einen Wert von pT2 (gering belastet) auf (Abbildung 16). Dementsprechend liegen die Medianwerte des marinen Algentests im Eluat und im Porenwasser bei pT0 (unbelastet). Die Mittelwerte liegen bei 0,19 (Porenwasser) und 0,05 (Eluat) und sind damit sehr niedrig.

An den Eluaten werden im Leuchtbakterientest mit Ausnahme einer Probe aus der Norderelbe Blatt 6, die einen pT2 (gering belastet) zeigt, ausschließlich Werte von pT0 ermittelt. Die Ergebnisse des Leuchtbakterientest an den Porenwässern zeigen ebenfalls für die überwiegende Mehrheit (n=50) der Proben (n=58) einen pT0 (unbelastet), fünf Proben weisen einen pT2 (gering belastet) auf und an drei Proben wird ein pT3 (mäßig belastet) ermittelt. Der Medianwert der Porenwässer liegt bei pT0 (unbelastet) und der arithmetische Mittelwert bei 0,33.

Die Sedimente zur Umlagerung nach Neßsand wurden im Zeitraum September bis November 2020 an insgesamt 15 Messstellen mit der limnischen Testpalette ökotoxikologisch analysiert (siehe 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. Die Mehrzahl der Werte im Porenwasser und in den Eluaten liegt allerdings auch hier bei pT0 (unbelastet) bis maximal pT2 (gering belastet) (Abbildung 17). In den Porenwässern werden zwei hohe Werte von pT4 (belastet) und $pT \geq 6$ (sehr hoch belastet) ermittelt. In den Eluaten werden drei Proben in die Stufe pT3 (mäßig belastet) und eine in pT5 (hoch belastet) eingestuft. Ungeachtet der vereinzelt höheren Werte liegt der Medianwert auch hier sowohl bei Porenwässern als auch Eluaten bei pT0 (unbelastet). Der arithmetische Mittelwert der Ergebnisse des Tests an den Porenwässern liegt bei 1,3. An den Eluaten wurde im Mittel ein pT-Wert von 1,1 bestimmt.

Mittels Leuchtbakterientest wird fast ausschließlich ein Wert von pT0 (unbelastet) ermittelt. In den Eluaten zweier Proben (Reiherstieg Vorhafen, Harburger Seehäfen) wurde mit pT2 (gering belastet) und pT1 (sehr gering belastet) ein ökotoxikologischer Effekt festgestellt. Dementsprechend liegt auch der Medianwert bei pT0 (unbelastet) und der Mittelwert mit 0,2 ebenfalls sehr niedrig. Am Porenwasser einer Probe wurde ein pT von 1 (sehr gering belastet) gemessen.

Im Daphnientest mit Porenwässern liegen die Werte zwischen pT0 (unbelastet) und pT2 (gering belastet) und sind damit ebenfalls ausnahmslos auf niedrigem Niveau. Der Medianwert der Porenwässer liegt bei pT1 (sehr gering belastet), der arithmetische Mittelwert bei 0,9. Bei den Eluaten zeigt eine Probe aus dem Reiherstieg Vorhafen einen pT4 (belastet). Insgesamt sind die Werte jedoch auch auf einem niedrigen Niveau. So liegt der Medianwert bei pT0 und der Mittelwert bei 0,5.

Insgesamt konnten im Jahr 2020 wieder nur geringe Unterschiede zwischen den Gebieten festgestellt werden, wobei die Toxizitäten, anders als im Vorjahr, zu gleichen Anteilen auf den Porenwässern und den Eluaten des limnischen Algentests basieren.

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 wird 2020 die Klasse I am häufigsten erreicht, gefolgt von der benachbarten Klasse II (Anlage 7). Der Median aller Kernproben liegt für 2020 bei Klasse II (geringe Belastung). Das arithmetische Mittel der Klassen ergibt einen Wert von 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 geringer belasteten Materials 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 lag erstmals in Klasse I (siehe Jahresbericht 2019) und damit niedriger als in allen vorherigen Jahren. Im Jahr 2020 liegt der Klassen-Median bei II (geringe Belastung).

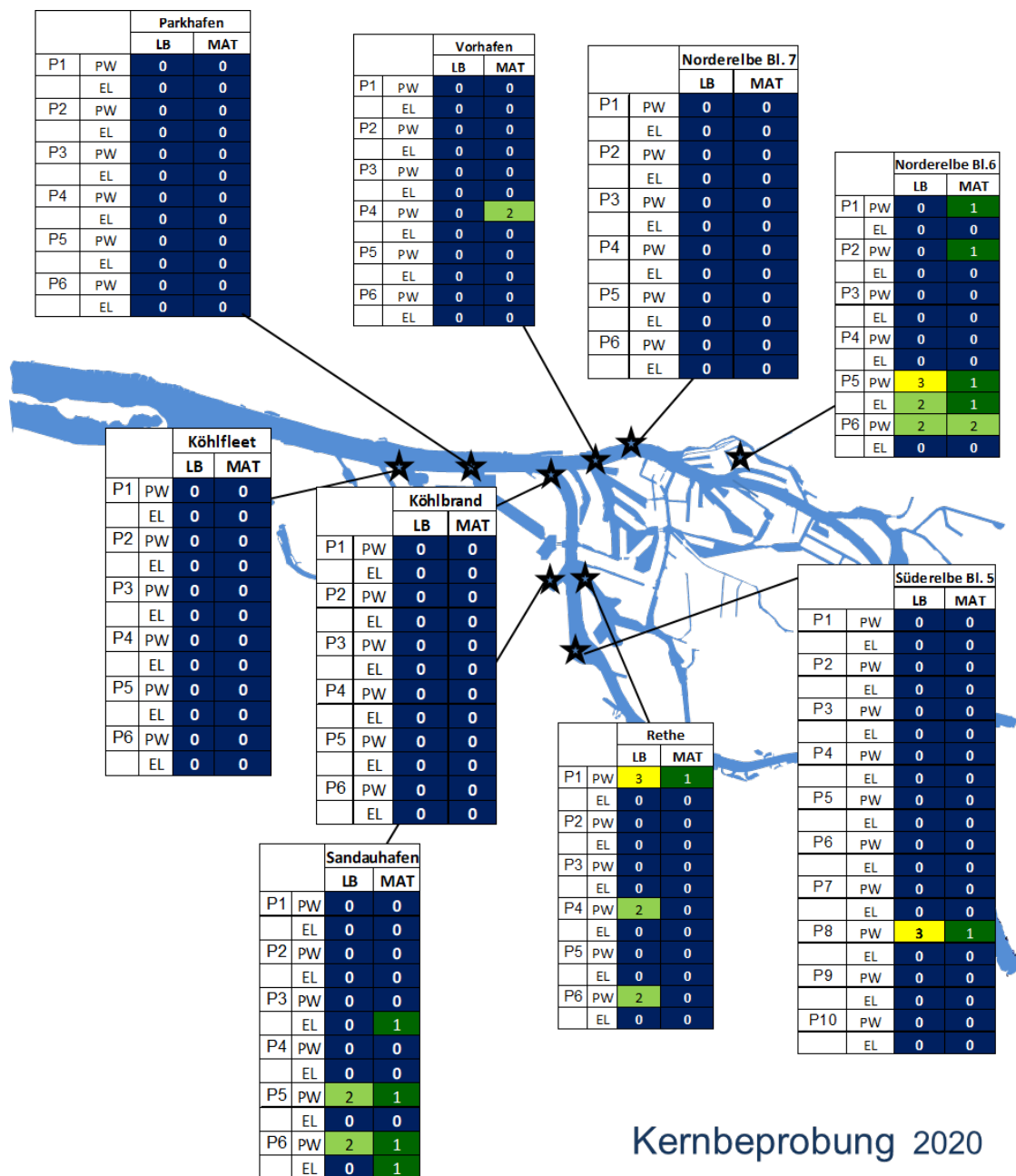
Anzeichen für eine signifikante Erhöhung des ökotoxikologischen Potenzials der umzulagernden Sedimente im Vergleich zu den Werten aus dem Gesamtzeitraum von 2004 bis 2019 werden im Jahr 2020 damit nicht festgestellt.

Die ökotoxikologische Analyse der Oberflächenproben an den Referenzbeprobungsstellen 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 2020 an insgesamt 16 Stationen.

Die Ergebnisse der Referenzbeprobung vom Juni/Juli 2020 zeigten mehrheitlich eine geringe Variabilität (Anlage 7). Bei der Betrachtung der Einzelwerte deutet sich ein Einfluss von oberstromigen Sedimenten an.

Der Algentest zeigt Werte über pT1 an den Stationen Sandauhafen, Seehafen 4 und Reiherstieg Vorhafen, also Gebieten, in denen ein oberstromiger Einfluss vorhanden ist. Der Leuchtbakterientest ergab für die Station Reiherstieg Vorhafen ebenfalls eine erhöhte Toxizität (pT5; hoch belastet). Auch an den beiden weiter oberstromig gelegenen Stationen Oortkaten und Stover Strand wurde mittels Leuchtbakterientest ein pT5 bestimmt. Mit einem Klassen-Medianwert aller Proben von I (sehr geringe Belastung) liegen die Werte der Referenzbeprobung 2020 insgesamt aber immer noch auf sehr niedrigem Niveau.

Die Beprobung der obersten frischen Schicht von 2 bis 5 cm der Oberflächensedimente 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 2020

Marine Palette

Legende

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

Abbildung 16: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Sommer 2020 (marine Testpalette).

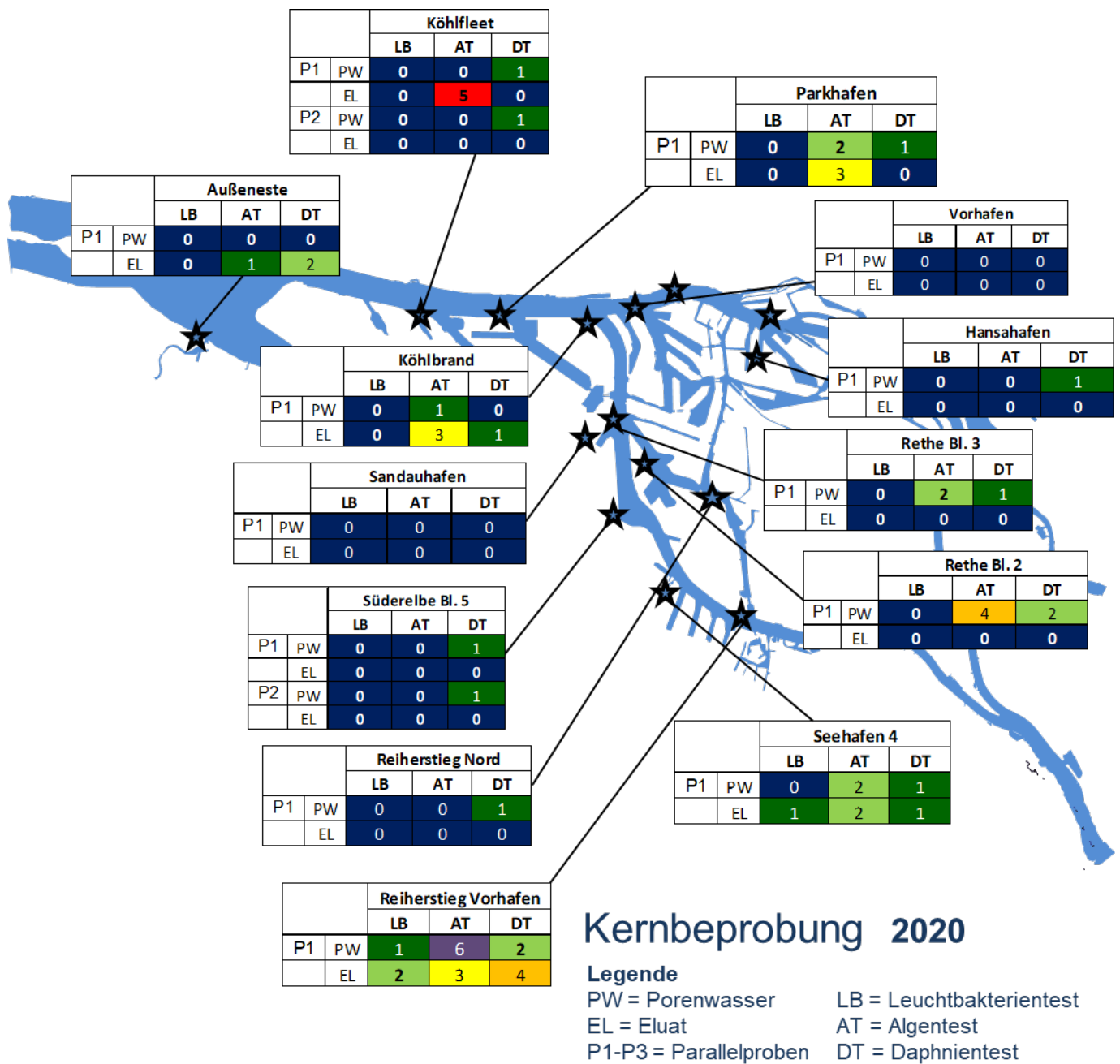


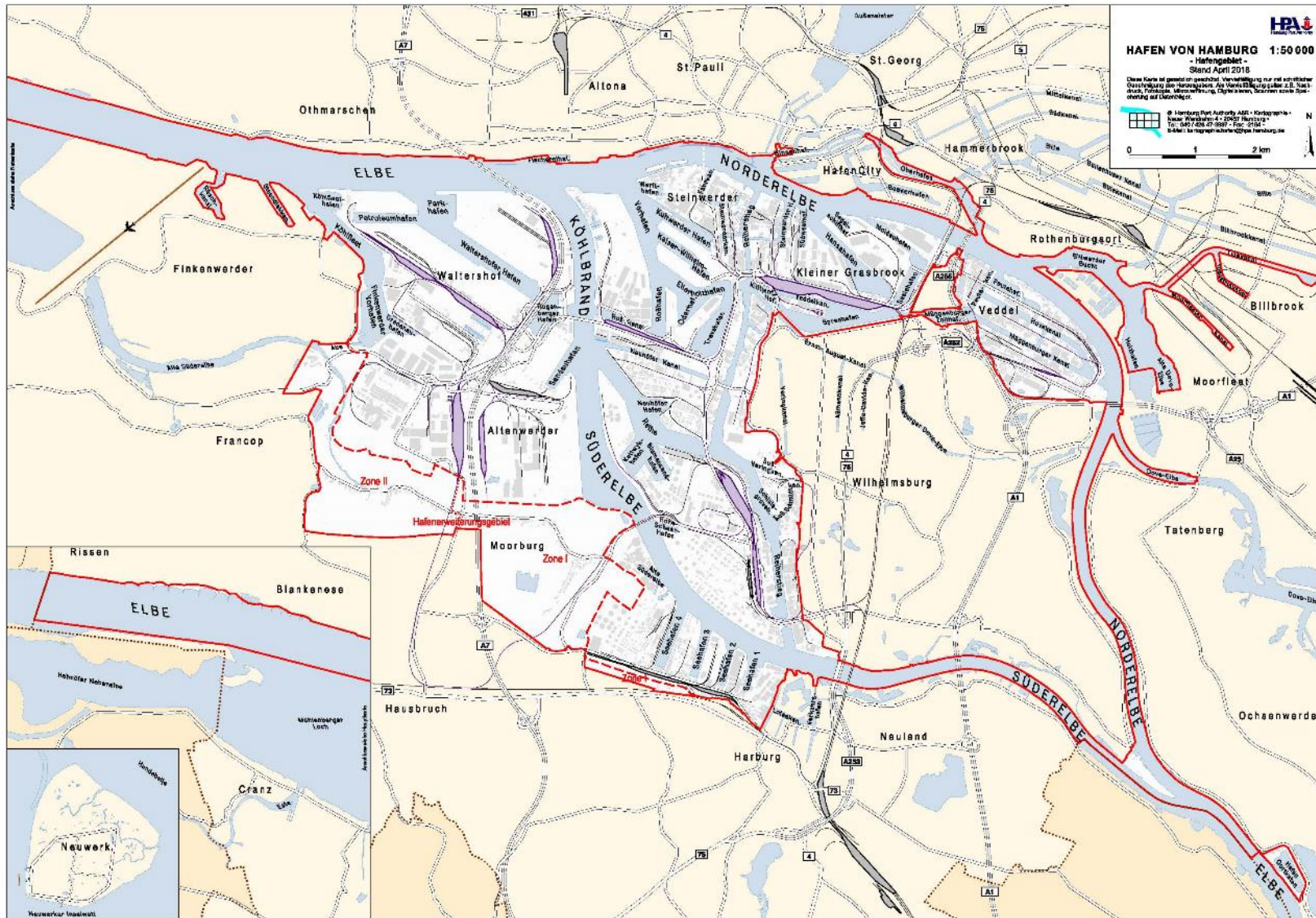
Abbildung 17: Ökotoxikologische Untersuchungen an Sedimentkernen im Herbst 2020 (limnische Testpalette).

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 2019/20 an 173 Sedimentkernen bestimmt und für die Umlagerungen ab November 2020 an 46 Sedimentkernen untersucht. Ermittelt wurde die chemische Zehrung von Sauerstoff nach 180 Minuten, bezogen auf die Trockensubstanz. Die mittlere Zehrung lag bei 1,4 g O₂/kg TS bei einer Spanne von 0,4 bis 2,6 g O₂/kg TS.

Anlage 1: Hafenplan



Anlage 2: Gebaggerte Mengen 2020 in Tonnen Trockensubstanz tTS, unterteilt nach Herkunft und Verbleib, 1. Halbjahr.

KST	Ort	1_1 Sedi- ment zur Umlagerung	1_3 Umlage- rung Nord- see (E3)	2_1 Mibo zur Be- handlung	2_2 Sand für Baumaßnah- men der Bag- gergutbehand- lung und -un- terbringung	3_1 Sand für Aufhö- hungen	3_2 Boden zu Verklappung bei Strombau- maßnahmen	5 Entsorgung Grundhinder- nisse	6 UWA Neufel- der Sand	SUMME
22090101	Norderelbe (2-5)						12.827			12.827
22090151	Norderelbe (6-7)	410.777						56	13.779	424.612
22090152	Suederelbe	161.477	60.630						238.558	460.665
22090153	Koehlbrand		5.352					25		5.377
22090154	Untereelbe					38.565	25.296	78	1.666.966	1.730.905
22090157	Steendiekkanal	21.966								21.966
22090201	Noerdl.Reiherstieg			5.972						5.972
22090203	Suedl.Reiherstieg							46		46
22090204	Rethe	180.697								180.697
22090205	Kattwykhafen							20		20
22090207	Neuhoefer Hafen	8.174								8.174
22090252	Hansahafen	20.246								20.246
22090255	Steinwerder Hafen	6.833								6.833
22090257	Wendemuthkai Lie- geplatz							25		25
22090305	Elbufer	118.699						117		118.816
22090351	Kuhwerder Vorha- fen							27		27
22090354	Kaiser-Wilhelm-Ha- fen	7.487								7.487
22090355	Ellerholzhafen	17.084								17.084
22090401	Sandauhafen	25.781								25.781
22090402	Parkhafen	272.349								272.349
22090403	Waltershofer Hafen	11.228						12		11.240

KST	Ort	1_1 Sedi- ment zur Umlagerung	1_3 Umlage- rung Nord- see (E3)	2_1 Mibo zur Be- handlung	2_2 Sand für Baumaßnah- men der Bag- gergutbehand- lung und -un- terbringung	3_1 Sand für Aufhö- hungen	3_2 Boden zu Verklappung bei Strombau- maßnahmen	5 Entsorgung Grundhinder- nisse	6 UWA Neufel- der Sand	SUMME
22090404	Finkenwerd. Vorha- fen			755				27		782
22090407	Koehlfleet	346.456								346.456
22090409	Dradenauhafen			9.335				203		9.538
22090451	Seehafen 1	5.687								5.687
22090452	Seehafen 2	2.946								2.946
22090453	Seehafen 3	4.770								4.770
22090454	Seehafen 4	6.225								6.225
22090455	Reiherstieg Vorha- fen	10.216								10.216
22090501	Billwerder Bucht			37.674						37.674
22090502	Billbrooker-Kanäle			1.898						1.898
22090504	Innere Durchfahrt			10.800						10.800
22090651	Steinwerder Kanäle							22		22
22090652	Travehafen			2.971				12		2.983
22090653	Ellerholz-/Rosskanal							14		14
	SUMME 1. Hj 2020	1.639.098	65.982	69.405	0	38.565	38.123	684	1.919.303	3.771.160

Anlage 3: Gebaggerte Mengen 2020 in Tonnen Trockensubstanz tTS, unterteilt nach Herkunft und Verbleib, 2. Halbjahr.

KST	Ort	1_1 Sedi- ment zur Umlagerung	1_3 Umlage- rung Nord- see (E3)	2_1 Mibo zur Be- handlung	2_2 Sand für Baumaßnah- men der Land- behandlung	3_1 Sand für Aufhö- hungen	3_2 Boden zu Verklappung bei Strombau- maßnahmen	5 Entsorgung Grundhinder- nisse	6 UWA Neufel- der Sand	SUMME
22090101	Norderelbe (2-5)			1.929						1.929
22090102	Suederelbe (2-3)			1.550	51.360					52.910
22090151	Norderelbe (6-7)	60.227								60.227
22090152	Suederelbe	921	442.050		28.058				60.834	531.863
22090153	Koehlbrand		365.542					12	215.276	580.830
22090154	Untereelbe						64.696	20	1.793.395	1.858.111
22090155	Aussen - Este			2.733						2.733
22090201	Noerdl.Reiherstieg	56.130		8.580						64.710
22090204	Rethe	7.564	141.353							148.917
22090207	Neuhoefer Hafen	23.749								23.749
22090252	Hansahafen	48.303		8.022				15		56.340
22090255	Steinwerder Hafen	14.398								14.398
22090302	Grasbrookhafen							10		10
22090305	Elbufer							13		13
22090351	Kuhwerd. Vorhafen		235.917					8	51.521	287.446
22090352	Werfthafen B+V	6.892								6.892
22090353	Kuhwerder Hafen	16.566								16.566
22090354	Kaiser-Wilh.-Hafen	12.412								12.412
22090401	Sandauhafen	13.390	39.331							52.721
22090402	Parkhafen	27.833	181.796					14		209.643
22090403	Waltershofer Hafen	12.025								12.025
22090407	Koehlfleet	40.518								40.518
22090408	Koehlfleethafen		25.218							25.218
22090454	Seehafen 4			1.334						1.334
22090501	Billwerder Bucht			67.617				17		67.634

KST	Ort	1_1 Sedi- ment zur Umlagerung	1_3 Umlage- rung Nord- see (E3)	2_1 Mibo zur Be- handlung	2_2 Sand für Baumaßnah- men der Land- behandlung	3_1 Sand für Aufhö- hungen	3_2 Boden zu Verklappung bei Strombau- maßnahmen	5 Entsorgung Grundhinder- nisse	6 UWA Neufel- der Sand	SUMME
22090603	Spreehafen			28.274						28.274
22090651	Steinwerder Kanäle							12		12
22090701	Rugenberger Hafen							29		29
	SUMME 2. HJ 2020	340.928	1.431.207	120.039	79.418	0	64.696	150	2.121.026	4.157.464

Anlage 4: Statistische Auswertung der Referenzproben (Juni 2020).

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-% OS	16	0	19,2	22,8	26,7	38,1	48,7
TOC (C)	Gew.-% TS	16	0	1,2	3,7	3,7	5,6	6
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	16	0	25,8	70,5	66	79	80,3
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	16	0	17,4	20,3	23,7	32,7	41,4
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	16	0	1,2	3,6	7,1	15,1	38,8
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	16	0	0,3	1,1	2,3	3,9	14,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	16	0	0,1	0,5	0,5	0,8	1,7
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	16	2	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,7
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	16	4	<0,1	0,1	0,2	0,3	0,5
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	16	7	<0,1	0,1	0,2	0,5	1,3
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	16	0	45,9	94	89,7	97,4	98,1
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	16	0	84,7	98,1	96,8	99	99,4
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	16	0	1250	4360	4431	6885	7740
Phosphor	mg/kg TS	16	0	630	1300	1292	1650	1700
Schwefel	mg/kg TS	16	0	1900	4600	4456	5150	6300
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	16	0	11	25	24	27	29
Blei	mg/kg TS	16	0	21	56	52	62	64
Cadmium	mg/kg TS	16	0	0,4	0,9	1,4	3,1	4,4
Chrom	mg/kg TS	16	0	22	51	48	60	64
Kupfer	mg/kg TS	16	0	14	46	46	65	71
Nickel	mg/kg TS	16	0	14	32	30	36	37
Quecksilber	mg/kg TS	16	0	0,2	0,7	0,8	1,2	1,4
Zink	mg/kg TS	16	0	121	283	330	560	751
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	16	0	28	30	29,5	30	30
Blei < 20 µm	mg/kg TS	16	0	62	66	67	73	79
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,6	0,9	1,6	3,5	5,5
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	16	0	50	62	62	68	69
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	16	0	35	38	45	62	83
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	16	0	35	38	38	40	40
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	16	0	0,6	0,7	0,8	1,0	1,3
Zink < 20 µm	mg/kg TS	16	0	285	313	400	639	861
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	16	0	25	79	90	145	190
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	16	4	<10	11,8	13,7	20,7	22,6
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	16	0	21,2	68	77	127	163
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	16	1	<0,01	0,04	0,06	0,11	0,15
Acenaphtylen	mg/kg TS	16	12	<0,01	<0,01	k.MW	0,02	0,03

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthen	mg/kg TS	16	14	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,02
Fluoren	mg/kg TS	16	2	<0,01	0,02	0,02	0,04	0,05
Phenanthren	mg/kg TS	16	0	0,03	0,08	0,10	0,19	0,25
Anthracen	mg/kg TS	16	0	0,01	0,03	0,04	0,07	0,10
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,04	0,13	0,17	0,33	0,50
Pyren	mg/kg TS	16	0	0,04	0,11	0,14	0,28	0,41
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	16	0	0,02	0,07	0,09	0,17	0,28
Chrysen	mg/kg TS	16	0	0,02	0,07	0,09	0,18	0,27
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,04	0,10	0,12	0,19	0,25
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	16	0	0,02	0,05	0,06	0,09	0,13
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	16	0	0,03	0,07	0,09	0,15	0,23
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	16	1	<0,01	0,02	0,03	0,05	0,07
<u>Benzo(ghi)perylene</u>	mg/kg TS	16	0	0,03	0,09	0,10	0,18	0,23
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	16	0	0,03	0,09	0,11	0,19	0,24
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	16	0	0,19	0,52	0,64	1,12	1,58
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	16	0	0,31	0,99	1,23	2,23	3,18
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	16	0	0,27	0,60	0,60	1,00	1,40
PCB 52	µg/kg TS	16	0	0,41	0,70	0,70	0,90	1,30
PCB 101	µg/kg TS	16	0	1,10	1,80	1,70	2,30	2,50
PCB 118	µg/kg TS	16	0	0,70	1,00	1,00	1,30	1,40
PCB 138	µg/kg TS	16	0	1,10	2,50	2,70	4,00	4,70
PCB 153	µg/kg TS	16	0	1,60	3,40	3,70	5,40	6,00
PCB 180	µg/kg TS	16	0	0,91	2,10	2,30	4,10	4,20
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	16	0	5,5	11,1	11,7	17,6	18,9
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	16	0	6,2	12,1	12,7	18,8	20,2
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	16	0	0,1	0,3	0,6	1,5	2,4
beta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,28	0,9	1,4	3,1	5
gamma-HCH	µg/kg TS	16	0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,55
delta-HCH	µg/kg TS	16	0	0,17	0,4	0,6	1,3	2
epsilon-HCH	µg/kg TS	16	11	<0,1	<0,1	k.MW	0,3	0,41
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	0,13	0,3	0,5	1,0	1,8
p,p'-DDE	µg/kg TS	16	0	1	2,1	2,9	5,5	8
o,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	1	2,1	2,9	5,5	9,6
p,p'-DDD	µg/kg TS	16	0	2,4	4,8	6,4	11,9	19
o,p'-DDT	µg/kg TS	16	2	<0,1	0,2	0,7	0,5	8,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	16	0	0,11	0,5	1,7	2,4	15
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	0,26	1	1,1	2	2,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	16	0	0,96	2,9	4	8,1	13

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	10	15,5	17	20	39
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	3,7	9,3	10	11	28
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	16	0	8,6	20,5	20,8	27,5	37
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	16	2	<1	2,3	3,3	4,3	15
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	16	10	<1	<1	k.MW	3,5	4,8
Dioctylzinn	µg OZK/kg TS	16	11	<1	<1	k.MW	4,6	5,8
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	16	16	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	16	15	<1	<1	k.MW	<1	1,4

Anlage 5: Statistische Auswertung der Kernproben 2019/20 des von Januar bis März 2020 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	174	0	18,5	31,6	32,8	44,5	58
TOC (C)	Gew.-% TS	174	0	1,4	3,6	3,5	4,4	6,6
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	174	0	13,3	55,3	53,9	70,97	77,9
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	174	0	16,7	28,4	28,6	35,28	44,5
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	174	0	2	9,3	11,8	23,97	36,2
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	174	0	0	2,1	4	10,27	27,8
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	174	1	<0,1	0,7	1,2	2,2	14,2
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	171	10	<0,1	0,2	0,2	0,5	2,7
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	173	25	<0,1	0,1	0,2	0,4	1,3
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	174	69	<0,1	0,1	0,1	0,3	4,6
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	174	0	44,2	85,3	82,4	94,7	97,9
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	174	0	69,3	96,1	94,3	98,4	100
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	174	0	1390	4030	4001	5381	9710
Phosphor	mg/kg TS	174	0	580	1400	1328	1630	2400
Schwefel	mg/kg TS	169	0	1500	3800	3601	4500	5000
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	169	0	9,7	21	21	27	32
Blei	mg/kg TS	169	0	19	50	48	63	67
Cadmium	mg/kg TS	169	0	0,5	1,2	1,2	1,8	3,5
Chrom	mg/kg TS	169	0	17	44	44	59,2	71
Kupfer	mg/kg TS	169	0	20	41	41	53,2	79
Nickel	mg/kg TS	169	0	12	26	26	33	47
Quecksilber	mg/kg TS	169	0	0,25	0,59	0,6	0,79	1,1
Zink	mg/kg TS	169	0	125	306	304	403	641
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	174	0	27	31	31	34	37
Blei < 20 µm	mg/kg TS	174	0	60	76	75	82,7	99,7
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	174	0	0,76	1,4	1,6	2,7	5,6
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	174	0	47	72	73	85	102
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	174	0	39	55	57	71	99,4
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	174	0	30	41	41	45	59
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	174	0	0,43	0,73	0,8	1,0	1,8
Zink < 20 µm	mg/kg TS	174	0	333	435	461	580	945
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	174	0	24	87	87	130	230
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	174	60	<10	12,8	15	18	29
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	174	0	18,7	73,45	74	114,1	210
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	174	0	0,023	0,053	0,05	0,072	0,14
Acenaphthylen	mg/kg TS	174	99	<0,01	<0,01	k.MW	0,015	0,038

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthen	mg/kg TS	174	151	<0,01	<0,01	k.MW	0,013	0,036
Fluoren	mg/kg TS	174	4	<0,01	0,022	0,02	0,034	0,07
Phenanthren	mg/kg TS	174	0	0,046	0,1	0,11	0,140	0,31
Anthracen	mg/kg TS	174	0	0,014	0,039	0,04	0,053	0,13
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	174	0	0,08	0,18	0,18	0,240	0,61
Pyren	mg/kg TS	174	0	0,067	0,15	0,16	0,200	0,51
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	174	0	0,04	0,085	0,09	0,120	0,28
Chrysen	mg/kg TS	174	0	0,038	0,084	0,09	0,120	0,26
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	174	0	0,047	0,12	0,12	0,170	0,38
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	174	0	0,026	0,061	0,06	0,083	0,2
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	174	0	0,042	0,092	0,1	0,130	0,34
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	174	2	<0,01	0,028	0,03	0,043	0,075
<u>Benzo(ghi)perylene</u>	mg/kg TS	174	0	0,013	0,1	0,1	0,150	0,28
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	174	0	0,014	0,12	0,12	0,170	0,29
PAK Summe 6 g.BG	mg/kg TS	174	0	0,28	0,68	0,68	0,95	2,1
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	174	0	0,56	1,26	1,29	1,78	3,93
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	174	0	0,26	0,69	0,7	0,97	2,5
PCB 52	µg/kg TS	174	0	0,27	0,64	0,7	0,91	4,3
PCB 101	µg/kg TS	174	0	0,68	1,6	1,6	2,1	5,5
PCB 118	µg/kg TS	174	0	0,35	0,93	1	1,3	2,6
PCB 138	µg/kg TS	174	0	0,98	2,7	2,8	4	8,6
PCB 153	µg/kg TS	174	0	1,4	3,35	3,5	5,1	11
PCB 180	µg/kg TS	174	0	0,73	2,3	2,5	3,97	8,6
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	174	0	4,34	11,3	11,8	16,7	36,5
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	174	0	4,69	12,3	12,7	18,0	38,4
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	174	0	0,12	0,34	0,4	0,51	1,4
beta-HCH	µg/kg TS	174	0	0,36	0,97	1	1,57	2,3
gamma-HCH	µg/kg TS	174	2	<0,05	0,11	0,1	0,17	0,44
delta-HCH	µg/kg TS	174	0	0,16	0,33	0,4	0,5	1,1
epsilon-HCH	µg/kg TS	163	108	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	0,2
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	174	4	<0,1	0,27	0,3	0,42	0,74
p,p'-DDE	µg/kg TS	174	0	0,94	2,95	2,9	4	8,5
o,p'-DDD	µg/kg TS	174	0	1,1	3,2	3,3	4,87	11
p,p'-DDD	µg/kg TS	174	0	3,1	7,65	8	11	22
o,p'-DDT	µg/kg TS	174	8	<0,1	0,28	0,4	0,75	7,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	174	0	0,18	1,5	3,5	5,44	76
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	174	0	0,28	0,86	0,9	1,1	2,2
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	174	0	1	4,1	4,3	6,5	13
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	174	0	7,4	19,5	20,9	29,7	66
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	174	0	4,2	11	11,4	15	44

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	174	0	13	30,5	33,3	43	190
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	174	10	<1	2,75	3,7	7,94	16
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	174	55	<1	1,5	1,7	2,37	7,3
Diocetylzinn	µg OZK/kg TS	174	43	<1	1,5	1,7	2,5	7,7
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	174	169	<1	<1	k.MW	<1	4,8
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	174	173	<1	<1	k.MW	<1	1,2
Sauerstoffzehrung								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	173	0	0,51	1,4	1,4	2,2	2,6

Anlage 6: Statistische Auswertung der Kernproben aus dem zweiten Halbjahr 2020 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	46	0	19,5	27,6	29,2	36,7	56,3
TOC (C)	Gew.-% TS	46	0	1	3,3	3,3	3,75	4,2
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	46	0	17,7	65,6	63,9	74,3	80,6
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	46	0	15,4	24,4	25,5	31,9	36,7
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	46	0	2,2	5,9	8,0	13,1	46,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	46	0	0,2	1,0	1,4	1,9	15,4
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	46	0	0,1	0,4	0,8	2,15	3,8
Fraktion 630 - 1000µm	Gew.-% TS	46	13	<0,1	0,1	0,2	0,65	1,8
Fraktion 1000-2000µm	Gew.-% TS	46	16	<0,1	0,1	0,1	0,3	1,3
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	46	28	<0,1	<0,1	0,1	0,1	2,5
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	46	0	33,1	91,5	89,4	96	97,5
Fraktion < 100 µm	Gew.-% TS	46	0	79,5	98,4	97,3	99,3	99,7
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	46	0	1000	3790	3705	4355	5200
Phosphor	mg/kg TS	46	0	550	1300	1317	1500	1600
Schwefel	mg/kg TS	35	0	3800	4800	4746	5200	5600
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	46	0	9	24	23,6	27	28
Blei	mg/kg TS	46	0	19	53,5	51,8	61,5	69
Cadmium	mg/kg TS	46	0	0,4	0,98	1,0	1,2	1,5
Chrom	mg/kg TS	46	0	29	54,5	55	68,5	81
Kupfer	mg/kg TS	46	0	14	35,5	34,9	40,5	48
Nickel	mg/kg TS	46	0	13	32	31	35,5	39
Quecksilber	mg/kg TS	46	0	0,29	0,61	0,6	0,69	0,76
Zink	mg/kg TS	46	0	112	282	276	321	332
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen < 20 µm	mg/kg TS	46	0	27	30	29,8	32	33
Blei < 20 µm	mg/kg TS	46	0	62	68	68,2	72,5	78
Cadmium < 20 µm	mg/kg TS	46	0	0,78	1,1	1,1	1,3	1,8
Chrom < 20 µm	mg/kg TS	46	0	51	69,5	73,2	103	106
Kupfer < 20 µm	mg/kg TS	46	0	36	42	42	46,5	49
Nickel < 20 µm	mg/kg TS	46	0	33	38,5	39,9	48	48
Quecksilber < 20 µm	mg/kg TS	46	0	0,55	0,74	0,7	0,83	0,9
Zink < 20 µm	mg/kg TS	46	0	311	349	355	402	441
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	46	0	49	93	95,3	125	150
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	46	2	<10	16	18	26	33
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	46	0	32	76	77	99	126
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	46	2	0,03	0,05	0,05	0,06	0,08

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Acenaphthylen	mg/kg TS	46	26	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,02
Acenaphthen	mg/kg TS	46	36	<0,01	<0,01	k.MW	0,01	0,02
Fluoren	mg/kg TS	46	0	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Phenanthren	mg/kg TS	46	0	0,06	0,09	0,09	0,11	0,13
Anthracen	mg/kg TS	46	0	0,02	0,03	0,04	0,04	0,30
<u>Fluoranthen</u>	mg/kg TS	46	0	0,10	0,14	0,14	0,16	0,18
Pyren	mg/kg TS	46	0	0,09	0,12	0,12	0,15	0,17
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	46	0	0,04	0,07	0,07	0,08	0,08
Chrysen	mg/kg TS	46	0	0,05	0,07	0,07	0,08	0,10
<u>Benzo(b)fluoranthen</u>	mg/kg TS	46	0	0,05	0,10	0,10	0,11	0,14
<u>Benzo(k)fluoranthen</u>	mg/kg TS	46	0	0,02	0,05	0,05	0,06	0,34
<u>Benzo(a)pyren</u>	mg/kg TS	46	0	0,04	0,07	0,07	0,08	0,09
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	46	10	<0,01	0,02	0,02	0,03	0,07
<u>Benzo(ghi)perylen</u>	mg/kg TS	46	0	0,03	0,08	0,08	0,09	0,10
<u>Indeno(1.2.3-cd)pyren</u>	mg/kg TS	46	1	0,01	0,09	0,08	0,11	0,16
<u>PAK Summe 6 g.BG</u>	mg/kg TS	46	0	0,28	0,52	0,50	0,63	0,73
<u>PAK Summe 16 g.BG</u>	mg/kg TS	46	0	0,64	1,01	1,00	1,18	1,29
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	46	0	0,14	0,52	0,5	0,74	0,83
PCB 52	µg/kg TS	46	0	0,16	0,53	0,5	0,74	0,9
PCB 101	µg/kg TS	46	0	0,39	1,3	1,3	1,7	2,1
PCB 118	µg/kg TS	46	0	0,35	0,97	1,0	1,4	1,9
PCB 138	µg/kg TS	46	0	0,72	2,0	2,1	2,6	3,6
PCB 153	µg/kg TS	46	0	0,81	2,9	2,9	3,5	4,6
PCB 180	µg/kg TS	46	0	0,47	1,5	1,5	1,9	3,4
PCB Summe 6 g.BG	µg/kg TS	46	0	2,7	8,8	8,8	10,9	13,9
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	46	0	3,0	9,8	9,9	12,0	15,3
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	46	0	0,22	0,27	0,3	0,33	0,4
beta-HCH	µg/kg TS	46	0	0,56	0,71	0,7	0,85	1
gamma-HCH	µg/kg TS	46	3	<0,1	0,1	0,1	0,13	0,15
delta-HCH	µg/kg TS	46	0	0,25	0,33	0,4	0,455	0,56
epsilon-HCH	µg/kg TS	35	35	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	46	1	<0,1	0,25	0,3	0,31	0,62
p,p'-DDE	µg/kg TS	46	0	0,68	2	2	2,3	3,1
o,p'-DDD	µg/kg TS	46	0	1,3	2,05	2,8	5,5	8,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	46	0	2,6	4,55	4,8	6,4	7,8
o,p'-DDT	µg/kg TS	46	11	<0,1	0,2	0,2	0,4	0,82
p,p'-DDT	µg/kg TS	46	2	<0,1	0,59	0,8	1,3	5,1
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	46	0	0,23	0,86	0,8	1	1,2
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	46	0	1,2	3,15	3,1	3,7	4,5

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn	µg OZK/kg TS	46	0	11	19	20,2	27	42
Dibutylzinn	µg OZK/kg TS	46	0	5	11	11,4	13	26
Tributylzinn	µg OZK/kg TS	46	0	14	24	24,9	32	50
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg TS	46	0	1,3	2,3	3,1	6	10
Monooctylzinn	µg OZK/kg TS	46	35	<1	<1	k.MW	1,1	1,3
Dioctylzinn	µg OZK/kg TS	46	38	<1	<1	k.MW	1,2	1,9
Triphenylzinn	µg OZK/kg TS	46	40	<1	<1	k.MW	1	7
Tricyclohexylzinn	µg OZK/kg TS	46	46	<1	<1	k.MW	<1	<1
Sauerstoffzehrung								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	46	0	0,39	1,35	1,3	1,8	2

Anlage 7: Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen. Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Sedimentkernen aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2020 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=15	Algentest n=15	Daphnientest n=15
pT 0	13	9	11
pT 1	1	1	2
pT 2	1	1	1
pT 3	0	3	0
pT 4	0	0	1
pT 5	0	1	0
≥ pT 6	0	0	0
Porenwasser			
pT-Stufe	n=15	n=15	n=15
pT 0	1	9	4
pT 1	14	1	9
pT 2	0	3	2
pT 3	0	0	0
pT 4	0	1	0
pT 5	0	0	0
≥ pT 6	0	1	0

Toxizitätsklasse	
Klasse	Anzahl n=15
0	2
I	5
II	3
III	2
IV	1
V	1
VI	1

Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten 2020

Zusammenstellung der durchgeführten Biotestuntersuchungen an Oberflächensedimenten aus der Elbe und dem Hamburger Hafen in 2020 (Testumfang wie oben, nur Eluatuntersuchungen).

Eluat pT-Stufe	Referenz Juni 2020			
	Leuchtb. (LB) n=16	Algentest (AT) n=16	Daphnient. (DT) n=16	Klasse n=16
pT 0	13	3	11	3
pT 1	0	9	5	7
pT 2	0	4	0	3
pT 3	0	0	0	0
pT 4	0	0	0	0
pT 5	3	0	0	3
≥ pT 6	0	0	0	0

Anlage 8: Schadstoffbelastung des in der METHA klassierten Schlicks 2020.

Parameter	Einheit	N n<BG		Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.-% OS	29	0	20,1	23,8	23,8	26,1	26,9
Glühverlust	Gew.-% TS	29	0	6,1	7,7	7,7	8,9	9,9
TOC (C)	Gew.-% TS	29	0	2,3	3,2	3,2	3,5	4,3
Siebanalyse								
Fraktion <20 µm	Gew.-%	29	0	28,7	42,3	42,6	50,3	51,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-%	29	0	23,9	28,6	28,7	32,9	34,3
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-%	29	0	9	17,9	18,4	24,5	30,8
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-%	29	0	5	8,7	8,4	10,4	11,7
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-%	29	0	0,6	1,3	1,6	2,8	3,5
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-%	29	8	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Fraktion > 1000 µm	Gew.-%	29	3	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,6
Parameter								
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	9	0	21	27	28	31	35
Blei	mg/kg TS	9	0	54	72	74	84	94
Cadmium	mg/kg TS	9	0	2	3	3	4	4
Chrom (ges.)	mg/kg TS	9	0	33	48	49	58	62
Kupfer	mg/kg TS	9	0	63	95	95	119	145
Nickel	mg/kg TS	9	0	21,0	28,0	27,4	31,2	32,0
Quecksilber	mg/kg TS	9	0	1,3	2,6	4,2	7,9	9,2
Zink	mg/kg TS	9	0	356	469	489	601	647
Thallium	mg/kg TS	9	1	<0,3	0,44	0,41	0,53	0,55
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	29	0	160	250	272	356	470
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	29	0	43	78	78	102	130
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg OS	29	5	<27	38	57	140	190
Extrahierbare lipophile Substanz	mg/kg TS	29	5	<100	160	240	620	800
Polycyclische Aromaten								
Naphthalin	mg/kg TS	29	1	<0,05	0,09	0,12	0,20	0,25
Acenaphtylen	mg/kg TS	29	10	<0,05	0,06	0,07	0,10	0,11
Acenaphthen	mg/kg TS	29	8	<0,05	0,06	0,07	0,09	0,12
Fluoren	mg/kg TS	29	1	<0,05	0,12	0,13	0,19	0,26
Phenanthren	mg/kg TS	29	0	0,26	0,62	0,67	1,12	1,40
Anthracen	mg/kg TS	29	0	0,09	0,19	0,19	0,28	0,35
Fluoranthren	mg/kg TS	29	0	0,51	1,10	1,12	1,74	2,10
Pyren	mg/kg TS	29	0	0,43	0,93	0,93	1,44	1,70
Benz(a)anthracen	mg/kg TS	29	0	0,24	0,47	0,48	0,69	0,76
Chrysen	mg/kg TS	29	0	0,23	0,46	0,45	0,71	0,79
Benzo(b)fluoranthren	mg/kg TS	29	0	0,22	0,38	0,43	0,67	0,76
Benzo(k)fluoranthren	mg/kg TS	29	0	0,11	0,20	0,22	0,35	0,39
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	29	0	0,20	0,38	0,41	0,67	0,74

Parameter	Einheit	N n<BG		Min	Median	Mittel	90.P	Max
Indeno(1,2,3-cd)pyren	mg/kg TS	29	0	0,18	0,36	0,44	0,56	2,40
Dibenz(ah)anthracen	mg/kg TS	29	0	0,05	0,09	0,12	0,14	0,73
Benzo(ghi)perylen	mg/kg TS	29	0	0,19	0,38	0,42	0,55	2,00
Summe PAK ¹⁾	mg/kg TS	29	0	3,00	6,08	6,25	9,64	10,95
Polychlorierte Biphenyle								
PCB Nr. 28	µg/kg TS	29	21	<3,0	<3,0	k. MW	3,6	6,6
PCB Nr. 52	µg/kg TS	29	8	<3,0	3,6	4,0	6,1	7,7
PCB Nr. 101	µg/kg TS	29	0	3,1	5,8	6,4	8,3	15,0
PCB Nr. 118	µg/kg TS	29	13	<3,0	3,1	3,7	4,6	6,7
PCB Nr. 138	µg/kg TS	29	0	6,4	11,0	12,1	15,0	31,0
PCB Nr. 153	µg/kg TS	29	0	5,2	8,2	9,3	11,4	25,0
PCB Nr. 180	µg/kg TS	29	0	4,5	7,3	7,8	9,7	20,0
Summe PCB ¹⁾	µg/kg TS	29	0	28,2	42,3	46,4	56,1	107,2
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	9	0	1,5	1,8	2,1	2,8	4,9
beta-HCH	µg/kg TS	9	0	2,1	2,3	2,7	3,3	5,8
gamma-HCH	µg/kg TS	8	8	<1,0	<1,0	k. MW	<1,0	<1,0
delta-HCH	µg/kg TS							
epsilon-HCH	µg/kg TS							
DDT + Metabolite								
o,p'-DDE	µg/kg TS	9	1	<1	1,6	1,6	2,06	2,3
p,p'-DDE	µg/kg TS	9	0	5,7	8,6	9,3	12,2	13,0
o,p'-DDD	µg/kg TS	9	0	3,8	7,5	7,2	9,0	10,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	9	0	16	29	45	88	130
o,p'-DDT	µg/kg TS	9	5	<1,0	<1,0	k. MW	2,3	2,6
p,p'-DDT	µg/kg TS	9	0	2,9	7,0	9,3	17,0	25,0
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	9	0	1,5	2,2	2,3	2,7	4,0
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	9	0	5,7	7,1	7,2	8,7	9,3
Organozinnverbindungen								
Mono-Butylzinn	µg/kg TS	29	0	38	81	81	102	140
Di-Butylzinn	µg/kg TS	29	0	24	73	72	95	180
Tri-Butylzinn	µg/kg TS	29	0	91	190	207	284	440
Tetra-Butylzinn	µg/kg TS	28	0	51	89,5	96	136	200
Mono-Octylzinn	µg/kg TS	29	27	<10	<10	k. MW	<10	13
Di-Octylzinn	µg/kg TS	29	22	<10	<10	k. MW	12	14
Tri-Cyclohexylzinn	µg/kg TS	29	29	<10	<10	k. MW	<10	<10
Tri-Phenylzinn	µg/kg TS	29	29	<10	<10	k. MW	<10	<10

Parameter	Einheit	N	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Eluatuntersuchungen								
Arsen	mg/l	29	0	0,0019	0,0100	0,0154	0,0346	0,047
Blei	mg/l	29	27	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	0,0016
Cadmium	mg/l	29	29	<0,0003	<0,0003	k. MW	<0,0003	<0,0003
Chrom VI	mg/l	29	29	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	<0,005
Chrom gesamt	mg/l	29	29	<0,001	<0,001	k. MW	<0,001	<0,001
Kupfer	mg/l	29	23	<0,001	<0,001	k. MW	0,0046	0,0084
Nickel	mg/l	29	1	<0,001	0,0045	0,0047	0,0058	0,0074
Quecksilber	mg/l	29	28	<0,0002	<0,0002	k. MW	<0,0002	0,00032
Zink	mg/l	29	22	<0,01	<0,01	k. MW	0,013	0,02
Cyanide, leicht freisetzbar	mg/l	29	29	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	<0,002
Gesamtphenol	mg/l	29	28	<0,005	<0,005	k. MW	<0,005	0,015
AOX	mg/l	29	5	<0,02	0,02	0,02	0,04	0,07
pH-Wert im Eluat	-	29	0	6,8	7,2	7,2	7,4	7,5
Leitfähigkeit	µS/cm	29	0	659	807	809	891	1180
Abdampfrückstand	mg/l	29	0	326	413	431	520	701
DOC	mg/l	29	0	8	12	12,2	14,2	17
Chlorid	mg/l	29	0	33	49	50	59	85
Sulfat	mg/l	29	0	110	160	163	209	258
Fluorid	mg/l	29	2	<0,1	0,35	0,34	0,53	0,56
Ammonium-N	mg/l	29	0	8,1	19	18	24	34
Cyanide gesamt	mg/l	29	24	<0,002	<0,002	k. MW	0,0033	0,0064
Antimon	mg/l	29	15	<0,001	<0,001	k. MW	0,0017	0,0021
Barium	mg/l	29	0	0,012	0,094	0,09	0,12	0,13
Molybdän	mg/l	29	1	<0,001	0,0088	0,0087	0,011	0,012
Selen	mg/l	29	29	<0,002	<0,002	k. MW	<0,002	<0,002

*) Summenberechnung mit der ganzen Bestimmungsgrenze bei Werten < BG

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

Hamburg Port Authority

Neuer Wandrahm 4

20457 Hamburg

Tel.: +49 40 42847-0

www.hamburg-port-authority.de



WIR MACHEN HAFEN