

Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

Teilbericht

Verbringung von Baggergut zur Tonne E3

Bericht über den Zeitraum 1.1.2010 bis 31.12.2010



INHALTSVERZEICHNIS

1.	Veranlassung	1
2.	Entwicklung in den Jahren 2005 bis 2009	1
3.	Entwicklung im Jahr 2010.....	3
4.	Charakterisierung der Sedimente aus der Delegationsstrecke.....	5
4.1	Chemische Belastung.....	6
4.2	Ökotoxikologische Wirkung.....	9
5.	Monitoring im Verbringungsgebiet	11
5.1	Peilungen im Bereich der Einbringungsstelle	11
5.2	Verbleib des zur Tonne E3 verbrachten Sediments	11
5.3	Wasserphase	12
5.4	Beprobung der Sedimente	12
5.4.1	Körnung und Schadstoffbelastung der Sedimente.....	14
5.4.2	Ökotoxikologische Belastung	19
5.5	Bioakkumulation.....	24
5.5.1	Bioakkumulation in der Wellhornschnecke.....	24
5.5.2	Bioakkumulation in der Pfeffermuschel	29
5.5.3	Bioakkumulation in der Kliesche.....	33
5.6	Makrozoobenthos	34
5.7	Fischfauna.....	35
5.8	Avifauna und marine Säuger	36
5.9	Wattmessstellen.....	36
6.	Übersicht über die Erfüllung der Maßgaben der Einvernehmenserklärung	38
7.	Ausblick.....	45

Anhang

Hamburg Port Authority

Hafeninfrastruktur

Infrastruktur Wasser

1. März 2011 /rev 19. August 2011

1. Veranlassung

Gemäß Einvernehmen des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MLUR) zur Verbringung von Elbesedimenten aus dem Bereich Hamburgs zur Verbringungsstelle E3 hat die HPA dem MLUR „jährlich einen umfassenden Bericht über den Fortschritt der Gesamtmaßnahme, das durchgeführte Monitoring und dessen Ergebnisse sowie eine Bewertung vorzulegen. Dabei ist die Erfüllung aller Maßgaben des Einvernehmens jeweils einzeln begründet zu bestätigen“.

Der vorliegende Bericht für das Jahr 2010 enthält aktuelle Daten und Angaben. Für die Ergebnisse aus früheren Untersuchungen wird auf die Berichte der Jahre 2005 bis 2009 verwiesen.

2. Entwicklung in den Jahren 2005 bis 2009

Während die bei Unterhaltungsmaßnahmen vor dem Jahr 2000 anfallenden Baggergutmengen etwa 2 Mio. m³ pro Jahr betragen, stiegen sie 2004 und 2005 auf 8 bis 9 Mio. m³ an. Veränderte Sedimentationsbedingungen führten dazu, dass im Hamburger Bereich umgelagertes Sediment zeitweise mit der Strömung nur begrenzt aus diesem Elbabschnitt natürlich weiter stromab befördert wird. Wesentliche Anteile werden dann durch den so genannten Tidal-Pumping-Effekt stromauf transportiert und müssen mehrfach gebaggert und umgelagert werden. In Abhängigkeit von der Oberwasserführung der Elbe ist aus Sicht der HPA daher eine Umlagerung in den ebbstromdominierten Bereich erforderlich. In der Abwägung erscheint dies im Vergleich zu Verbringungsalternativen auch unter Umweltgesichtspunkten sinnvoll, da Umlagerungen in der warmen Jahreszeit in Hamburg aus ökologischen Gründen nicht zulässig sind und mehrfaches Umlagern die Umwelt zudem mehrfach belastet.

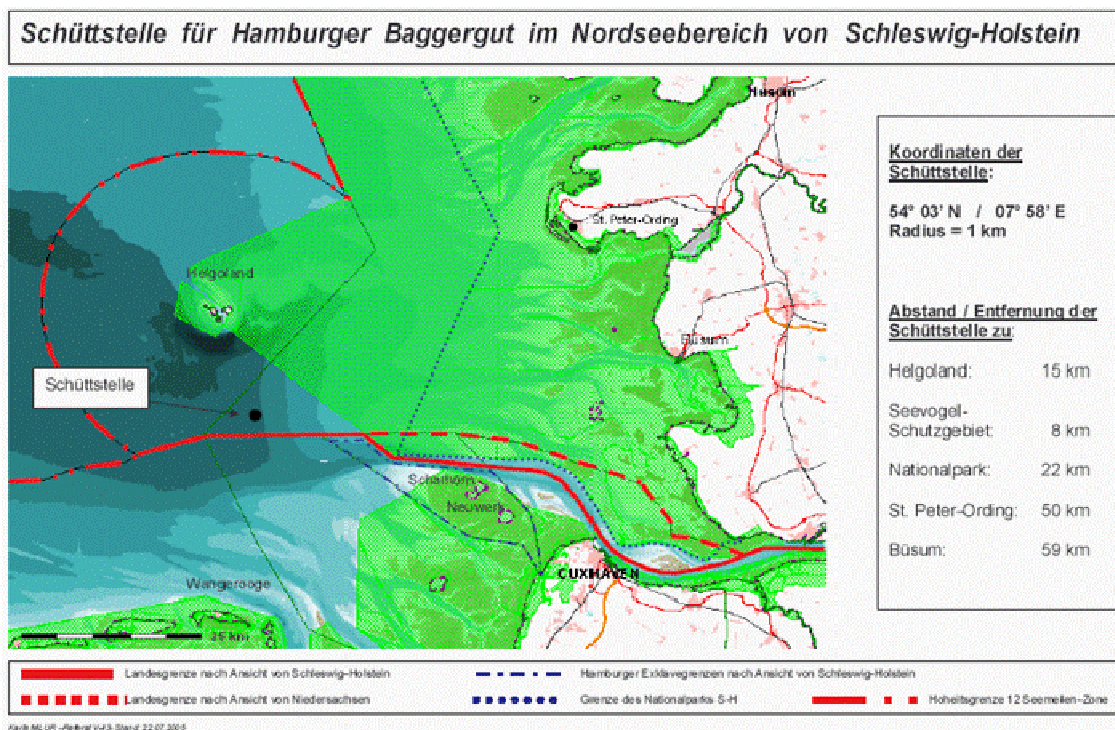


Abb. 2-1 Lageplan der Verbringungsstelle und der Schutzgebiete (aus der Einvernehmenserklärung des Landes Schleswig-Holstein vom 26.7.2005)

Das MLUR hat deshalb im Juli 2005 sein Einvernehmen erteilt, befristet bis zum 31.12.2008 insgesamt rund 4,5 Mio. m³ Baggergut in die Nordsee zu verbringen. Parallel hat HPA im Juli 2005 eine Vereinbarung mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes geschlossen, Sedimente aus der Delegationsstrecke der Bundeswasserstraße Elbe im Hamburger Bereich zur „Tonne E3“ zu verbringen, begrenzt durch einen 1 km Radius um die Koordinate 54°03'N und 07°58'E (Abb. 2-1 mit Schutzgebietsgrenzen).

Im Rahmen dieses Einvernehmens wurden zwischen Oktober 2005 und Januar 2008 insgesamt 4,5 Mio. m³ zur Tonne E3 verbracht. Im Ergebnis sind die Baggergutmengen in Hamburg deutlich gesunken.

Im Juni 2008 haben die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und die HPA das „Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tideelbe“ vorgelegt, das Bewirtschaftungsgrundsätze und Maßnahmenvorschläge, u.a. zur Reduzierung des Sedimentanfalls und der Schadstoffbelastung, enthält. Das Konzept wird durch eine Gemeinsame Erklärung der Umweltminister der Länder Niedersachsen und Schleswig-Holstein, dem Senator für Wirtschaft und Arbeit Hamburgs, dem Präsidenten der WSD Nord sowie den Geschäftsführern der HPA unterstützt.

Da die in dem Konzept benannten Maßnahmen kurzfristig nicht wirksam umgesetzt und Sedimentkreisläufe noch nicht ausreichend durchbrochen werden konnten, erteilte das Land Schleswig-Holstein am 1. August 2008 noch einmal das Einvernehmen für die befristete Verbringung von Sedimenten aus der an Hamburg delegierten Strecke der Bundeswasserstraße Elbe. Das Einvernehmen sieht die Verbringung von insgesamt 6,5 Mio. m³ Baggergut zwischen dem 01.08.2008 und dem 31.12.2011 vor und ist an insgesamt 26 Maßgaben geknüpft.

Seit Beginn der Verbringung im Jahr 2005 wird im Bereich der Tonne E3 ein intensives Monitoring durchgeführt. Neben der akuten und chronischen Toxizität von Sedimenten wird auch die Schadstoffanreicherung (Bioakkumulation) in Organismen untersucht. Für das Jahr 2008 wurde eine statistisch signifikante Anreicherung verschiedener organischer Schadstoffe in Wellhornschnecken des Klappzentrums im Vergleich zu denen der Referenzgebiete ermittelt (E3-Jahresbericht der HPA, 2009). Nach Vorliegen dieser Untersuchungsergebnisse im März 2009 hat die HPA umgehend das MLUR über diese Erkenntnisse informiert und entsprechend den Maßgaben zunächst keine Sedimente in die Nordsee verbracht. Zudem wurde die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) mit einer Stellungnahme beauftragt.

Darin kommt die BfG zu dem Ergebnis, dass durch die verbringungsbedingte Bioakkumulation derzeit keine erheblichen Beeinträchtigungen auf die betrachteten spezifischen Erhaltungsziele (gute Ernährungsbedingungen, geringe Schadstoffbelastung und gute Wasserqualität) erwartet werden. Im Hinblick auf die Bestandsgrößen von Arten sowie auf die Funktion von Lebensraumtypen wird aufgrund der Geringfügigkeit potenzieller Auswirkungen ebenfalls nicht mit erheblichen Beeinträchtigungen gerechnet.

Im Ergebnis wurden zwischen MLUR und HPA weitere Auflagen und Minimierungsmaßnahmen vereinbart, die als zusätzliche Maßgaben in eine modifizierte Einvernehmensregelung vom 28. Juli 2009 aufgenommen wurden. Auf Grundlage dieses revidierten Einvernehmens erfolgte ab dem 18.12.2009 die Fortführung der zeitlich und mengenmäßig befristeten Verbringung von Sedimenten in die Nordsee. Für die Baggerarbeiten wurden der Laderaumsaugbagger Lelystad eingesetzt, der bereits in den vergangenen Jahren verwendet wurde. Die Verbringekampagne wurde über den Jahreswechsel 2009/2010 hinaus fortgesetzt.

3. Entwicklung im Jahr 2010

Die am 18. Dezember 2009 begonnene Verbringkampagne wurde bis zum 28. Februar 2010 fortgesetzt. Insgesamt wurden jeweils knapp 400.000 m³ aus dem Köhlbrand und aus der Norderelbe sowie 240.000 m³ aus der Süderelbe entnommen.

Wie im Jahresbericht 2009 dargestellt, wurden vom 18.-31.12.2009 aus dem Köhlbrand 224.000 m³ in die Nordsee verbracht. Auf die ersten beiden Monate des Jahres 2010 entfielen die in Abb. 3-1 dargestellten Mengen von 164.000 m³ aus dem Köhlbrand, 397.000 m³ aus der Norderelbe sowie 240.000 m³ aus der Süderelbe. Da im Verlauf des Jahres 2010 keine weitere Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 stattfand, wurde die im Einvernehmen für das Jahr 2010 vereinbarte Gesamt-Menge von 2 Mio. m³ mit 801.000 m³ deutlich unterschritten.

Das Jahr 2010 war hydrologisch außergewöhnlich. Die Oberwasserführung im Jahresverlauf ist in Abb. 3-2 dargestellt. Die mittlere Abflussmenge der Elbe lag mit 983 m³/s sowohl deutlich über dem langjährigen Mittel als auch über dem Vorjahresabfluss von 637 m³/s. Fast der gesamte Jahresverlauf war durch vergleichsweise hohe Abflüsse geprägt. In der zweiten Jahreshälfte stellten sich mehrfach Abflüsse mit Spitzenwerten von über 1.500 m³/s ein. Das Niveau lag ab Anfang August durchgehend deutlich oberhalb von 500 m³/s. Im Vorjahr war dies erst ab Anfang November der Fall, in 2008 sogar erst ab Anfang Dezember. Diese Oberwasserhältnisse führten zu einer geringen Sedimentation im Hamburger Hafen, da mit stärkerem ebbgerichtetem Strom mehr Schwebstoffe in Richtung Elbmündung bewegt werden und das Tidal Pumping damit verringert wird.

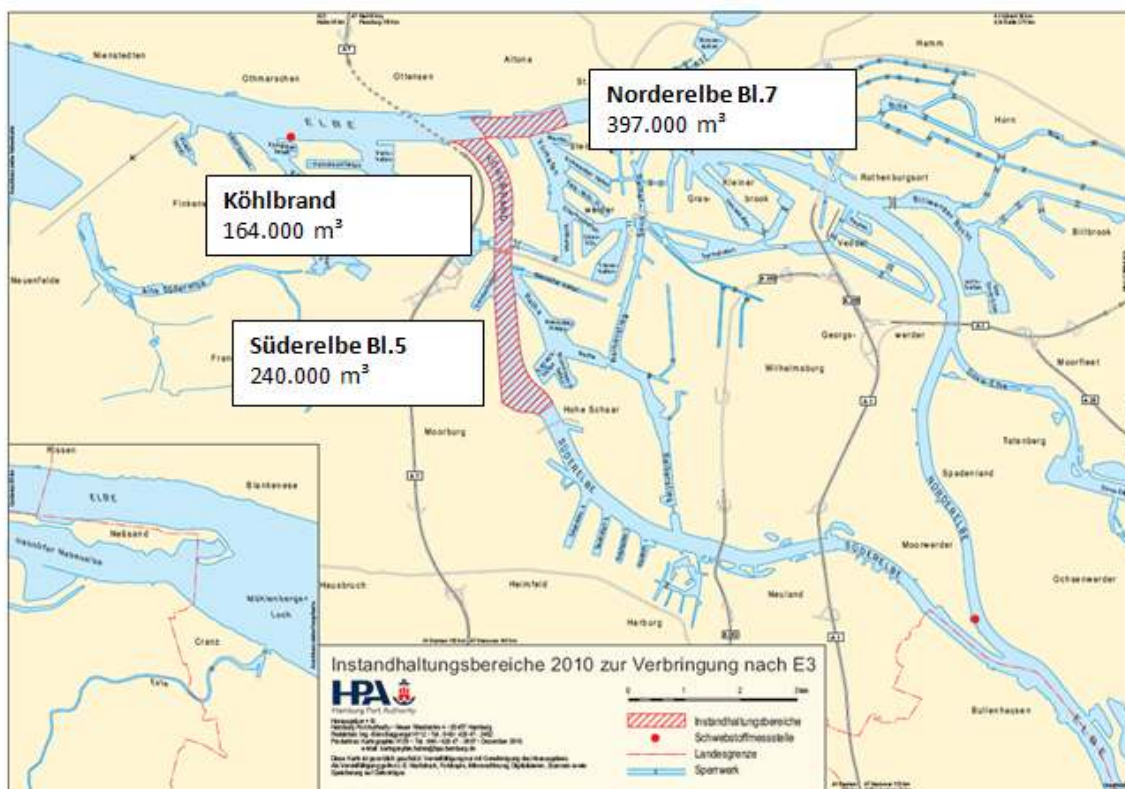


Abb. 3-1 Herkunft und Menge der in 2010 in die Nordsee verbrachten Sedimente (Laderraumvolumen)

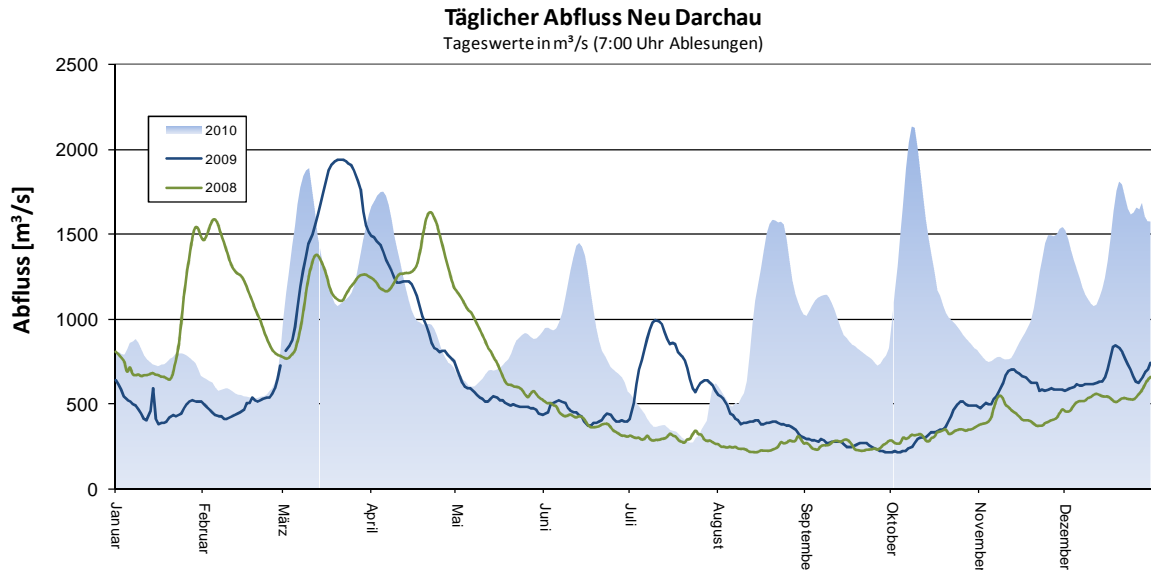


Abb. 3-2 Abfluss am Pegel Neu-Darchau [m^3/s], Gegenüberstellung der Jahreskurven 2008 bis 2010



Abb. 3-3 Entwicklung der Sedimentablagerungen oberhalb der Solltiefen in den Baggergebieten im Jahr 2010 (ansteigende Linien entsprechen Sedimentation, abfallende Linien Entnahmen oder Konsolidierung. Angaben beruhen auf Peilergebnissen)

Baggermengen 2000 bis 2010

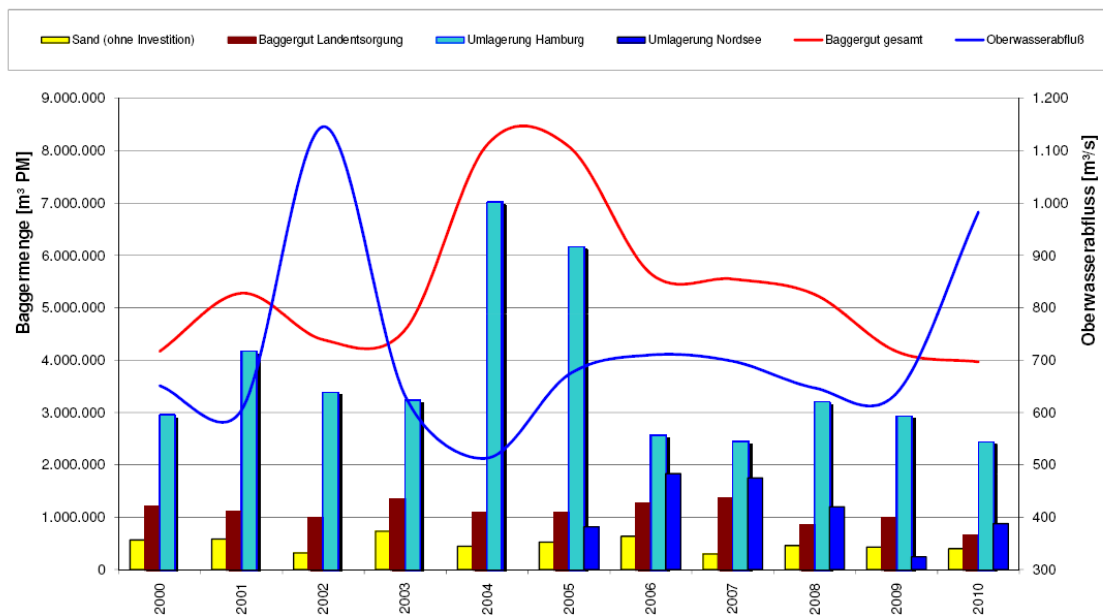


Abb. 3-4 Übersicht über Baggergutmengen und Verbleib sowie Oberwasserabfluss 2000 – 2010

In der Konsequenz sedimentierten weniger Feststoffe im Hamburger Bereich. Dies ist in Abb. 3-3 deutlich erkennbar: Nach Ende der Baggerungen im Februar 2010 bleibt die Sedimentmenge in allen drei Bereichen der Delegationsstrecke zunächst nahezu konstant. Im August 2010, nach einer Phase geringeren Oberwasserabflusses (Abb. 3-2), wird ein geringfügiger Aufwuchs in allen drei Bereichen registriert. Im weiteren Verlauf des Jahres ist dann bis zum November 2010 keine größere Neusedimentation festzustellen.

Daher war im Verlauf des Jahres 2010 keine weitere Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 notwendig.

Abb. 3-4 zeigt die Entwicklung der Baggergutmengen in Hamburg der Jahre 2000 bis 2010 sowie deren Verbleib. Die Umstellung auf die Verbringung von Baggergut in die Nordsee im Jahr 2005 wurde als befristete Sofortmaßnahme zum Erhalt der Wassertiefen des Hamburger Hafens und damit zur Gewährleistung des Hafenbetriebs notwendig und diente dem Ziel, so genannte Baggerkreisläufe kurzfristig zu durchbrechen. Die gesamte in Hamburg anfallende Baggergutmenge der Jahre 2006 bis 2010 lag in Abhängigkeit vom Einfluss des Oberwassers zwischen 4 und 5,5 Mio. m³ und damit deutlich niedriger als in den Jahren 2004 und 2005.

4. Charakterisierung der Sedimente aus der Delegationsstrecke

Die Sedimente aus der Delegationsstrecke wurden vor der Baggerung von Dezember 2009 bis Februar 2010 auf ihre chemische Belastung und ökotoxikologische Wirkung hin untersucht. Die Teilbereiche Norderelbe, Köhlbrand und Süderelbe wurden dabei jeweils getrennt bewertet. Probenanzahl und Untersuchungsumfang entsprechen den Anforderungen der Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich (HABAK-WSV, 1999). Das Messprogramm

wurde dabei noch um die Parameter Dioxin/Furan sowie um die Bestimmung der Schwermetall-Gesamtgehalte erweitert.

Die HABAK-WSV (1999) wurde am 18.11.2009 vom BMVBS außer Kraft gesetzt. Sie wird durch die im August 2009 vereinbarten „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in Küstengewässern“ (GÜBAK, 2009) ersetzt. In Abstimmung mit dem MLUR wurde die Baggergutbewertung im Jahr 2009 für den Verbringungszeitraum Dezember 2009 bis Februar 2010 noch nach der HABAK-WSV (1999) durchgeführt. Dabei wurde vereinbart, dass im vorliegenden Jahresbericht die Baggergutbewertung dieser Verbringungskampagne nach beiden Richtlinien vergleichend dargestellt wird. Anschließende Baggergutbewertungen werden dann ausschließlich nach der GÜBAK (2009) durchgeführt werden.

Im Verlauf des Jahres 2010 war die Sedimentation in der Delegationsstrecke aufgrund des hohen Oberwassers sehr gering (Abschn. 3). Daher wurde nach Februar 2010 kein Baggergut mehr zur Tonne E3 verbracht. Beprobungen im Bereich der Delegationsstrecke fanden aufgrund der geringen Sedimentation auch nur in sehr eingeschränktem Umfang statt. Auf eine Darstellung der Ergebnisse dieser Beprobungen wird daher an dieser Stelle verzichtet.

4.1 Chemische Belastung

Die Beprobung der drei Teilbereiche der Delegationsstrecke wurde Ende August 2009 durchgeführt. Die chemischen Parameter inklusive einer Bewertung nach HABAK-WSV (1999) sind in Tab A 1, Tab A 3 und Tab A 5 dargestellt. In Tab A 2, Tab A 4 und Tab A 6 ist die Bewertung der drei Teilbereiche anhand der GÜBAK (2009) aufgeführt.

Die in der Fraktion < 20 µm ermittelten Metallgehalte weisen für Arsen, Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink Werte zwischen Richtwert 1 und 2 der HABAK-WSV (1999) auf. Blei, Nickel und Chrom unterschreiten alle den unteren Richtwert der HABAK-WSV (1999).

Im Gebiet Norderelbe lag der westlichste Punkt (1295) im Einflussbereich einer Baustelle, hier wurde eine im Vergleich zu den übrigen Proben höhere PAK-Konzentration festgestellt (Abb. 4-1). Am Punkt 1298 in der Norderelbe wurde ein TBT – Gehalt von mehr als 400 µg/kg TS gemessen. Dieser liegt über dem nach dem Einvernehmen erlaubten Grenzwert von 300 µg/kg TS. Der Mittelwert der TBT-Konzentration der übrigen Beprobungspunkte ist mit 100 µg/kg TS deutlich niedriger (Tab A 5).

Die auf die Fraktion < 20 µm normierten Werte für DDX und HCB der drei Teilgebiete weisen überwiegend Belastungen auf, die unterhalb des 90. Perzents der Belastung der jeweiligen Teilgebiete aus den Jahren 2005 bis 2007 liegen (Abb. 4-1, Einvernehmen Ziffer 10, Abschn. 6). Im Köhlbrand bilden die Probenpunkte 1280 und 1283 eine Ausnahme. Hier sind die Gehalte an DDX (1280) bzw. HCB (1283) höher als das 90. Perzentil (Fraktion < 20 µm).

Die Mehrzahl der Schwermetall-Richtwerte der GÜBAK (2009) wurde im Vergleich zur HABAK (1999) etwas abgesenkt; der untere Richtwert für Arsen und Nickel hingegen angehoben. Nach der GÜBAK (2009) werden die Werte für Kupfer, Cadmium, Quecksilber und Zink aller drei Baggerbereiche ebenfalls mehrheitlich zwischen RW1 und RW2 eingeordnet. Aufgrund der Absenkung dieser Richtwerte werden jedoch auch vereinzelte Überschreitungen des RW2 für Kupfer, Cadmium und Quecksilber festgestellt (Tab A 4, Tab A 6). Der untere Richtwert für Arsen wird hingegen von allen Proben unterschritten.

Nach der GÜBAK (2009) werden die organischen Schadstoffe auf die Fraktion < 63 µm statt wie bisher auf die Fraktion < 20 µm normiert. Die Richtwerte wurden im Vergleich zur HABAK-WSV (1999) teilweise abgesenkt (PCB, HCB, pp-DDD, Kohlenwasserstoffe) oder blieben gleich (PeCB, pp-DDE, pp-DDT); für die HCH-Isomere wurden sie jedoch leicht angehoben.

Wie ein Vergleich der Tabellen Tab A 1, Tab A 3, Tab A 5 mit Tab A 2, Tab A 4 und Tab A 6 zeigt, führt die Einordnung der organischen Schadstoffe nach GÜBAK (2009) für PAK, Mineralöl, HCH und Pentachlorbenzol in einzelnen Fällen zu einer etwas günstigeren Bewertung als nach der HABAK-WSV (1999). Die Konzentration der Sedimente an DDT und seinen Metaboliten sowie an Hexachlorbenzol überschreitet jedoch nach beiden Regelwerken die oberen Richtwerte und bedingt damit eine Einstufung der Sedimente in den Fall 3.

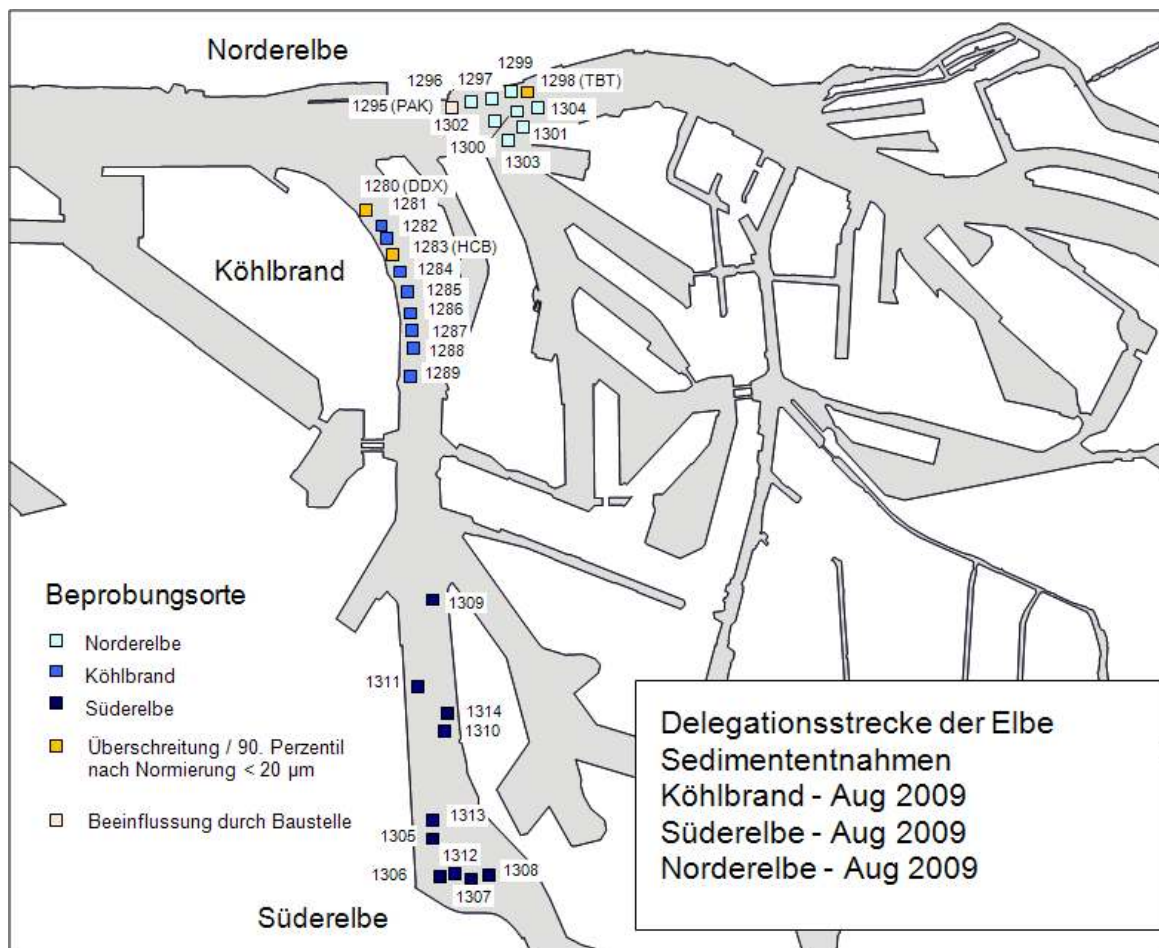


Abb. 4-1 Belastung der Sedimente in den Teilgebieten Norderelbe, Köhlbrand und Süderelbe im August 2009 im Vergleich zum 90. Perzentil der Belastung mit TBT, 6 DDX und / oder HCB aus den Jahren 2005-2007 (6 DDX und HCB normiert auf $< 20 \mu\text{m}$, TBT in der Gesamtfraktion)

Wird der in Ziffer 10 des Einvernehmens geforderte Vergleich mit den DDX- und HCB-Werten normiert auf die Fraktion $< 63 \mu\text{m}$ durchgeführt, überschreitet der Punkt 1283 ebenfalls das 90. Perzentil für HCB. Der Punkt 1280 liegt hingegen unterhalb der Perzentilwerte (Abb. 4-2). Dafür wird in der Norderelbe am Punkt 1297 eine Überschreitung des 90. Perzentils sowohl für DDX als auch für HCB ermittelt. Bei der Bewertung des Baggergutes gemäß HABAK (1999) wird dieser Punkt nicht in den Perzentilvergleich mit einbezogen, da er einen Feinkornanteil $< 20 \mu\text{m}$ von unter 10 % aufweist. In diesem Fall wird auf eine Normierung verzichtet (s. auch Tab A 5).

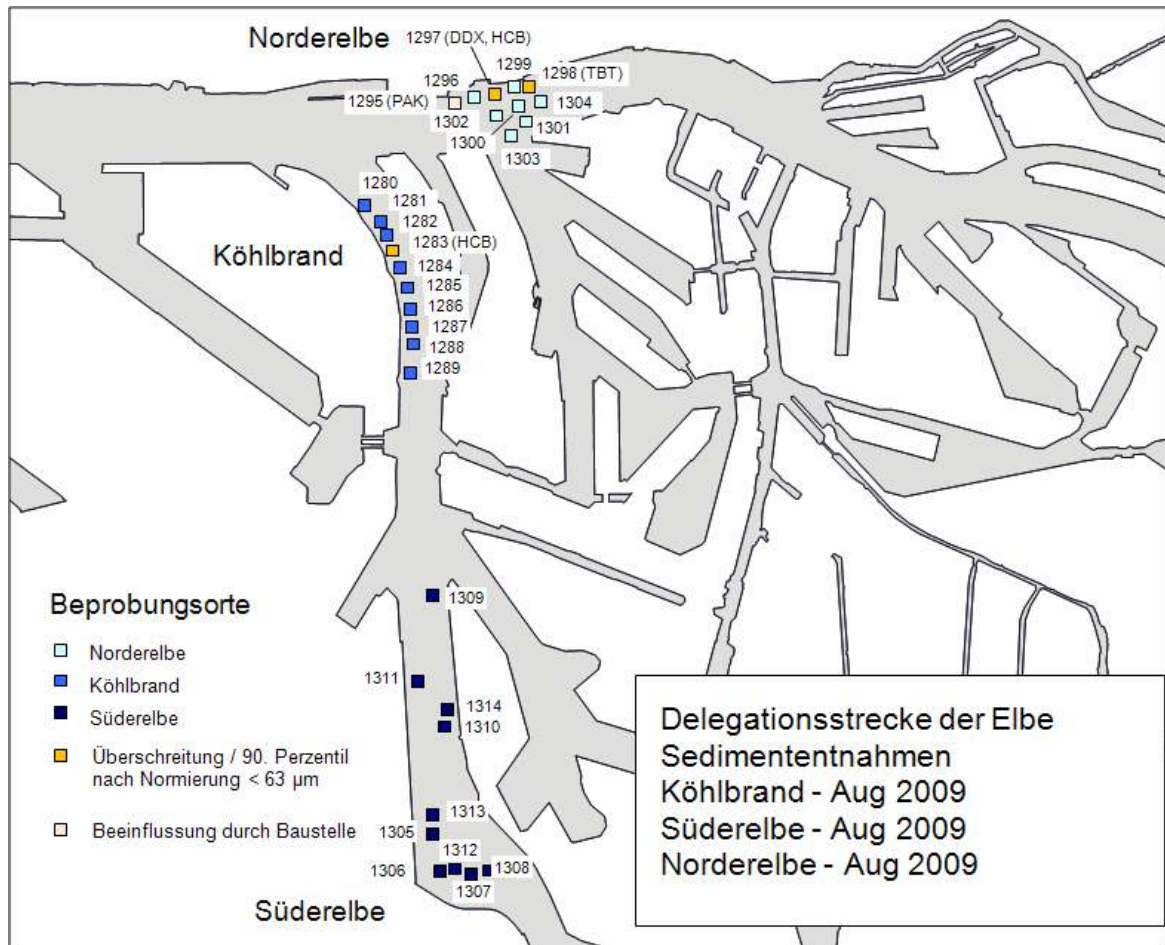


Abb. 4-2 Belastung der Sedimente in den Teilgebieten Norderelbe, Köhlbrand und Süderelbe im August 2009 im Vergleich zum 90. Perzentil der Belastung mit TBT, 6 DDX und / oder HCB aus den Jahren 2005-2007 (6 DDX und HCB normiert auf < 63 µm, TBT in der Gesamtfraktion)

Der gemäß Einvernehmen (Abschn. 6 Ziffer 10) ebenfalls notwendige Vergleich der Mittelwerte wurde ohne die o.g. vier Probenahmepunkte (1280, 1283, 1295, 1298) durchgeführt, da die Sedimente aus diesen Bereichen für eine Verbringung in die Nordsee nicht geeignet waren und deshalb gesondert entnommen wurden. Bei diesem Vergleich wurde keine signifikante Erhöhung der Mittelwerte in den einzelnen Teilbereichen im Vergleich zum bereits verbrachten Baggergut der entsprechenden Teilbereiche aus den Jahren 2005 bis 2007 festgestellt (Tab A 7 - Tab A 9). Dies gilt sowohl für die nach HABAK auf die Fraktion < 20 µm als auch auf die nach GÜBAK auf die < 63 µm-Fraktion normierten organischen Schadstoffe (Tab A 7 - Tab A 9).

Mit Ausnahme der Sedimente an den Probenahmepunkten 1280 und 1283 im Köhlbrand und an den Punkten 1295 und 1298 in der Norderelbe konnten die Sedimente aus der Delegationsstrecke im Rahmen des gültigen Einvernehmens in die Nordsee verbracht werden. Wäre die GÜBAK (2009) statt der HABAK-WSV (1999) der Bewertung gemäß Einvernehmen zugrunde gelegt worden, wäre außer den Punkten 1295 und 1298 in der Norderelbe und 1283 im Köhlbrand der Punkt 1297 der Norderelbe von der Verbringung ausgeschlossen worden. Der Punkt 1280 hätte hingegen verbracht werden dürfen.

4.2 Ökotoxikologische Wirkung

Zur Prüfung der ökotoxikologischen Wirkung von schadstoffbelasteten Sedimenten werden ökotoxikologische Tests durchgeführt. Dabei werden Mikroorganismen aus verschiedenen taxonomischen Gruppen und Trophieebenen entweder im Kontakttest direkt dem Sediment oder - in den meisten Fällen - dem Eluat oder / und Porenwasser der Sedimente ausgesetzt. Im Testansatz wird dann geprüft, ob und inwieweit die Organismen beeinträchtigt werden.

Zur Bewertung der ökotoxikologischen Wirkungen auf die unterschiedlichen Modellorganismen wird die von einer Umweltprobe ausgehende Toxizität dadurch charakterisiert, wievielfach eine Probe im Verhältnis 1:2 verdünnt werden muss, damit sie nicht mehr signifikant toxisch wirkt. Angegeben wird dieses als pT-Wert (pT 0 = unverdünnt bis pT 6 = mindestens sechsmal verdünnt). Werden mehrere Biotestverfahren eingesetzt, wird die Toxizitätsklasse der Umweltprobe durch den höchsten pT-Wert bestimmt. Diese Bewertung kann nur bei den Tests angewandt werden, bei denen mit Verdünnungsreihen gearbeitet wird.

Gemäß des von der BfG entworfenen Monitoringprogramms werden an den zur Verbringung vorgesehenen Sedimenten der limnische und der marine Algentest, der limnische und der marine Leuchtbakterientest und der Daphnientest jeweils am Porenwasser und am Eluat angewendet. Da der limnische und der marine Leuchtbakterientest im Porenwasser identisch sind, ergeben sich damit insgesamt 9 Testverfahren. Zusätzlich wird der Amphipodentest durchgeführt, bei dem die Tiere direkt mit dem Sediment in Kontakt gelangen.

Nach der GÜBAK (2009) werden die Anwendung des marinen Algentests und des marinen Leuchtbakterientests jeweils am Eluat sowie der Amphipodentest empfohlen. Damit sind die Vorgaben aus dem Monitoringprogramm aufgrund der höheren Anzahl an Testverfahren enger gefasst als die der GÜBAK (2009) und eine gesonderte Prüfung der Maßgaben des Einvernehmens nach GÜBAK (2009) entfällt.

Die ökotoxikologischen Wirkungen der Proben aus dem Sommer 2009 sind in Tab A 10 - Tab A 14 dargestellt. Um den im Einvernehmen geforderten Vergleich der Werte der Kampagnen der drei Baggergebiete mit denen aus den Jahren 2005 bis 2007 durchführen zu können, ist in Übereinstimmung mit der BfG im vorliegenden Bericht das im Einvernehmen geforderte arithmetische Mittel angegeben und nicht, wie im Jahresbericht 2009, das geometrische Mittel. Das Ergebnis der Bewertung gemäß Einvernehmen wird dadurch nicht beeinflusst.

Demnach bewegen sich die limnischen Testergebnisse für den Sommer 2009 in der mittleren Einstufung zwischen 1,8 (Norderelbe) und 3,3 (Süderelbe) und damit im gering bis mäßig toxischen Bereich (Tab A 10 - Tab A 12). Die marinen Testverfahren liegen mit Mittelwerten zwischen 1,5 (Norderelbe) und 2,5 (Süderelbe) etwas niedriger. Ein signifikanter Unterschied des Beprobungstermins im Sommer 2009 zu den früheren wird nicht festgestellt (Tab A 13, Tab A 14). Die Toxizitätsklassen V und VI wurden weder mit der limnischen noch mit der marinen Testbatterie ermittelt. Die Bedingungen aus dem Einvernehmen, nach denen das Baggergut nicht signifikant höher belastet sein darf als das zwischen 2005 bis 2007 verbrachte und keine signifikante ökotoxikologische Verschlechterung der Sedimentqualität an der Einbringungsstelle erwarten lassen darf sowie Proben mit pT-Werten von 5 und 6 nicht verbracht werden dürfen, sind hiermit erfüllt.

Mittels Amphipodentest (Hemmung des Schlickkrebsses *Corophium volutator*) wurden sowohl nicht toxische, leicht toxische als auch toxische Werte ermittelt (Tab A 10 - Tab A 13). Toxische Werte im Amphipodentest im Bereich der Delegationsstrecke wurden auch in den vergangenen Jahren häufig gefunden. Sie sind größtenteils allein aufgrund der in den Proben vorhandenen Ammoniumgehalte als plausibel anzusehen, da Ammonium auf *Corophium volutator* toxisch wirkt. Mittels Kernbeprobung gewonnene schlackige Sedimente weisen aufgrund ihres Gehaltes

an organischer Substanz und ihres anaeroben Milieus allerdings natürlicherweise bereits relativ hohe Ammoniumgehalte auf. Hinzu kommt, dass in 2009 methodische Probleme im Labor aufgetreten sind, die höchstwahrscheinlich mit der verwendeten Amphipoden-Population in Beziehung standen (E3-Jahresbericht der HPA, 2009; Abschn. 5.4.2 im vorliegenden Bericht). Aus diesen Gründen ist der Amphipodentest für den Bereich der Delegationsstrecke als nur bedingt aussagekräftig anzusehen.

Im Jahresbericht 2007 wurde berichtet, dass die BfG eine vertiefte Untersuchung zur Ermittlung von für die Biotestreaktion möglicherweise verantwortlichen Schadstoffgruppen in Elbesedimenten durchführt. Dieses Projekt wurde mittlerweile abgeschlossen. Untersucht wurden Sedimente aus dem Hamburger Bereich, aus Dessau und aus Lauenburg. Die Untersuchungen zur räumlichen Auflösung der auftretenden Effekte im Algentest zeigten ein differenziertes und uneinheitliches Bild: Porenwässer und Eluate von Sedimenten, deren Beprobung im Abstand von wenigen Metern erfolgte, zeigten teilweise eine erhebliche Abweichung der Toxizitätsdaten, teilweise auch eine homogene Verteilung der Effekte.

Es wurde neben Ammonium als einer „Wirkkomponente“ mittels Festphasen-Extraktion noch eine zweite mit lipophilen Eigenschaften ermittelt. Experimente zu physiko-chemischen Eigenschaften zeigten eine sehr geringe Flüchtigkeit sowie thermische Stabilität dieser Komponente an. Eine chemische Identifizierung erfolgte nicht. Laut Screening-Analysen kann es sich nicht um einen „klassischen Elbe-Schadstoff“ handeln. Für 2011 ist ein Anschlussprojekt bei der BfG geplant.

Im Jahresbericht 2007 wurde darüber hinaus angekündigt, dass den ermittelten methodisch bedingten Schwankungen vor allem in den Algentesten durch eine noch weitere Spezifizierung der Testverfahren und der Auswertemethodik begegnet werden sollte. Diese wurden durch einen externen Gutachter ausgearbeitet und ab dem Jahr 2009 angewandt. Eine abschließende Bewertung steht noch aus und wird voraussichtlich Ende 2011 vorliegen.

5. Monitoring im Verbringungsbereich

5.1 Peilungen im Bereich der Einbringungsstelle

In den Jahren 2005 bis 2010 wurden insgesamt 10 Peilungen durchgeführt. Hierbei bestand das Hauptziel darin, die Einhaltung der geforderten Wassertiefe von mindestens 25 m zu überprüfen. Für eine Volumenermittlung des auf die Einbringungsstelle verbrachten Materials ist die Messgenauigkeit hingegen nicht ausreichend.

Vor Beginn der Verklappungen war das Gebiet durch eine kontinuierliche Tiefenzunahme von zwei Metern über eine Distanz von 2 km in Ost-West-Richtung charakterisiert, ohne eine weitergehend strukturierte Topographie aufzuweisen. Mit zunehmender Klappmenge bildete sich im Klappzentrum eine Erhöhung, die in 2010 im Maximum knapp unter 4 m lag. Die Hangneigung liegt bei maximal 0,5 % und ist damit sehr flach. Eine verstärkte Erosion und / oder eine Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit bedingt durch die Aufhöhung ist nach Ansicht der BfG nicht zu erwarten. Die Aufhöhung des Meeresbodens lässt sich bis in 450 bis 550 m Entfernung vom Klappzentrum erkennen. Am Außenrand der Einbringungsstelle mit dem Radius von 1-km ist es damit zu keinen messbaren Aufhöhungen gekommen (Abb. 5-1).

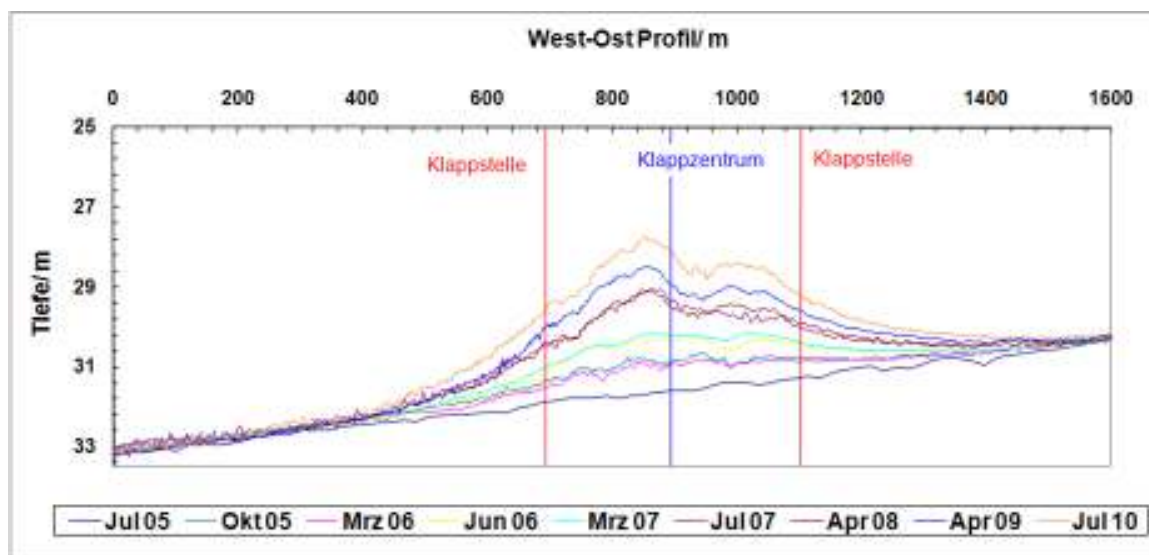


Abb. 5-1 Querprofile (West-Ost) der Peilungen über den Einbringbereich von 2005 bis 2010 (Darstellung stark überhöht)

5.2 Verbleib des zur Tonne E3 verbrachten Sediments

Die Elbesedimente aus der Hamburger Delegationsstrecke wurden - wie auch bereits 2005 bis 2009 - in einem Feld von 400 x 400 m im Zentrum der Einbringungsstelle E 3 (Koordinate 54°03'N und 07°58'E) verklappt. Diese Lagegenauigkeit wird über das von HPA entwickelte Fernübertragungssystem der Leistungs- und Positionsüberwachung für Hopperbagger dokumentiert. Die Umlaufzeit des Baggers (Baggern, Transport, Verklappen, Rückfahrt) betrug im Januar und Februar 2010 im Mittel 14,7 Stunden. Sie lag damit, wie auch in den Vorjahren, außerhalb des Tidezyklus, so dass sich Verklappungen zu unterschiedlichen Tidephasen ergaben.

Die Ausbreitung der durch die Verklappung hervorgerufenen Trübungswolke wurde von der Bundesanstalt für Wasserbau in 2005 mit Hilfe eines numerischen Modells berechnet. Die Berechnungsergebnisse wurden mit verklappungsbegleitenden Messungen zur Ausbreitung der Trübungswolken sowie Schwebstoffmessungen in Wasserproben abgeglichen. Die Modellergebnisse ließen sich mit den Naturmessungen nachvollziehen, die mit ADCP-Geräten vorgenommen wurden und über die im Jahresbericht 2005 informiert wurde. Da nach Einschätzung der BfG mit keiner wesentlichen Änderung der festgestellten Schwebstoffdynamik zu rechnen ist, besteht vorerst keine Notwendigkeit einer Fortführung dieser Untersuchungen.

Die – theoretische – Simulation zeigt eine weiträumige Ausdehnung von Schwebstoffgehalten kleiner als 0,01 mg/l. Derartig geringe Konzentrationen lassen sich nur auf Grundlage eines mathematischen Modells darstellen und sind messtechnisch nicht mehr zu erfassen. Sie sind auch vor dem Hintergrund der natürlichen Schwebstoffgehalte im Wasserkörper der Deutschen Bucht zu bewerten, die von wenigen mg/l bis zu deutlich über 30 mg/l im küstennahen Bereich und der Elbemündung betragen können. Eine Beeinträchtigung sowohl von näher gelegenen Gebieten, wie z.B. Helgoland, als auch von den weiter entfernten Wattflächen kann ausgeschlossen werden. Die in Abschn. 5.4.1 erwähnte Verdriftung von feinkörnigen Anteilen des Baggerguts hat somit keine messbaren Auswirkungen auf die Meeresumwelt.

5.3 Wasserphase

Bereits in 2009 waren Untersuchungen im Wasserkörper während einer Verklappungskampagne vorgesehen, um den maßnahmebedingten Eintrag von Nährstoffen in die Wasserphase zu erfassen und deren mögliche Auswirkungen auf die Algenpopulation zu dokumentieren. Hierzu sind verlässliche Aussagen jedoch nur in der warmen Jahreszeit möglich. Da weder in 2009 noch in 2010 Verklappungen in dem anvisierten Zeitfenster zwischen Juni und September stattgefunden haben, wurde das in diesem Zeitraum vorgesehene Messprogramm auch noch nicht durchgeführt.

5.4 Beprobung der Sedimente

Um die Auswirkungen auf die Sedimente im Verbringungsgebiet zu erfassen, wurde von der BfG zu Beginn des Monitorings im Jahr 2005 ein Probenahmeraster entworfen (Abb. 5-2). Das gesamte Untersuchungsgebiet wurde in die Einbringstelle (1-km Radius), zwei umhüllende Ringe in zwei und drei Kilometer Abstand zum Zentrum der Einbringstelle, vier Strahlen nach Südost, Südwest, Nordwest und Nordost, die bis in zwölf Kilometer Entfernung reichen, sowie ein nördlich gelegenes, von den Verbringungen unbeeinflusstes Referenzgebiet, unterteilt. Im April 2008 wurden in Abstimmung mit der BfG im 1-km-Ring zusätzliche acht Proben für chemische Untersuchungen entnommen, um die räumliche Ausdehnung der mit Baggergut beaufschlagten Fläche besser einschätzen zu können. Die Lage dieser Sonderstationen wurde bei der Beprobung im August 2008 noch einmal verändert, da die im April ausgewählten Stationen noch zu dicht am Zentrum des 1-km-Ringes lagen. Zudem wurden die Beprobungsstationen im August 2008 um einen Ring aus 20 Probenpunkten in 1,5 km Entfernung vom Klappzentrum erweitert (Abb. 5-2).

Die erste Probennahme erfolgte vor Beginn der Arbeiten Ende Juli 2005 und stellt die Nullbeprobung dar. Ab der zweiten Beprobung, die im Oktober 2005 im Anschluss an die erste Verbringungskampagne stattfand, wurden zusätzlich zehn Proben im 400*400 m Feld im Zentrum der Einbringstelle genommen (Abb. 5-2). Dieses Gebiet wird im Folgenden als „Klappzentrum“ bezeichnet. Für die Positionen im Klappzentrum sowie für die ab 2008 neu hinzugekommenen Positionen innerhalb der Einbringstelle und im 1,5-km Ring liegt somit keine Nullbeprobung vor.

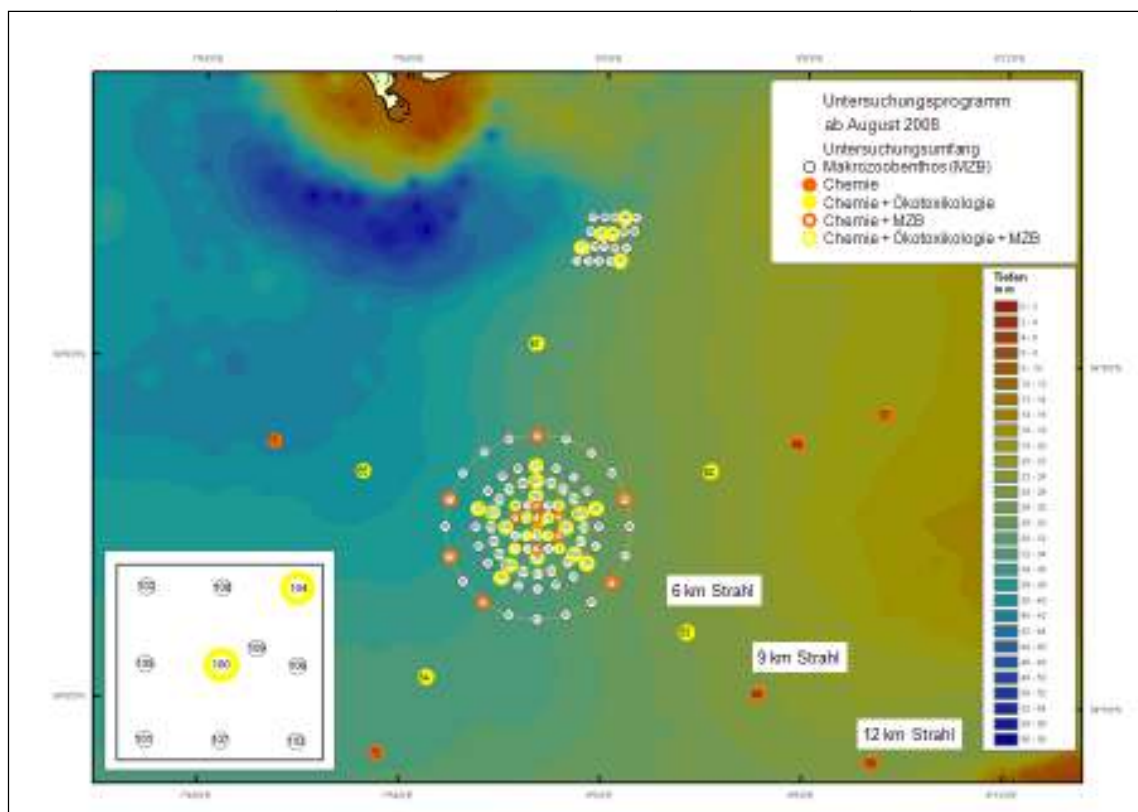


Abb. 5-2 Lageplan der Einbringstelle, des Außengebietes und des Referenzgebietes (Karte der BfG, verändert, Maßstab 1:125000)

Im April und im August 2010 wurden in einem abgestuften Untersuchungsprogramm an 114 Proben Benthosuntersuchungen, an 125 Proben Korngrößenanalysen, an 52 Proben chemische und an 34 Proben ökotoxikologische Untersuchungen durchgeführt (Tabelle Tabelle 5-1). Im November 2010 wurden zusätzlich 14 Stationen aus dem 1-km Kreis für ökotoxikologische Untersuchungen beprobt (Abschn. 5.4.2). Die Sedimentproben wurden mit einem Van-Veen-Greifer mit Klappen entnommen und auf einen Parameterumfang gemäß den Anforderungen der HABAK-WSV (1999) resp. der GÜBAK (2009) untersucht. Die Daten dieser Erhebungen werden sowohl im räumlichen als auch im zeitlichen Vergleich ausgewertet.

Tabelle 5-1 Anzahl der pro Termin (April 2010 und August 2010) beprobten Stationen

Ort	Bereich	Textur	Schadstoffe	Bioteste	Benthos
Klappzentrum	400x400 m	10	2	2	10
Einbringstelle	1-km	24	18	12	24
Nahfeld	1,5-km	20	5	5	20
	2-km	20	5	5	20
	3-km	20	6		20
Fernfeld	6-km	5	5	5	
	9-/12-km	6	6		
Referenz		20	5	5	20
Summe		125	52	34	114

5.4.1 Körnung und Schadstoffbelastung der Sedimente

Eine Änderung des anstehenden Sohlmaterials wird nur direkt auf der Einbringstelle registriert. Wie auch schon in den vergangenen Jahren festgestellt, ist der Sandanteil in diesem Bereich im Vergleich zur Nullbeprobung deutlich erhöht, während der Feinkornanteil abgenommen hat. Dieser Effekt ist auf die Kornsortierung zurückzuführen, die aufgrund der unterschiedlichen Sinkgeschwindigkeiten der verschiedenen Bestandteile des eingebrachten Materials auftritt. Berechnungen der BfG haben gezeigt, dass etwa 50 bis 65 % des Feinkornanteils < 20 µm des Baggergutes bei der Verbringung aus diesem Bereich verdriften (s. a. Kap. 5.2). Eine Änderung der Sedimentzusammensetzung außerhalb der Einbringstelle aufgrund der Verdriftung eines Teils der Feinkornfraktion aus dem verklappten Baggergut konnte hingegen nicht beobachtet werden. Für eine detailliertere Auswertung der Kornzusammensetzung in den einzelnen Bereichen sei auf den Jahresbericht der BfG für das Jahr 2010 verwiesen, der im zweiten Halbjahr 2011 vorliegen wird.

Neben den von der HABAK-WSV (1999) resp. der GÜBAK (2009) geforderten chemischen Parametern wurden in 2010 wie auch in den vorangegangenen Jahren die für die Elbe relevanten Dioxine und Furane an ausgewählten Proben auf der Einbringstelle, im 12-km-Strahl und im Referenzgebiet untersucht. Die Bestimmung der Schwermetall-Gesamtgehalte erfolgte - ebenfalls in Ergänzung zur HABAK-WSV (1999) und zur GÜBAK (2009) - an allen Proben.

Bei dem Vergleich von chemischen Analyseergebnissen ist zu berücksichtigen, dass die Gehalte vieler Parameter von der Zusammensetzung der Sedimente, insbesondere ihrem Feinkornanteil und ihrem Gehalt an organischen Bestandteilen, abhängt. Um Gehalte von Sedimenten unterschiedlicher Zusammensetzung miteinander vergleichen zu können, werden die Schwermetalle nach den Regeln der HABAK-WSV (1999) in der Fraktion < 20 µm gemessen. Die organischen Verbindungen werden aus methodischen Gründen in der Gesamtfraktion ermittelt und anschließend auf die Fraktion < 20 µm umgerechnet. Die GÜBAK (2009) sieht ebenfalls eine Messung der Schwermetalle in der Fraktion < 20 µm und eine Normierung der organischen Schadstoffe auf die Fraktion < 63 µm vor.

Neben dem Korngrößeneffekt erschweren die natürliche räumliche und zeitliche Varianz sowie unvermeidliche methodisch bedingte Unsicherheiten von Messwerten den direkten Vergleich der Gehalte chemischer Stoffe in der Umwelt. Die Messunsicherheit wurde aus Doppelbestimmungen der Kampagnen 2005 bis 2008 errechnet (E3- Jahresbericht der HPA, 2008 sowie Tab A 19). Sie stellt in der vorliegenden Auswertung den Bereich dar, in dem der tatsächliche Wert mit einer 95%igen Wahrscheinlichkeit liegt. Auf eine Neuberechnung der Messunsicherheit unter Einbeziehung der Daten aus 2009 und / oder 2010 wurde verzichtet, da dadurch kein weiterer Erkenntnisgewinn erwartet wird. Die Messunsicherheit der Körnungsanalyse, die bei der Verwendung von normierten Werten von Bedeutung ist, bleibt bei diesem Berechnungsverfahren unberücksichtigt.

Durch einen Vergleich der Untersuchungsergebnisse der beiden Probennahmekampagnen in 2010 mit den Daten aus 2005 wird dann in einem ersten Schritt anhand von Graphiken abgeschätzt, ob es an einzelnen Punkten Veränderungen gegenüber dem Ausgangszustand gegeben hat. Ein Unterschied der Parameterkonzentration erscheint wahrscheinlich, wenn sich die Messunsicherheiten der Messwerte nicht überlappen. Hierdurch können naturgemäß nur Stationen verglichen werden, die in 2005 bereits Teil des Untersuchungsprogramms waren. In der vorliegenden Auswertung werden hierbei die organischen Parameter sowohl auf die Fraktion < 20 µm als auch auf die Fraktion < 63 µm normiert betrachtet.

In einem zweiten Schritt werden die Beprobungsstationen statistisch verglichen. Die Gebiete beider Beprobungstermine in 2010 werden einer zweifaktoriellen Varianzanalyse unterzogen (Faktoren Gebiet und Termin). Hierbei können auch die im August 2008 erstmals aufgenomme-

nen Stationen auf dem Rand des 1-km-Ringes und im 1,5-km-Ring bewertet werden, obwohl für sie keine Nullbeprobung aus dem Jahr 2005 vorliegt.

Um eine für die Durchführung der Statistik notwendige annähernd gleichmäßige Stichprobengröße zu erhalten, wurde die Einbringstelle in drei Bereiche (1-km-Mitte, 1-km-Außen, 1-km-Rand) unterteilt (Abb. 5-4). Diese Unterteilung dient nur der Durchführung der Varianzanalyse und hat ansonsten keine Bedeutung. Die übrigen Gebiete im statistischen Vergleich entsprechen den regulären Gebieten des Monitoringprogramms (1,5-km, 2-km, 3-km, 6-km, 9/12-Strahl, Referenz). In den Tabellen Tab A 15 bis Tab A 18 sind die Messergebnisse aller Parameter für die Einbringstelle E3 und deren Umgebung einschließlich des Referenzgebietes jeweils für die April- und die Augustbeprobung 2010 angegeben.

Eine detailliertere Auswertung der Schadstoffbelastung im Sediment wird von der BfG im Rahmen ihres Jahresberichts 2010 vorgenommen, der in der zweiten Hälfte 2011 vorgelegt wird.

Die in 2010 vorgefundene Schadstoffbelastung im Bereich des Einbringgebietes (Radius 1 km) und der direkten Schüttstelle (400*400 m) zeigt gegenüber den Ergebnissen aus den vorangegangenen Jahren keine wesentliche Veränderung. In Abb. 5-3 sind exemplarisch die im Einbringgebiet gemessenen Quecksilberkonzentrationen in den Sedimenten vor Beginn der Verbringungen (Juli 2005) denen des Jahres 2010 gegenübergestellt. Die Proben wurden in der Grafik entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Gebieten gruppiert. An fast allen Probennahmepunkten der Einbringstelle ist ein Anstieg im Vergleich zur Nullbeprobung in 2005 festzustellen.

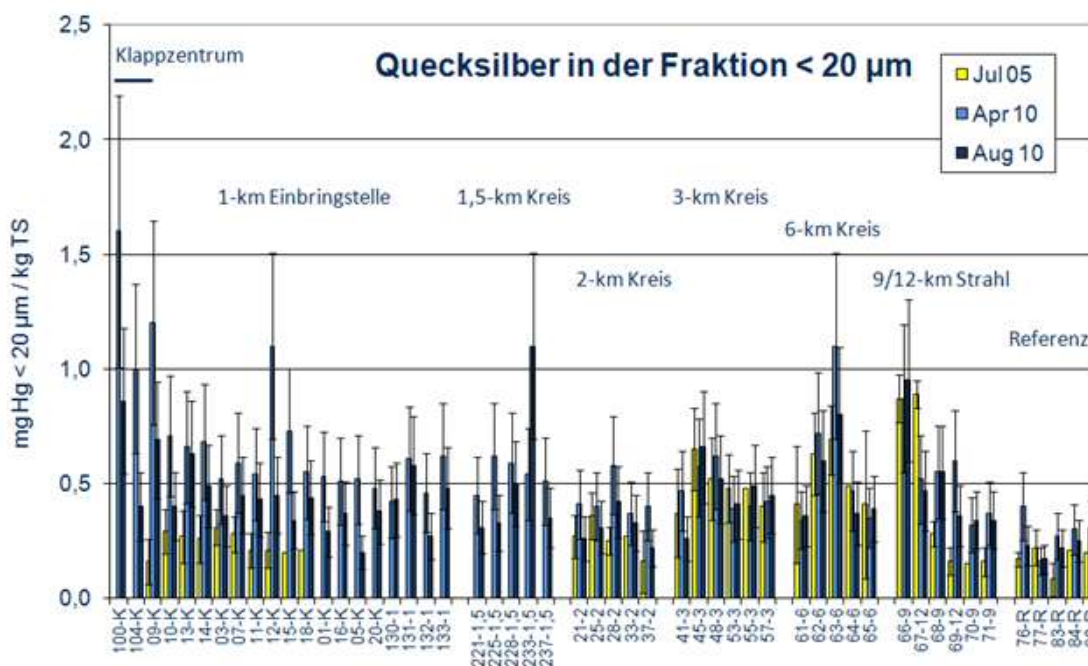


Abb. 5-3 Quecksilbergehalte in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ vom Juli 2005 (gelbe Säulen) und 2010 (blaue Säulen). Die Fehlerbalken repräsentieren die Messunsicherheiten (s. Text). Die zwei Säulen am linken Rand stellen Proben aus dem Klappzentrum dar (100-K, 104-K)

Tabelle 5-2 Veränderung von Schadstoffgehalten im Bereich der Einbringstelle (Vergleich der Beprobungen 2010 mit der Nullbeprobung 2005)

<p>a) Gestiegene Gehalte</p> <ul style="list-style-type: none"> – Cadmium in Fraktion <20 µm* – Zink in Fraktion <20 µm * – Quecksilber in Fraktion <20 µm * – zinnorganische Verbindungen* – Arsen in Fraktion <20 µm* (s. Text) – Kupfer in Fraktion < 20 µm* (s. Text) <p>Normiert auf Fraktion < 20 und <63 µm:</p> <ul style="list-style-type: none"> – PCB Summe 7* – PAK Summe 6/ 16* – HCB* – PeCB* – HCH-Isomere* – DDT und Metabolite* 	<p>b) Kein Anstieg</p> <ul style="list-style-type: none"> – Nickel in Fraktion <20 µm – Chrom in Fraktion <20 µm – Blei in Fraktion <20 µm – Dioxine/Furane – Kohlenwasserstoffe – Gesamtgehalte Arsen, Blei, Cadmium, Nickel, Chrom, Kupfer, Quecksilber, Zink
---	---

* Bereich 1-km-Mitte signifikant höher als andere Teilgebiete (s. Text)

Aus der Grafik wird auch deutlich, dass bereits vor Beginn der Verklappungen einzelne im Abstrom der Elbe gelegene Beprobungspunkte des 9- und des 12-km Strahls (Positionen 66 und 67) höhere Quecksilberkonzentrationen aufwiesen als andere Proben in diesem Gebiet. Hierbei handelt es sich um Punkte aus der Richtung zur Elbemündung, die anzeigen, dass es einen Einfluss der Elbeschwebstoffe bis in dieses Gebiet hinein gibt. Auch für weitere elbe-typische Schadstoffe (u.a. Cadmium < 20 µm, DDT und Metabolite, PCB Summe 7) werden hier höhere Werte festgestellt.

Für die in der Feinfraktion < 20 µm ermittelten Gehalte an Quecksilber, Cadmium und Zink wird eine signifikante Erhöhung im Bereich 1-km-Mitte im Vergleich zu den übrigen Gebieten festgestellt (

Tabelle 5-2). Arsen und Kupfer weisen nur auf beiden Punkten des direkten Klappzentrums (Station 100 und 104) einen deutlichen Anstieg der Gehalte in der Feinfraktion auf, der aber bereits zur Ausweisung einer signifikanten Erhöhung des Bereichs „Mitte“ führt (

Tabelle 5-2). Bei beiden Stationen und Beprobungsterminen liegt der Gehalt an Feinfraktion < 20 µm mit Werten zwischen 4 und 6 % sehr niedrig, während sich die Maximalwerte an Arsen und Kupfer in der Feinfraktion über den entsprechenden Maximalwerten aller seit 2005 zur Tonne E3 verbrachten Sedimente bewegen. Hohe Schwermetallgehalte bei gleichzeitig sehr geringen Anteilen an Feinfraktion wurden bereits zu früheren Beprobungen festgestellt (Jahresbericht 2009, 2008). Der Grund hierfür könnte vorwiegend methodisch bedingt sein¹.

¹ Möglicherweise kommt es bei einem sehr geringen Gehalt an Feinfraktion in sandigen Proben bei Gewinnung der Feinfraktion im Labor zu einer relativen Anreicherung der Feinstanteile (< 2 µm), die aufgrund ihres höheren Tonanteils in der Regel auch höhere Schwermetallgehalte aufweisen.

Die Gesamtgehalte an Schwermetallen sind aufgrund des hohen Sandanteils im Klappzentrum erwartungsgemäß mit die niedrigsten aller untersuchten Stationen. In Proben mit einem Sandanteil > 90 % und geringen TOC-Gehalten, wie sie in der Mitte des Klappzentrums vorgefunden werden, könnte nach den Vorgaben der GÜBAK (2009) auf eine Schadstoffanalyse verzichtet werden.

Für den Rand des 1-km-Kreises konnte keine signifikante Erhöhung der Schwermetallgehalte nachgewiesen werden. Ein Anstieg der Belastung an einzelnen Punkten des Randbereichs kann nach diesem Befund zwar nicht ausgeschlossen, aufgrund fehlender Vergleichswerte in 2005 aber auch nicht eindeutig belegt werden. Für die Schwermetalle Blei, Chrom und Nickel wird, wie auch in den vorangegangenen Jahren, keine baggergutbedingte Anreicherung im 1-km-Kreis ermittelt.

Die Konzentrationserhöhung der Mehrzahl der organischen Schadstoffe auf der Einbringstelle entspricht der der vorangegangenen Jahre. Die Parameter PAK Summe 6 und Summe 16, PCB Summe 7, HCH-Isomere sowie DDT, HCB und Metabolite weisen sowohl normiert auf die Fraktion < 20 µm als auch auf die Fraktion < 63 µm im 1-km-Kreis signifikant erhöhte Werte im Vergleich zur Nullbeprobung auf (

Tabelle 5-2, Abb. 5-4). Im Randbereich des 1-km-Kreises, für den keine Vergleichsdaten aus 2005 vorliegen, wird mittels Varianzanalyse keine signifikant erhöhte Konzentration dieser Parameter festgestellt, kann aber aufgrund der fehlenden Vergleichsdaten letztlich auch nicht ausgeschlossen werden (Abb. 5-4).

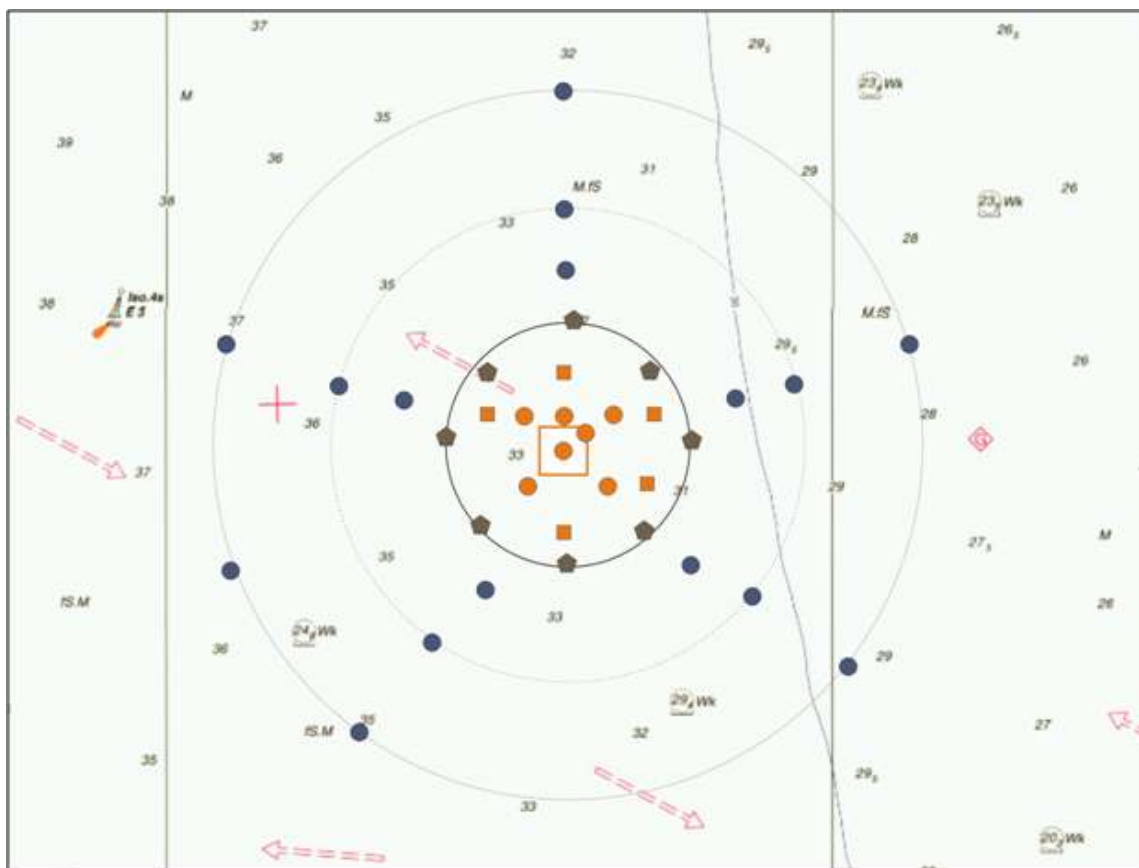


Abb. 5-4 Probenstellen mit / ohne Änderung der Schadstoffbelastung

Ausschnitt der Seekarte mit Einbringstelle bis 3-km-Ring bei Tonne E3. Kreis: 1-km-Mitte, Quadrat: 1-km-Außen, Sechseck 1-km-Rand. Punkte mit im Vergleich zu 2005 erhöhten Schadstoffgehalten sind orange, Punkte mit nicht erhöhter Schadstoffbelastung sind blau eingefärbt. Braune Punkte bedeuten vermuteten Anstieg der Belastung

Im April 2010 wurden an zwei Stationen innerhalb der Einbringstelle hohe TBT-Konzentrationen von 400 und 200 µg/kg TS ermittelt. Eine Nachbestimmung beider Proben ergab Werte unterhalb von 15 µg/kg TS. Dies zeigt, dass es sich bei den hohen Werten vermutlich um TBT in partikulärer Form gehandelt hat, welches nicht gleichmäßig verteilt vorliegt. Die Konzentration an TBT und Metaboliten der übrigen Stationen auf der Einbringstelle im April und August 2010 entspricht der der vorangegangenen Jahre (Tab A 15, Tab A 17). Eine Konzentrationserhöhung außerhalb des 1-km-Kreises wird ebenfalls nicht festgestellt.

Dioxine und Furane wurden zwischen 2005 und August 2010 an jeweils drei Stationen an der Einbringstelle und an drei Stationen im Referenzgebiet sowie an einer Station im 12-km-Strahl ermittelt. Die Werte in allen drei Gebieten liegen in 2010 zwischen 0,5 und 5,5 ng I-TEq (NATO/CCMS). Unterschiede zwischen den Gebieten sind nicht festzustellen. Die in der Vergangenheit ermittelten Höchstwerte im 12-km-Strahl von 12 und 16 ng I-TEq (NATO/CCMS) sind seit 2008 nicht mehr aufgetreten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die chemischen Untersuchungen der Sedimentproben des Jahres 2010 keine wesentlichen Veränderungen im Vergleich zum vorangegangenen Jahr aufzeigen. Auf der Schüttstelle findet sich vorwiegend sandiges Material wieder. Das ist darin begründet, dass während des Entleerungsprozesses des Hopperbaggers sandiges Material im Vergleich zu feinkörnigem schneller zu Boden sinkt. In den umliegenden Bereichen befinden sich schlackigere Ablagerungen.

Wie in den Vorjahren sind an mehreren Probenahmepunkten innerhalb der Einbringstelle (1-km-Kreis) verglichen mit der Nullbeprobung aus 2005 erhöhte Schwermetallbelastungen in der Feinfraktion festzustellen. Dies betrifft vor allem die Konzentration an Quecksilber, Cadmium und Zink. Chrom, Nickel und Blei weisen keine Erhöhung auf. Arsen und Kupfer zeigen nur direkt auf dem Klappzentrum höhere Werte.

Auch für die Mehrzahl der organischen Schadstoffe (PAK, PCB, α -HCH, HCB, DDT und Metabolite sowie zinnorganische Verbindungen) wird innerhalb der Einbringstelle (1-km-Kreis) eine mit den Vorjahren vergleichbare Konzentrationserhöhung in Relation zur Nullbeprobung in 2005 festgestellt.

Damit bestätigt sich das bereits in früheren Kampagnen zu erkennende Bild. Im Zentrum des Verbringungsgebietes, in dem die Sedimente tatsächlich verklappt werden, hat sich auf dem Meeresgrund eine flache Aufhöhung aus Elbesedimenten ausgebildet. Das Material verteilt sich auf der Einbringstelle innerhalb des 1-km-Kreises, so dass in diesem Bereich erhöhte Gehalte an einigen Schwermetallen und organischen Stoffen festgestellt werden.

Für eine detailliertere Auswertung der Schadstoffbelastung in den einzelnen Bereichen sei auf den Jahresbericht der BfG für 2010 verwiesen, der im zweiten Halbjahr 2011 vorgelegt wird.

5.4.2 Ökotoxikologische Belastung

An ausgewählten Sedimenten wurden ökotoxikologische Untersuchungen mit der marinen Biotestpalette (mariner Algentest Porenwasser und Eluat, mariner Leuchtbakterientest Porenwasser und Eluat, Corophiumtest) durchgeführt. Die Testergebnisse von Algen- und Leuchtbakterientest führen zur Einstufung in eine pT-Klasse, wobei der schlechteste der vier Testverfahren die Einstufung bestimmt.

Algen- und Leuchtbakterientests

Bei der Nulluntersuchung im Sommer 2005 wurde weder mit dem Algen- noch mit dem Leuchtbakterientest eine ökotoxikologische Wirkung der Sedimente aus der Nordsee festgestellt. Damit fielen alle Proben in die Toxizitätsklasse Null (Toxizität nicht nachweisbar). In den Folgebeprobungen zwischen Herbst 2005 und Frühjahr 2009 wurde mehrheitlich ebenfalls die Toxizitätsklasse Null ermittelt, vereinzelt auch Toxizitätsklasse I. Diese (sehr geringen) Toxizitäten traten in allen Gebieten auf. Aufgrund der räumlichen Verteilung und der schwachen Ausprägung sind sie nicht auf das Verbringen von Elbsedimenten zurückzuführen, sondern höchstwahrscheinlich auf natürliche oder analytisch bedingte Schwankungen.

An vier Probenahmestellen im August 2009 waren die Biotestproben nicht auswertbar, da eine hohe Anzahl an Schwertmuschellarven im Sediment zu einer großen Menge abgestorbener Organismen in den Probenansätzen führte, die Störungen im Testansatz verursacht haben. Aufgrund der geringen Größe der Tiere ließen sich diese nicht vor der Analyse entfernen. Die übrigen Proben zeigten erneut Toxizitätsklasse Null, vereinzelt auch Toxizitätsklasse I (siehe E3-Jahresbericht HPA, 2009). Eine ökotoxikologische Verschlechterung durch die Verbringung war damit nicht festzustellen.

Im April 2010 wurden erstmalig z.T. erhöhte Testbefunde bei den Porenwasseruntersuchungen mit dem Leuchtbakterien- und dem Algentest festgestellt (Abb. 5-5 und Tab A 20). Drei Sedimentproben waren der Toxizitätsklasse IV, drei der Toxizitätsklasse II und eine der Toxizitätsklasse III zuzuordnen. Eine Verbringung von Elbsedimenten war aufgrund der geringen Sedimentation im Hamburger Bereich zwar nicht geplant (Abschn. 3), wäre aber auch aufgrund dieser Ergebnisse zunächst nicht möglich gewesen. Zuvor mussten weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um zu ermitteln, ob es sich um maßnahme- oder analytisch bedingte Effekte handelte.

Wiederholungsuntersuchungen an vier der auffälligen sieben Proben ergaben deutlich geringere Werte (Abb. 5-5). Bei drei weiteren Proben war eine Wiederholungsuntersuchung nicht möglich, da kein weiteres Porenwasser gewonnen werden konnte. Nur bei diesen Proben wurde vom Labor angemerkt, dass die Porenwässer „sehr trüb“ waren und einen „fauligen Geruch“ aufwiesen. Eine Störung der Biotestsysteme durch Benthos-Organismen, wie sie auch in 2009 festgestellt wurde, ist bei diesen Proben daher nicht auszuschließen.

Im August 2010 wurden, um etwaige Probleme durch in den Sedimentproben vorhandene Organismen zu minimieren, Organismen nicht nur per Hand aus dem Sediment entfernt, sondern grob abgeseibt, indem das Probenmaterial durch ein 2 cm-Rost geschlagen wurde.

Wie bereits im Frühjahr 2010 wurden auch im Sommer 2010 höhere Wirkungen in den Porenwasseruntersuchungen auf der Einbringstelle festgestellt (Abb. 5-6 und Tab A 21). Zwei Proben wiesen die Toxizitätsklasse II auf, wobei eine Einstufung auf den Algentest und eine auf den Leuchtbakterientest jeweils am Porenwasser zurückzuführen war. Bei beiden Proben wurden vom Labor bei Probeneingang auffällig viele Muscheln und andere Organismen festgestellt. Eine dritte Probe wurde in einer verdeckten Doppelbestimmung zweifach untersucht.

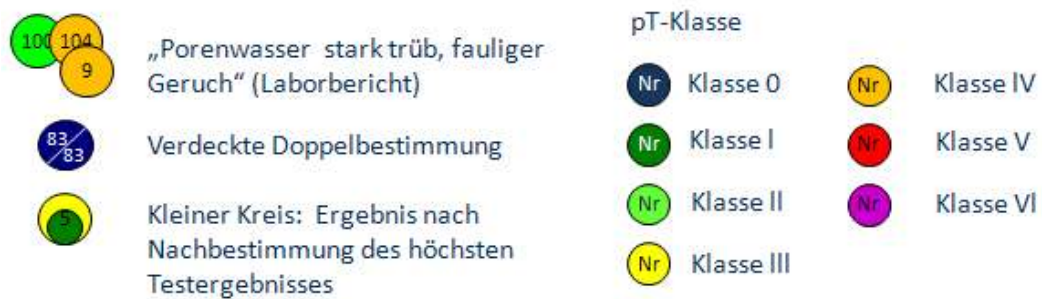
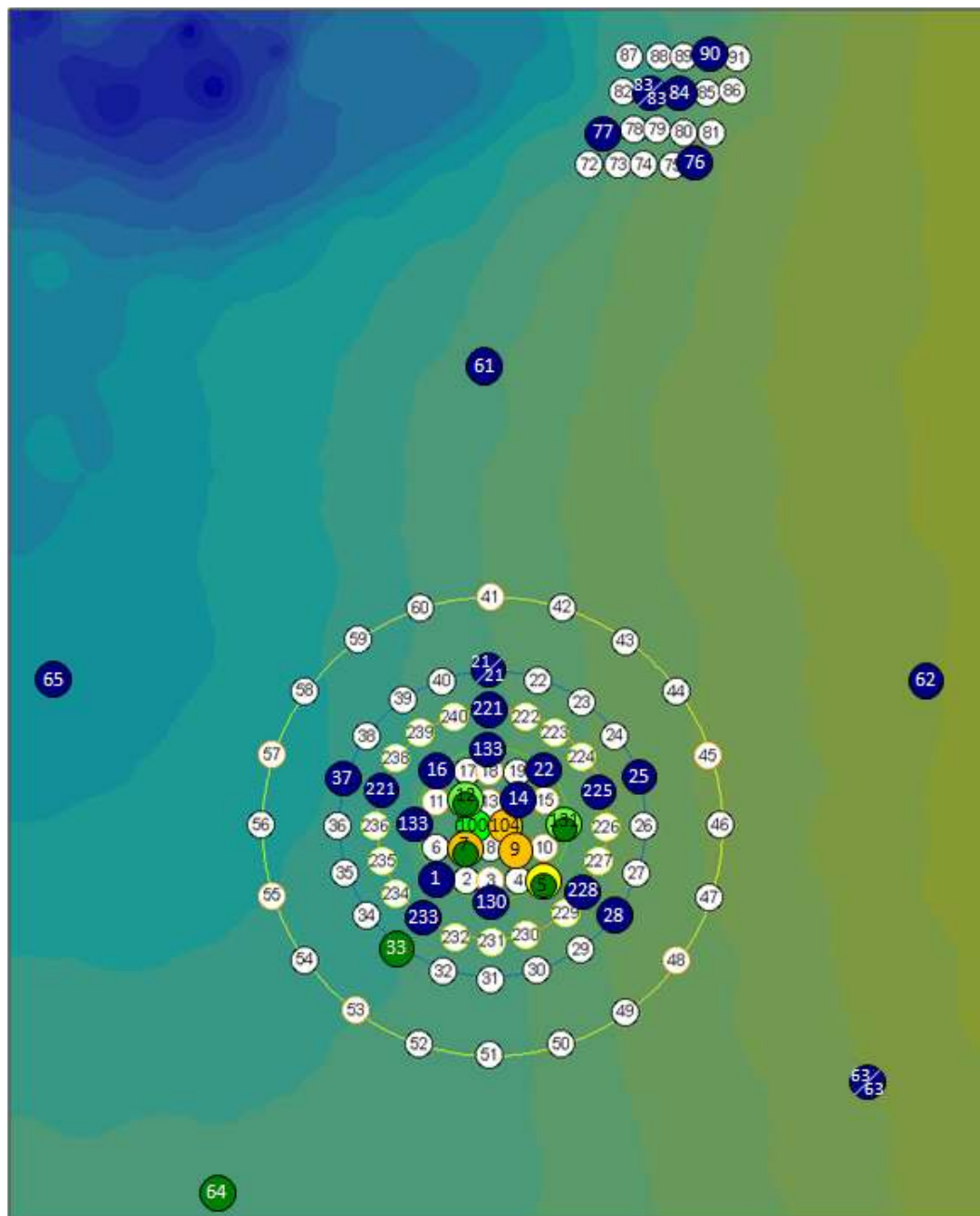
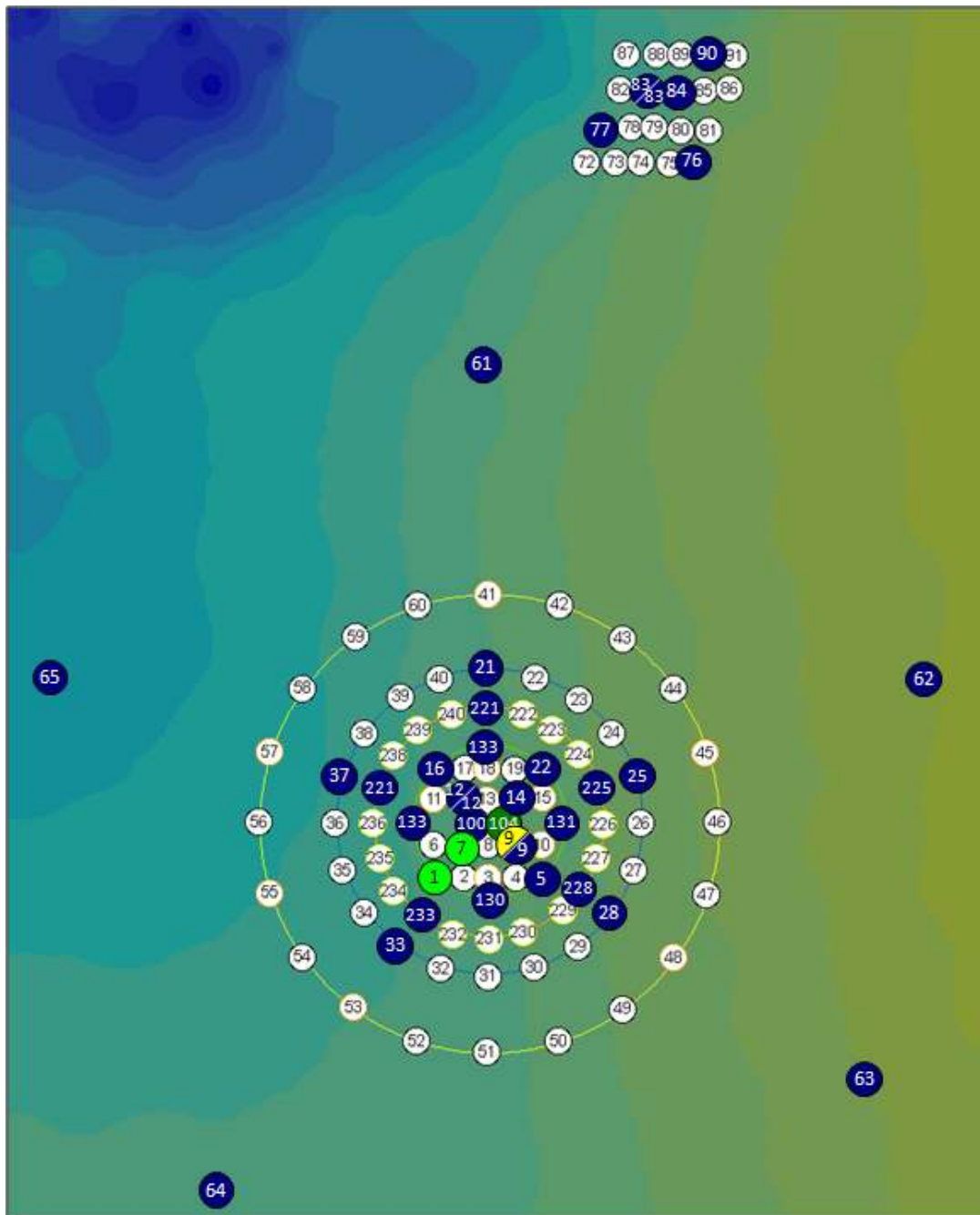


Abb. 5-5 Verteilungsmuster der ökotoxikologischen Befunde im Verbringungsgebiet bei E3 im April 2010 (Verdacht auf Störung durch benthische Organismen, nähere Erläuterung siehe Text)



 Verdeckte Doppelbestimmung

pT-Klasse








- | | |
|--|---|
|  Klasse 0 |  Klasse IV |
|  Klasse I |  Klasse V |
|  Klasse II |  Klasse VI |
|  Klasse III | |

Abb. 5-6 Verteilungsmuster der ökotoxikologischen Befunde im Verbringungsgebiet bei E3 im August 2010 (Verdacht auf Störung durch benthische Organismen, nähere Erläuterung siehe Text)

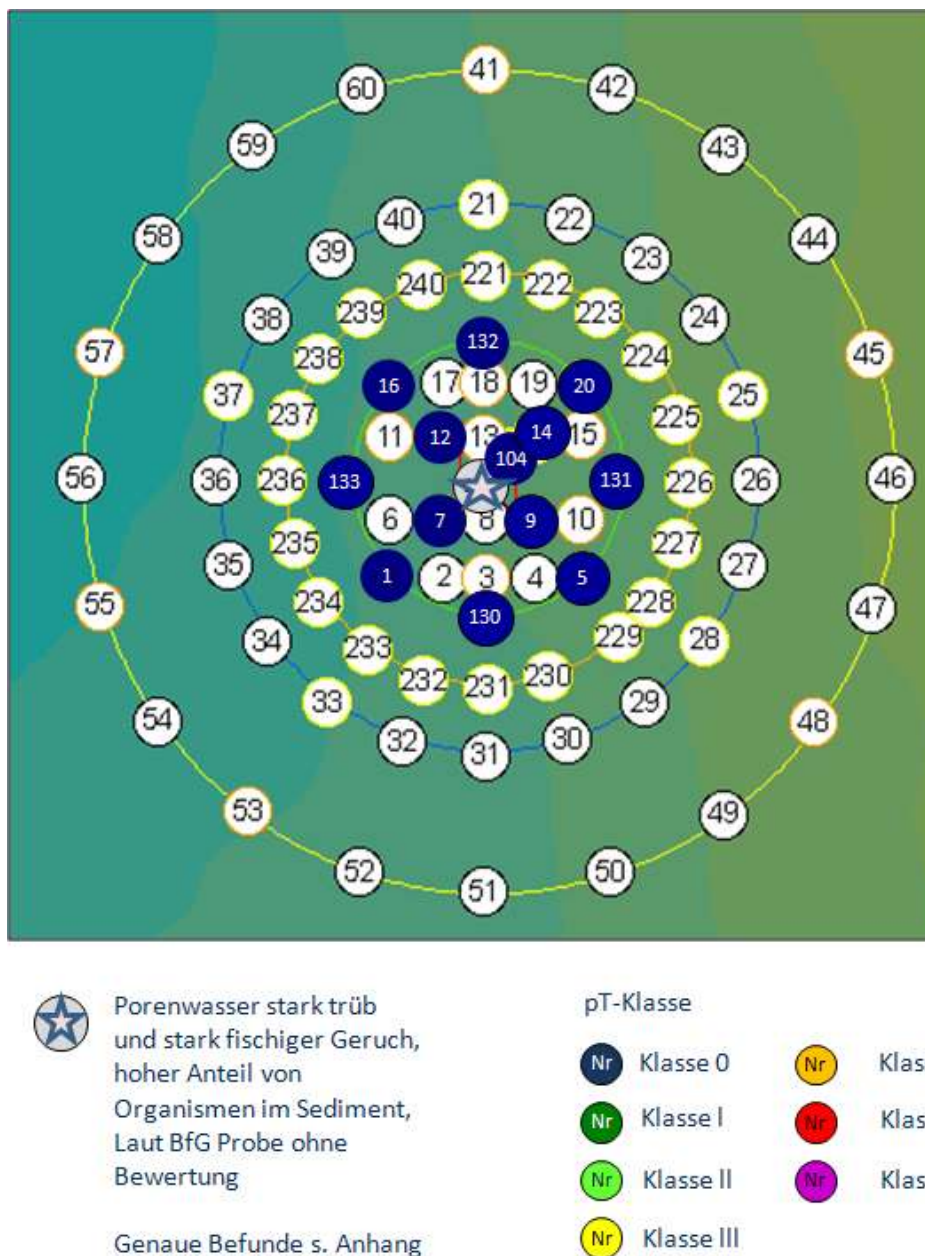


Abb. 5-7 Verteilungsmuster der ökotoxikologischen Befunde im Verbringungsgebiet bei E 3. Ergebnisse der Sonderbeprobung November 2010 (Erläuterung siehe Text)

Sie wies die Toxizitätsklassen III und Null auf. Die übrigen 10 Proben auf der Einbringstelle sowie alle Proben aus dem Umfeld waren jeweils der Toxizitätsklasse Null zuzuordnen.

Zur Ergebnisüberprüfung der festgestellten ökotoxikologischen Befunde wurde in Absprache mit der E3-Monitoringarbeitsgruppe im November 2010 eine kurzfristige Nachuntersuchung des Verbringbereichs durchgeführt. Dabei sollte zum einen die Persistenz der Effekte überprüft werden. Zum anderen sollte durch eine sehr sorgfältige Aufnahme der Organismen im Sediment abgeklärt werden, ob der starke Besatz mit Organismen als Ursache der erhöhten ökotoxikologischen Befunde in Frage kommt. Zudem wurde die BfG zur Abklärung der Befunde mit einer Stellungnahme beauftragt.

Die Ergebnisse finden sich in Abb. 5-7 und im Anhang in Tab A 22. Von den 14 Proben für ökotoxikologische Untersuchungen sind 13 der Toxizitätsklasse Null zuzuordnen und damit nicht toxisch. Lediglich die Probe der Station 100 wies erhöhte Werte im Porenwasser sowohl im Algen- als auch im Leuchtbakterientest auf (Tab A 22). Das Porenwasser dieser Probe wurde vom Labor als einziges dieser Serie erneut als „stark trüb“ und „fischig riechend“ bezeichnet. Die Menge an Tieren im Sediment, die zum Tag der Aufbereitung in verwestem Zustand aus den Proben gesammelt wurde, war deutlich höher als bei den anderen Proben. Nach Ansicht der BfG ist diese Probe damit als „nicht bewertbar“ anzusehen. Damit ist für den November 2010 nicht von einer ökotoxikologischen Belastung auszugehen.

Es stellt sich die Frage, was als Ursache der z. T. erhöhten Toxizitäten angesehen werden kann und ob diese eine nachhaltige Belastung darstellen.

Die ökotoxikologischen Wirkungen der gebaggerten Sedimente waren mit denen der Vorjahre vergleichbar, so dass sich die Wirkungen auf der Verbringungsstelle nicht mit gestiegenen Ökotoxizitäten des Baggerguts erklären ließen (Abschn. 5.4.2).

Eine Ursache kann die erhöhte Zahl von Organismen auf der Einbringungsstelle sein. Organismen können sich störend auf die ökotoxikologischen Sedimentuntersuchungen auswirken, wenn sie in einem zu hohen Anteil in den Sedimentproben enthalten sind. In den entnommenen und luftdicht verschlossenen Sedimentproben können die unbeabsichtigt entnommenen Organismen nicht lange überleben – sie sterben ab und zersetzen sich anschließend, was zu den festgestellten ökotoxikologischen Befunden geführt haben kann.

Nach Auswertung aller vorliegenden ökotoxikologischen Untersuchungen kommt die BfG in ihrer Stellungnahme zu dem Schluss, dass

- die vorliegenden Untersuchungsergebnisse keine nachhaltige ökotoxikologische Belastung des Verbringungsereichs erwarten lassen und
- es gegen eine Fortführung der Verbringungsmaßnahme aus ökotoxikologischer Sicht keine begründeten Bedenken gibt.

Es konnte allerdings noch nicht abschließend geklärt werden, ob die festgestellten toxikologischen Wirkungen allenfalls temporär auftreten und sich durch Einstellung der Verbringungen schnell zurückbilden oder aber durch organismische Störungen bedingt sind und die fehlenden Befunde im November 2010 mit einer höheren Aufmerksamkeit bei der Probenaufbereitung zusammenhängen. Daher wurde das künftige ökotoxikologische Monitoring angepasst und entsprechend erweitert.

Amphipodentest

Mittels Amphipodentest wurden 2009 zwar zu beiden Beprobungsterminen und in allen Gebieten höhere Werte als in den vorangegangenen Jahren ermittelt (E3-Jahresbericht HPA, 2009). Dieser Anstieg wurde jedoch auch im durch die Verbringungen unbeeinflussten Referenzgebiet festgestellt. Die höchste Toxizität (> 40 %) wurde in zwei Proben im 6-km-Kreis ermittelt, der von der Schüttstelle relativ weit entfernt liegt. Damit lag der Verdacht auf einen systematischen Fehler nahe. Zur Abklärung des Befundes wurden im Herbst 2009 aus jedem Gebiet Material entnommen und in zwei Handelslaboren getestet. Die hohen Befunde von Labor 1, das die bisherigen Analysen durchgeführt hat, wurden dadurch bestätigt. Das zweite Labor stellte deutlich niedrigere Werte im nicht toxischen Bereich fest.

Die Prüfung eines externen Gutachters ergab keine Hinweise auf eine fehlerhafte Testdurchführung in beiden Laboren. Die wahrscheinlichste Ursache liegt in einem systematischen Fehler bedingt durch eine zunehmende Erhöhung der Empfindlichkeit auch gegenüber nicht belasteten

Sedimenten z.B. aufgrund eines unzureichenden Ernährungszustandes der verwendeten Corophienpopulation von Labor 1, bei der es sich um in Dauerkultur gehälterte Tiere handelt. Labor 2 verwendet für die Analysen Freilandorganismen.

Nach Rücksprache mit der E3 Monitoring-AG hat das Labor 1 für das Jahr 2010 eine neue Corophiumpopulation aus dem Freiland entnommen, die erneut in Dauerkultur gehältert wurde. Der Testaufbau in Labor 1 wurde zudem auf Kontamination überprüft. Die Analysen beider Monitoringkampagnen des Jahres 2010 wurden parallel auch an das Labor 2 vergeben.

Die Ergebnisse des Amphipodentests aus 2010 sind in Tab A 20 und Tab A 21 dargestellt. Labor 1 ermittelte nur noch vereinzelt leicht toxische Werte. Diese traten in allen Gebieten gleichmäßig auf, so dass nicht von einer Beeinflussung durch die Baggergutverbringung auszugehen ist. Es ließ sich für die Proben aus 2010 ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Empfindlichkeit gegenüber unbelastetem Kontrollsediment und dem Testsediment ableiten, so dass die vereinzelt festgestellten Einstufungen in den leicht toxischen Bereich voraussichtlich auf Unterschiede in der Empfindlichkeit der verwendeten Corophienpopulationen zurückzuführen sind. Labor 2 ermittelte bei der Verwendung von Freilandorganismen an allen Proben nicht toxische Werte (Tab A 20 und Tab A 21).

5.5 Bioakkumulation

Neben der akuten und chronischen Toxizität von Schadstoffgehalten auf Organismen verschiedener Trophieebenen wird auch die Schadstoffanreicherung in Organismen (Bioakkumulation) untersucht. Gemäß dem am 28. Juli 2009 modifizierten Einvernehmen mit dem Land Schleswig-Holstein darf kein Baggergut eingebracht werden, das außerhalb der Einbringstelle eine mittels statistischer Testverfahren signifikante Bioakkumulation erwarten lässt. Die bereits begonnenen Untersuchungen an der Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*) und der Pfeffermuschel (*Abra alba*) sollten laut Einvernehmen fortgeführt und erweitert sowie durch ein innerhalb der Monitoringgruppe im Detail noch abzustimmendes Schadstoffmonitoring bei Fischen ergänzt werden. Zur Erfüllung der letztgenannten Bedingung wurde im Herbst 2009 mit einem Fischmonitoring an der Kliesche (*Limanda limanda*) begonnen, das in 2010 fortgeführt wurde (Abschn. 5.5.3).

5.5.1 Bioakkumulation in der Wellhornschnecke

Wellhornschnecken (*Buccinum undatum*) sind räuberisch lebende und aasfressende Organismen, die in der Nahrungskette sehr weit oben stehen und daher ein hohes Bioakkumulationspotenzial aufweisen. Seit März 2006 werden Wellhornschnecken im Rahmen der Befischungen aus den Gebieten Klappzentrum, Einbringstelle, Außengebiet und Referenzgebiet entnommen und auf Schadstoffanreicherung (Bioakkumulation) untersucht. Zusätzlich erfolgt seitdem eine Analyse der Bestandsdichte und Altersstruktur in diesen Gebieten. Die Bioakkumulationsuntersuchung wurde ab März 2007 um ein zweites Referenzgebiet im Bereich einer Schifffahrtsstraße und ab April 2009 um ein drittes Referenzgebiet im Bereich der Monitoring-Station 69 erweitert (Abb. 5-8).

Für das Jahr 2008 wurde eine statistisch signifikante Anreicherung verschiedener organischer Schadstoffe in Wellhornschnecken des Klappzentrums im Vergleich zu denen der Referenzgebiete ermittelt (Abschn. 2). Als Konsequenz aus diesem Befund wurde die bestehende Einvernehmensregelung modifiziert und weitere Auflagen und Minimierungsmaßnahmen aufgenommen. Dazu gehörte auch eine Erweiterung des Monitoringprogramms der Wellhornschnecke

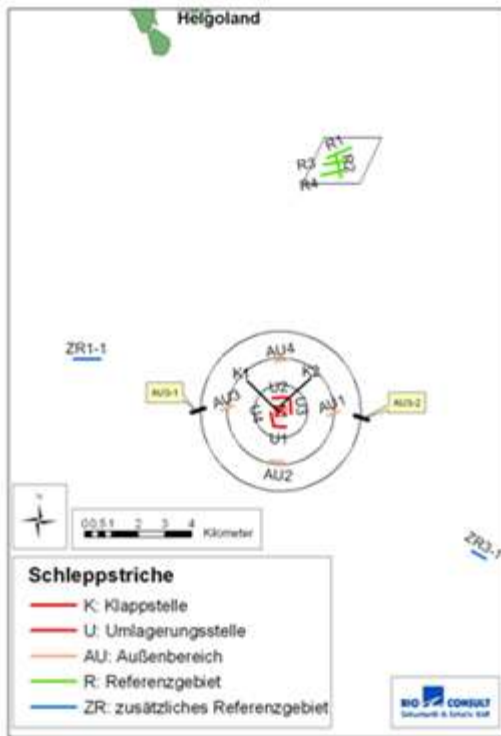


Abb. 5-8 Beprobung der Wellhornschnecke ab August 2009

ab Sommer 2009, vor allem um die gefundenen Effekte räumlich besser eingrenzen zu können.

In 2008 und im Frühjahr 2009 wurden jeweils 10 Tiere pro Gebiet entnommen. Diese wurden für die Analytik zu zweit gepoolt, so dass je 5 Proben pro Gebiet und damit insgesamt 30 Proben vorlagen (Tabelle 5-3). Um die Ergebnisse des Jahres 2008 abzusichern, insbesondere um die Bioakkumulation in den Wellhornschnecken räumlich differenzierter zu beurteilen und um das künftige Monitoring auf dieser Grundlage zu optimieren, wurde kurzzeitig der Probenumfang deutlich erhöht (Tabelle 5-3). Im Sommer 2009 sowie im Frühjahr und im Sommer 2010 wurden im direkten Klappzentrum und in den drei Referenzgebieten je 20 Tiere entnommen. Die Einbringstelle und das Außengebiet (2-km-Kreis) wurden jeweils in 4 Teilgebiete (Nord, Süd, Ost, West) unterteilt, aus denen je 10 Tiere entnommen wurden. Zudem wurde der 3-km-Kreis in West- und Ostrichtung mit ebenfalls 10 Tieren beprobt (Tabelle 5-3, Abb. 5-8, 3-km-Kreis entspricht dem dortigen äußeren Ring). Aufgrund von Verbesserungen in der Analytik des Handelslabors mussten die Tiere nicht mehr gepoolt analysiert werden, so dass von diesen Terminen insgesamt jeweils 180 Einzelproben vorliegen. Alle Proben wurden auf chlororganische (DDT und Metabolite, Octachlorstyrol, Hexachlorbenzol, HCH) und zinnorganische (MBT, DBT, TBT, TeBT) Verbindungen sowie den Fettgehalt analysiert. Die Bestimmung von PCB (Summe 7), Schwermetallen (Cadmium, Blei, Kupfer, Nickel, Zink) und Arsen erfolgte im Jahr 2010 nur zu den beiden Sommerbeprobungen, da diese beiden Parametergruppen bisher keinen Trend zu einer baggergutbedingten Anreicherung in den Tieren des Verbringbereichs erkennen ließen.

Mit diesen Ergebnissen liegt ein ausreichend großer Datensatz zur Anpassung des künftigen Monitoringprogramms vor, die in Absprache mit der E3-Monitoringarbeitsgruppe für 2011 mit dem Ziel aussagekräftiger und statistisch verlässlicher Untersuchungen erfolgte. Danach sollen im Sommer 2011 alle Gebiete räumlich differenziert mit dem vollständigen Parameterumfang beprobt werden, wobei eine Parallelenzahl von 10 pro Teilgebiet als angemessen angesehen

Tabelle 5-3 Anzahl Proben für Bioakkumulationsanalysen an der Wellhornschncke

	2008		2009		2010		2011 (geplant)	
	Frühjahr Anzahl*	Sommer Anzahl*	Frühjahr Anzahl*	Sommer Anzahl	Frühjahr Anzahl	Sommer Anzahl	Frühjahr Anzahl	Sommer Anzahl
Untersuchungsbereich								
Klappzentrum 400*400m	5	5	5	20	20	20	10	10
Einbringstelle 1km Radius	5	5	5	4x10	4x10	4x10	10	4x10
Nahfeld 2km Radius	5	5	5	4x10	4x10	4x10	4x10	4x10
Nahfeld 3km Radius	0	0	0	2x10	2x10	2x10	0	2x10
Referenzgebiet 1	5	5	5	20	20	20	10	10
Referenzgebiet 2	5	5	5	20	20	20	10	10
Referenzgebiet 3	5	5	5	20	20	20	10	10
Gesamt	30	30	30	180	180	180	90	140
Gesamt pro Jahr	60				360 (140)**		230 (140)***	

Anzahl* Proben aus zwei Individuen, gepoolt

**360 (140): 360 Proben für Zinnorganika und Chlororganika, 140 Proben aus dem Sommer für Schwermetalle und PCB

***230 (140): 230 Proben für Zinnorganika und Chlororganika, 140 Proben aus dem Sommer für Schwermetalle und PCB

werden kann. Im Frühjahr 2011 erfolgt eine Analyse nur der zinnorganischen und der chlororganischen Verbindungen auf der Einbringstelle, den Referenzgebieten sowie im 2-km-Kreis, um eine eventuelle Ausbreitung über den 1-km-Kreis hinaus frühzeitig detektieren zu können (Tabelle 5-3). Der Forderung aus dem revidierten Einvernehmen vom 28. Juli 2009 nach einer Erweiterung des Monitoringprogramms (Ziffer 20, Abschn. 6) wird mit dem jetzt gewählten Parameterumfang weiterhin entsprochen.

Die Wellhornschncke gilt als besonders sensibel gegenüber TBT. Daher wird seit Frühjahr 2007 im Rahmen eines Effektmonitorings die Vermännlichung weiblicher Wellhornschncken, das so genannte Imposex-Phänomen, untersucht, das durch TBT induziert werden kann. Zur Ermittlung der Imposex-Rate werden nur größere und damit ältere Individuen herangezogen.

Die Untersuchungen zur Bestandsdichte und Altersstruktur zeigen, dass die Wellhornschncke einige Bereiche des Untersuchungsgebietes intensiv besiedelt. Im Frühjahr 2010 lag die Besiedlungsdichte auf dem Klappzentrum mit 430 Tieren/ha sehr hoch. Auf der Einbringstelle und im Außenbereich war die Abundanz deutlich geringer. Im Referenzgebiet konnten mittels Dredge gar keine Wellhornschncken gefangen werden. Demgegenüber wurde im Sommer 2010 bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet das bisherige Allzeitminimum dokumentiert. So konnten im Außengebiet und im Referenzgebiet keine Wellhornschncken, im 1-km-Kreis 75 Tiere/ha und auf dem Klappzentrum 33 Tiere/ha nachgewiesen werden. Über die 5 Jahre Untersuchungszeitraum zeichnet sich damit kein klares saisonales Muster, sondern eine vergleichsweise hohe Besiedlungsvariabilität zwischen den jeweiligen Jahreszeiten und auch Teilgebieten ab. Das Referenzgebiet unterscheidet sich dabei zu allen Zeitpunkten aufgrund der geringen Abundanz von den anderen Teilgebieten.

In den Jahren 2006 bis 2010 wurde wiederholt festgestellt, dass die Tiere im Klappzentrum etwas kleiner sind als in den übrigen Gebieten. Die Größenverteilung deutet auf einen größeren Anteil juveniler Tiere in der Population hin. Da TBT zudem gerade bei jungen Tieren wachstumshemmend wirkt, kann eine zusätzliche Wirkung auf die Größe der Tiere nicht ganz ausgeschlossen werden.

Bereits in den Jahren 2008 und 2009 wurde festgestellt, dass die Belastung der Wellhornschncke mit Schwermetallen und PCBs in den Referenzgebieten teilweise signifikant höher liegt als im Einbringbereich. Auch in 2010 zeigen diese Parameter keine baggergutbedingten Anreicherungen sowie einen Trend zu höheren Werten in den Referenzgebieten (nicht dargestellt).

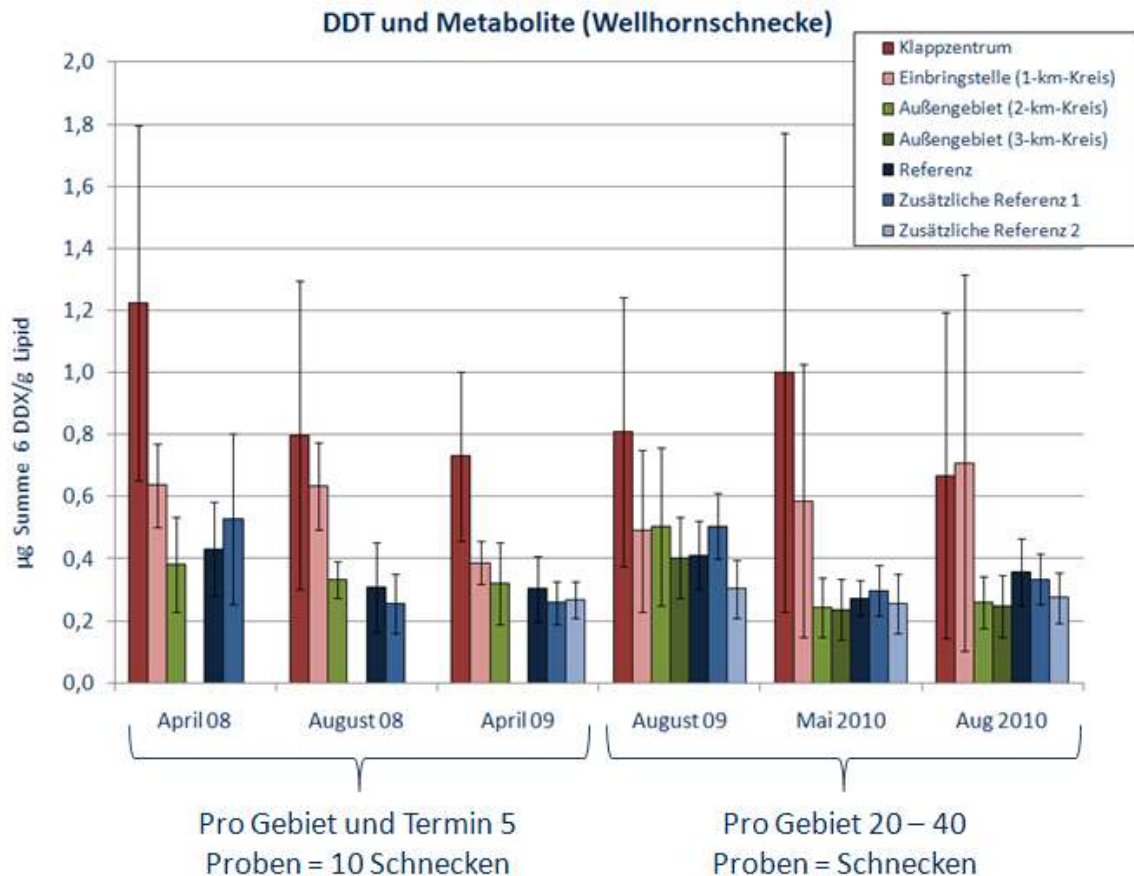


Abb. 5-9 Belastung der Wellhornschncken mit DDT und Metaboliten in 2008, 2009 und 2010 (Bezugsbasis Lipid)

Die Parameter op-DDE, pp-DDE, pp-DDD und op-DDD zeigen auf dem direkten Klappzentrum eine signifikante Anreicherung in der Wellhornschncke im Vergleich zu den anderen Gebieten, bei pp-DDE und op-DDD gilt dies auch für die Einbringstelle. Für pp-DDT werden keine signifikanten Anreicherungen festgestellt. Für op-DDT werden nur vereinzelt Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt. Insgesamt liegt die mittlere baggergutbedingte Anreicherung der Summe von DDT und seinen Metaboliten in den Wellhornschncken der Einbringstelle im Jahr 2010 in etwa um den Faktor 2,5 oberhalb der Hintergrundbelastung und damit in derselben Größenordnung, die auch in den Jahren 2008 und 2009 festgestellt wurde (Abb. 5-9).

Octachlorstyrol zeigt zu beiden Terminen eine Anreicherung in den Tieren des Klappzentrums und der Einbringstelle, die aufgrund der hohen Variabilität dieses Parameters nur teilweise signifikant ist (nicht dargestellt). OCS wird im Baggergut und im Sediment an der Einbringstelle bisher nicht bestimmt, wird aber im Jahr 2011 in das Analysenprogramm aufgenommen werden. Für Hexachlorbenzol wird im Frühjahr 2010 eine signifikante Anreicherung auf dem Klappzentrum ermittelt. Im Sommer 2010 besteht ein Trend zu höheren Werten auf dem Klappzentrum und im 1-km-Kreis, der jedoch nicht signifikant ist.

Die HCH-Isomere bewegen sich wie auch in den vorangegangenen Jahren mehrheitlich unter der Bestimmungsgrenze. Eine Anreicherung in einem der Gebiete wird nicht ermittelt.

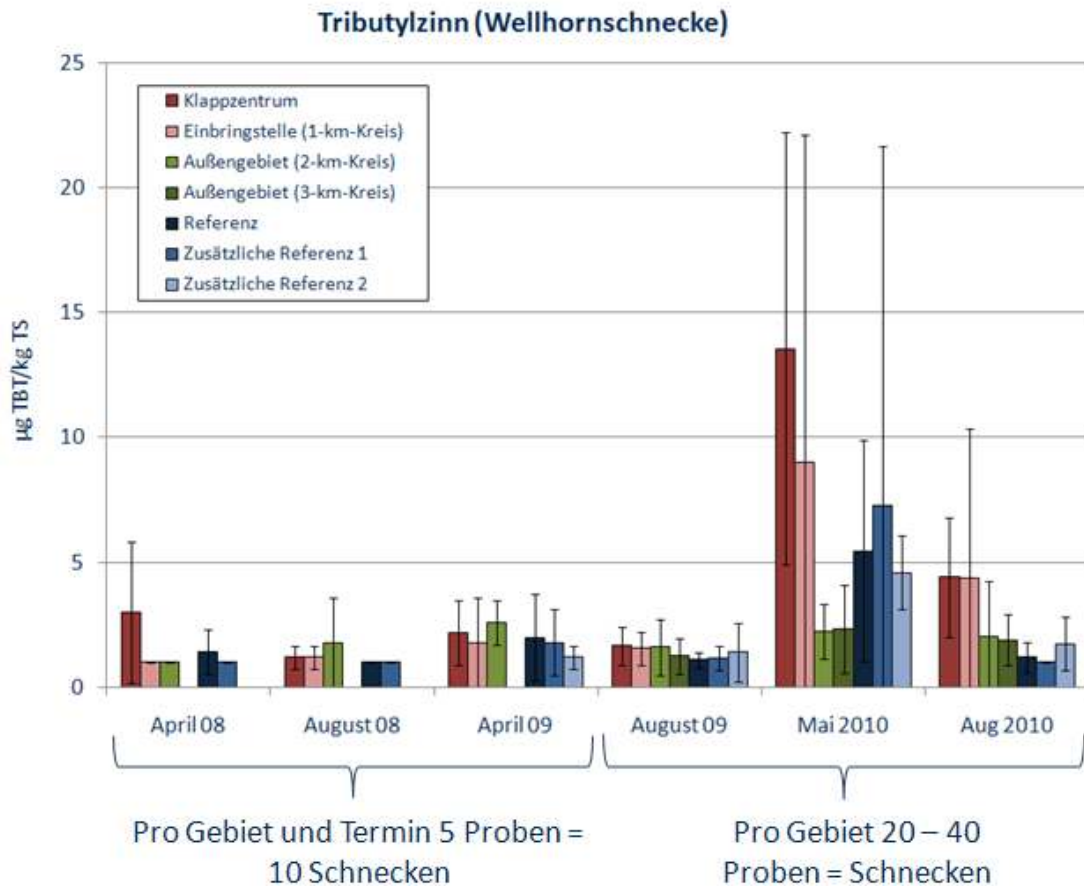


Abb. 5-10 Belastung der Wellhornschnecken mit TBT in 2008, 2009 und 2010 (Bezugsbasis Trockensubstanz)

Die zinnorganischen Abbauprodukte MBT und DBT sind auf Klapp- und Einbringstelle signifikant angereichert. Die Werte bewegen sich in derselben Größenordnung, die auch bereits in den Jahren 2008 und 2009 festgestellt wurde (E3-Jahresbericht der HPA, 2009). Im Unterschied zu den vorangegangenen Jahren wird auch eine Anreicherung von TBT auf dem Klappzentrum festgestellt. Hierbei fällt auf, dass die Werte für TBT insbesondere im Frühjahr 2010 generell in allen Gebieten etwas höher liegen als in den vergangenen Jahren (Abb. 5-10). Hierbei könnten laborbedingte Faktoren eine Rolle spielen, zumal im Sediment im Mittel keine höhere TBT-Konzentration festgestellt wurde.

Nach mittlerweile drei Beprobungen mit einer Aufteilung der Einbringstelle in die Teilgebiete Nord, Ost, Süd und West (Abb. 5-8) stellt sich die Frage, ob anhand der Daten räumliche Unterschiede auf der Einbringstelle abgeleitet werden können: Während im August 2009 ein Trend zu etwas höheren Werten im Westen und Osten zu verzeichnen war, lagen die Werte im Frühjahr 2010 im Norden und Osten und im Sommer 2010 dann im Norden und Westen etwas höher als in den jeweils anderen zwei Teilgebieten. Von einer räumlich systematischen Verteilung der Belastung ist demgemäß nicht auszugehen. Für den August 2009 wurde festgestellt, dass die Belastung der Tiere mit zinnorganischen Verbindungen im 2-km-Kreis im Norden und Osten im Mittel etwa doppelt so hoch lag wie im Süden und im Westen (E3-Jahresbericht der HPA, 2009). Im Frühjahr und Sommer 2010 wird hingegen kein räumlicher Unterschied im 2-km-Kreis ermittelt.

Es wurde in 2010, wie auch schon in den drei vorangegangenen Jahren, keine Erhöhung der Imposex-Rate im Verbringungsgebiet festgestellt. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt lässt sich zudem feststellen, dass die Weibchen auf dem direkten Klappzentrum in 4 von 8 und die Weibchen im 1-km-Kreis in 3 von 8 Untersuchungen einen Imposex-Wert der Klasse B aufweisen, der auf eine Exposition gegenüber einer TBT-Konzentration unter den für TBT entwickelten Umweltbewertungskriterien der OSPAR schließen lässt. Imposex-Werte der Klasse B werden in den Gebieten außerhalb der Einbringstelle (Außengebiet, Referenz und zusätzliche Referenz) zu nur jeweils einem Beprobungstermin gefunden. Zu allen anderen Untersuchungszeitpunkten zeigen die Imposex-Werte der Klasse C zwar, dass die Tiere einer TBT-Konzentration ausgesetzt gewesen sein müssen, die über den für TBT entwickelten Umweltbewertungskriterien liegt. Da jedoch die Bewertungsklasse C zu verschiedenen Zeitpunkten in allen Teilgebieten, unabhängig von der Nähe zur Einbringstelle und den belasteten Sedimenten identifiziert wurde, ist kein Zusammenhang zwischen den Verklappungen und den Imposex-Werten abzuleiten.

Damit ist aus den bisher vorliegenden Befunden weder eine Verringerung der Wellhornschneckendichte noch eine Erhöhung der Imposex-Merkmale durch die Verbringungen zu beobachten.

Die Ergebnisse der Bioakkumulationsuntersuchung für 2010 zeigen eine signifikante Erhöhung der Parameter DDT-Metabolite, OCS, HCB, MBT, DBT sowie TBT in den Tieren der Einbringstelle im Vergleich zu denen der Referenzgebiete an. Diese Erhöhung bewegt sich mehrheitlich in der Größenordnung, die auch bereits in den Jahren 2008 und 2009 ermittelt wurde. Auffällig sind verhältnismäßig hohe Werte an OCS und HCB vor allem im Frühjahr im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren. Eine Ursache hierfür ist nicht bekannt. Beide Parameter sind korreliert, traten also häufig in den gleichen Tieren in einer höheren Konzentration auf. Ein Zusammenhang zur Größe der Tiere und / oder ihrem Schalenengewicht ist nicht festzustellen. Außerhalb des 1-km-Kreises wird keine baggergutbedingte Erhöhung der Bioakkumulation nachgewiesen und die diesbezügliche Einvernehmensregelung folglich eingehalten.

5.5.2 Bioakkumulation in der Pfeffermuschel

Proben der Pfeffermuschel (*Abra alba*) wurden zwischen 2005 und 2010 bei insgesamt 11 Beprobungskampagnen gewonnen und auf Schadstoffe analysiert. Die Entnahme der Muscheln erfolgte zu allen Beprobungsterminen an der Einbringstelle, im 2-km-Ring, im 6-km-Ring und im Referenzgebiet. Ab August 2008 wurde zusätzlich der 1,5-km-Ring beprobt. Die Beprobung der Pfeffermuschel wurde im Verlauf der Untersuchungen zur Optimierung der Analytik und statistischen Auswertung intensiviert. Während bis zum Jahre 2008 zwischen 700 und 1100 Pfeffermuscheln pro Kampagne gesammelt wurden, waren es 2009 insgesamt und 2010 pro Kampagne mehr als 5000 Organismen.

Der untersuchte Parameterumfang umfasst den Lipidgehalt, chlororganische Verbindungen (PCB Summe 7, DDT und Metabolite, HCH-Verbindungen, Hexachlorbenzol, Octachlorstyrol) und Schwermetalle (Cadmium, Blei, Zink, Kupfer, Quecksilber).

Die Daten der Jahre 2005 bis 2007 zeigten gewisse räumliche und zeitliche Schwankungen. Eine Tendenz zu einer erhöhten Bioakkumulation im Klappzentrum und auf der Einbringstelle war jedoch nicht zu verzeichnen. Im August 2008 kam es zu Schwierigkeiten bei der Analyse der chlororganischen Verbindungen, so dass die Daten dieses Termins unter Umständen als nicht zuverlässig angesehen werden können. Im Jahr 2009 wurde zu einem der beiden Termine (August 2009) eine signifikante Differenz zwischen der Einbringstelle und dem geringer belasteten Referenzgebiet festgestellt.

renzgebiet für die Summe der DDX-Verbindungen ermittelt, die in ihrer absoluten Höhe mit 1 µg/kg TS als niedrig einzustufen ist. Vor dem Hintergrund der Datenlage (keine signifikante Differenz zwischen Einbringungsstelle und 6-km-Kreis, geringer Unterschied in der Höhe, nur zu einem der beiden Termine aufgetreten), war jedoch nicht sicher nachzuweisen, dass es sich bei dieser Differenz um einen Effekt der Baggergutverbringung handelt. Bei den übrigen Parametern wurden keine Hinweise auf eine Bioakkumulation ermittelt.

Tabelle 5-4 Anzahl Individuen, Einwaage und Parallelen für die Bestimmung der Pfermusceln in 2010

		1-km	1,5-km	2-km	6-km	Referenz
April 10	Anzahl	1753	1165	668	588	925
	Einwaage ¹	0,8-1,5	1,0	0,9-1,4	0,6-0,7	1,0
	Parallelen	6	7	4 ²	5	5
Aug 10	Anzahl	1320	780	589	1809	249
	Einwaage ¹	1,0-1,1	1,0-1,1	1,0-1,1	1,0-1,1	0,2-0,3
	Parallelen	6	6	6	6	3

¹Einwaage für chlororganische Parameter in g ²Verlust einer Probe

Wie im E3-Jahresbericht 2009 der HPA dargestellt, sollten in 2010 nach Möglichkeit pro Gebiet für Schwermetalle und chlororganische Verbindungen jeweils mindestens 5 Parallelproben mit einer ausreichenden Einwaage hergestellt werden, um die Ergebnisabsicherung weiter zu verbessern. In Tabelle 5-4 sind Einwaagemenge und Anzahl der in 2010 gewonnenen Parallelen aufgeführt. Von dem Termin April 2010 stand eine ausreichende Menge an Analysenmaterial zur Verfügung. Im August 2010 war die Abundanz der Muscheln im Referenzgebiet sehr gering. Daher konnten dort nur drei Parallelen mit einer besonders niedrigen Einwaage gewonnen werden, wodurch die Bestimmungsgrenzen deutlich erhöht wurden, da diese von der Einwaage abhängen.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgt nach Rücksprache mit der BfG auf Trockensubstanz, da die an Mischproben durchgeführte Fettbestimmung nicht genau genug ist, um zwischen den Lipidgehalten der Muscheln einzelner Gebiete zu differenzieren.

Die Muscheln wiesen im Frühjahr 2010 hohe Lipidgehalte von im Mittel 12 % auf. Daher resultieren auch die höheren Gehalte an chlororganischen Verbindungen zu diesem Termin (Abb. 5-11). Die Daten der früheren Beprobungen zeigten mit mittleren Lipidgehalten zwischen 2 und 7 % deutliche saisonale Unterschiede, wobei jedoch keine klare Beziehung zur Jahreszeit und / oder zum Gewicht der Tiere festgestellt werden kann. Im Sommer 2010 lag der Lipidgehalt wieder bei 6 %, und bewegte sich damit innerhalb der Spannweite der vorangegangenen Beprobungen.

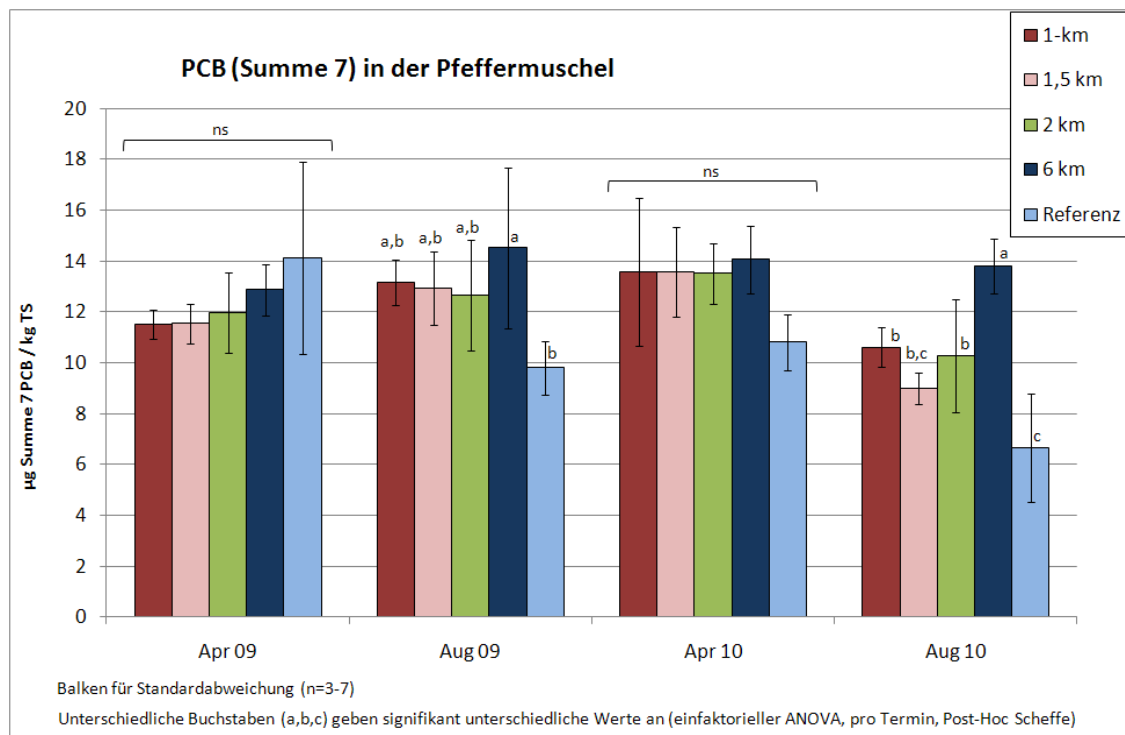


Abb. 5-11 Belastung der Pfeffermuschel mit PCB in 2009 und 2010

Hinweise auf eine baggergutbedingte Anreicherung von Schwermetallen, OCS, HCH und von HCB in den Pfeffermuscheln des 1-km-Kreises werden nicht festgestellt (nicht dargestellt). Auffällig ist lediglich, dass die Werte des Referenzgebietes für PCB (Summe 7) zu beiden Terminen 2010 und im August 2009 niedriger liegen als die des 1-km-, 1,5-km, 2-km- sowie des 6-km-Kreises (Abb. 5-11). Im August 2010 weisen die Pfeffermuscheln des 6-km-Kreises signifikant höhere PCB-Konzentrationen auf als in den übrigen Gebieten (Abb. 5-11). Aufgrund der räumlichen Verteilung der PCB-Konzentration in den Pfeffermuscheln, die im August 2010 auf der Einbringstelle niedriger liegen als im von den Baggergutverbringungen deutlich weiter entfernt liegenden 6-km-Kreis, und die sich zwischen Einbringstelle, 1,5-km und 2-km-Kreis jeweils nicht signifikant unterscheiden, kann damit nicht auf eine baggergutbedingte Anreicherung in den Pfeffermuscheln der Einbringstelle geschlossen werden.

Die beiden östlichen Stationen des 6-km-Kreises (Stationen 62 und 63), in denen deutlich mehr Pfeffermuscheln gefunden wurden als in den Stationen 61, 64 und 65 (Lage der Stationen s. Abb. 5-2), wiesen bereits zur Nullbeprobung in 2005 im Sediment leicht erhöhte PCB-Konzentrationen auf, die aus einem Einfluss der Elbfahne heraus resultieren. Die höheren Werte im 6-km-Kreis im August 2010 erklären sich somit eventuell auch aus einer gewissen Vorbelastung des Sediments.

Die Summe der DDT-Metabolite (Summe DDX) zeigt zu beiden Terminen in 2010 einen signifikanten Unterschied zwischen der Einbringstelle und dem Referenzgebiet, nicht jedoch zwischen Einbringstelle und 6-km-Kreis (Abb. 5-12). Wie aus Abb. 5-12 ersichtlich, wird im August 2009 und im April 2010 damit ein Trend hin zu einer schwachen Anreicherung von DDX im 1-km-Kreis festgestellt, nicht jedoch im April 2009 und August 2010. Eine geringfügige baggergutbedingte Anreicherung von DDX-Verbindungen in den Pfeffermuscheln der Einbringstelle erscheint somit wahrscheinlich, ist aufgrund der Datenlage jedoch nicht ganz sicher zu belegen.

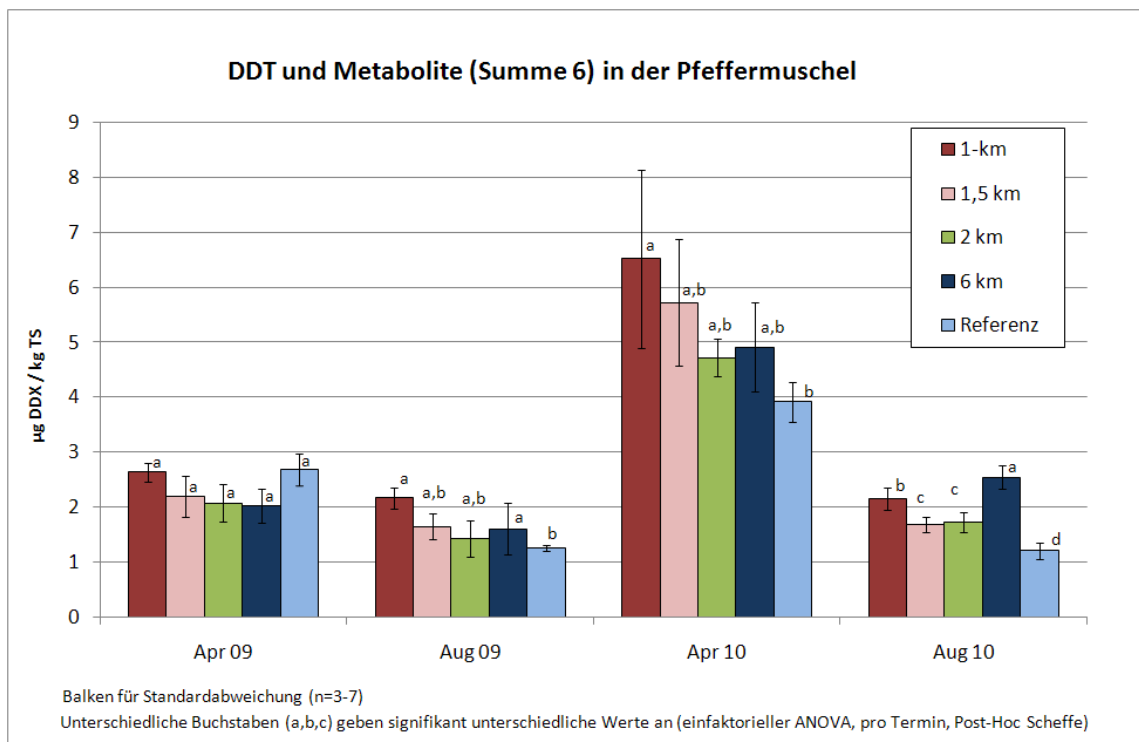


Abb. 5-12 Belastung der Pfeffermuschel mit DDT und Metaboliten in 2009 und 2010

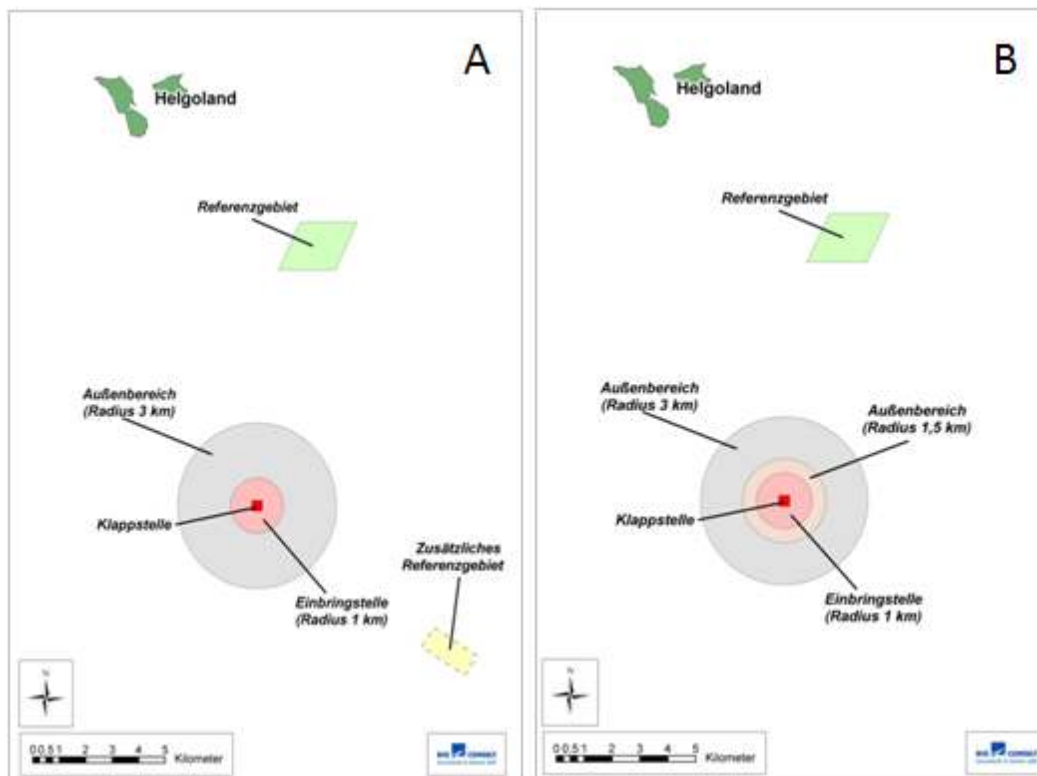


Abb. 5-13 Gebiete des Klieschenmonitorings (A) und der Makrozoobenthosbeprobung (B)

5.5.3 Bioakkumulation in der Kliesche

Im Einvernehmen mit dem Land Schleswig-Holstein vom 1. August 2008, geändert am 28. Juli 2009, wird ein zusätzliches Bioakkumulationsmonitoring an Fischen gefordert. Die Rahmenbedingungen für die Durchführung dieses Fischmonitorings wurden kurzfristig zwischen dem MLUR, der BfG und HPA abgestimmt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde die Untersuchung an die Vorgaben des BLMP angepasst. Als Fischart wurde die Kliesche (*Limanda limanda*) ausgewählt. Zum einen gehört sie zu den Fischarten, die relativ häufig in den Fängen angetroffen wurden, zum anderen werden Klieschen auch im Monitoring des BLMP beprobt, so dass Vergleichsdaten vorliegen. Die Kliesche zeigt zwar ein gewisses Wanderverhalten, allerdings in weniger starker Ausprägung als andere in der Region häufig vorkommende Bodenfische wie Schollen und Flundern. Es wurden die vier Gebiete Klappzentrum/Einbringstelle, Außengebiet, erstes Referenzgebiet und zusätzliches Referenzgebiet (Abb. 5-13) für das Fischmonitoring ausgewählt. Aufgrund des Wanderverhaltens ist es allerdings wichtig, dass die Interpretation der Ergebnisse nicht zu engräumig erfolgt.

Als Beprobungszeitraum wurde der Herbst nach der Laichperiode bestimmt, um einen Einfluss der Gonadenentwicklung auf die Leberfettwerte zu minimieren. Aufgrund eines sehr geringen Vorkommens der Kliesche wurde trotz zweier Ausfahrten im September und im Oktober 2010 die angestrebte Anzahl von 45 weiblichen Tieren der Größe 20 bis 25 cm pro Gebiet nicht erreicht. Daher wurden nach Abstimmung in der E3 Monitoring-Arbeitsgruppe zur Beprobung weibliche Tiere der Größe 17 bis 27,5 cm verwendet. An diesen Tieren wurde eine Altersbestimmung durchgeführt. Die Lebern der Tiere wurden anschließend nach Alter gepoolt, wobei pro Gebiet 10 Leberproben gewonnen wurden. Zusätzlich wurden pro Gebiet je 5 Tieren Mus-

kelgewebe entnommen und analysiert. Der Parameterumfang entspricht dem der Bioakkumulationsuntersuchung der Wellhornschnecke.

Die Altersbestimmung zeigt, dass die Tiere mehrheitlich 2 und 3 Jahre alt waren. Es wurden auch jeweils einige einjährige sowie einige vier- und fünfjährige Tiere gefunden. Zur Analyse der Lebern wurden die zwei- und dreijährigen Tiere bevorzugt, wobei pro Gebiet für jeweils 1 bis 3 Proben Tiere der niedrigeren resp. der höheren Altersklassen verwendet werden mussten, um die angestrebte Parallelenzahl von 10 pro Gebiet zu erreichen.

Die statische Auswertung der Leberproben wurde sowohl auf Lipide als auch bezogen auf Trockensubstanz durchgeführt, die der Muskelproben aufgrund der geringeren Lipidgehalte nur bezogen auf Trockensubstanz. Signifikante Unterschiede der Leberproben aus den vier Gebieten ergeben sich lediglich bei den PCB-Verbindungen (Bezugsbasis Trockensubstanz), bei denen in den Lebern der Tiere aus dem zusätzlichen Referenzgebiet etwas höhere Gehalte als in denen des Referenzgebietes ermittelt wurden. Auch die Muskelproben wiesen signifikante Gebietsunterschiede lediglich bei den PCB-Verbindungen auf, wobei PCB 101 und PCB 180 im Außengebiet geringfügig höher lagen als in den übrigen Gebieten. Hinweise auf eine baggergutbedingte Anreicherung von Schadstoffen in den Klieschen sind damit aus den Daten nicht abzuleiten (Abb. 5-13).

5.6 Makrozoobenthos

Zeitgleich zur Probennahme für die chemischen und ökotoxikologischen Analysen wurden Sedimentproben für die Untersuchung der Makrozoobenthos-Gemeinschaft entnommen. Das gesamte Untersuchungsgebiet umfasste mit der Einbringstelle (20 Stationen mit jeweils einer Bodengreiferprobe), dem in 2009 eingerichteten 1,5 km Ring (20 Stationen), einem Außengebiet (40 Stationen), dem Referenzgebiet (20 Stationen) und dem Bereich des eigentlichen Klappzentrums mit 10 Stationen fünf Teilgebiete (Abb. 5-13). An jeder Station wurde eine Makrozoobenthosprobe mit einem Van-Veen-Greifer (0,1 m² Grundfläche) entnommen. Die Siebmaschenweite betrug 1 mm. Die Siebrückstände wurden mit Alkohol konserviert und die Tiere im Labor soweit möglich bis zur Art bestimmt und quantifiziert. Anschließend folgte die Biomassenbestimmung (aschefreies Trockengewicht) auf Ebene der Großtaxa (2005) bzw. auf Artebene (seit 2006). Bei der Auswertung wurde ein räumlicher Vergleich der vier Teilgebiete durchgeführt und anschließend die Veränderung der Makrozoobenthos-Assoziation über die Zeit analysiert. Die Ergebnisse pro Gebiet und Untersuchungskampagne wurden statistisch auf signifikante Unterschiede geprüft (Varianzanalysen, multivariate statistische Tests).

Die Erstuntersuchung im Jahr 2005 ergab für das Makrozoobenthos das zu erwartende, für diesen Teil der Nordsee typische Artenspektrum einer *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft. Während dieser Untersuchung wurden keine Hinweise auf eine besondere Bedeutung des Einbringungsgebietes für die Makrozoobenthos-Gemeinschaft gefunden.

Auch nach der siebten Verbringungskampagne ist es im Frühjahr und Sommer 2010 im direkten Klappzentrum (400*400 m) nicht zu einer starken Verödung der Makrozoobenthosgemeinschaft gekommen. Die Besiedlungskennwerte (Artenzahl, Besiedlungsdichte und im Frühjahr 2010 auch Artenvielfalt) liegen in diesem Teilgebiet allerdings signifikant niedriger als in den umliegenden Gebieten. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus den vorangegangenen Kampagnen, zu denen die Parameter Artenzahl und Artenvielfalt sowie häufig auch die Besiedlungsdichte auf dem Klappzentrum niedriger lagen als in den anderen Teilgebieten. Die Ergebnisse zeigen auch, dass diese verklappungsbedingten Beeinträchtigungen über die Zeit relativ konstant geblieben sind. Außer der direkten Wirkung durch Substratüberdeckung kann auch die Texturveränderung hin

zu einem sandigeren Untergrund zu der beobachteten Verarmung der Makrozoobenthosgemeinschaft im Klappzentrum beigetragen haben.

In den vergangenen Jahren wurden mehrfach Massenvorkommen von Organismen (Polychaet *Scalibregma inflatum* Sommer 2006, Polychaet *Owenia fusiformis* Sommer 2008, Bivalvia *Ensis americanus* Sommer 2009) auf dem Klappzentrum festgestellt. Die Ursache hierfür könnte in den aufgrund der Verklappungen niedrigeren Besiedlungsdichten an dem Klappzentrum und dem dadurch freiwerdenden Raum für die Ansiedlung von in den jeweiligen Jahren dominanten Larvenarten zu suchen sein. Auch im Frühjahr und Sommer 2010 war das Klappzentrum durch die Schwertmuschel *Ensis americanus* dominiert, jedoch mit geringeren Dichten als im Sommer 2009. Im Sommer 2010 zählten außerdem Hufeisenwürmer (*Phoronis* spp.) zu den dominanten Gattungen des Klappzentrums. In 2010 wurde eine Erhöhung der Gesamtbiomasse im Klappzentrum festgestellt, das damit die höchste Biomasse aller Teilgebiete aufwies. Dieser Anstieg ist unter anderem auf den Rekrutierungserfolg und den seit 2009 erfolgten Größenzuwachs der biomassereichen Muschel *Ensis americanus* zurückzuführen. Auch der biomassereiche Herzseeigel *Echinocardium cordatum*, der sandige Habitats bevorzugt und in 2010 in hohen Abundanzen auf dem Klappzentrum vorgefunden wurde, trug zu der erhöhten Gesamtbiomasse bei.

Für das die eigentliche Klappstelle umgebende Gebiet der Einbringstelle (1-km-Kreis) konnten in 2010 auf Ebene der Summenparameter kaum Hinweise auf Wirkungen beobachtet werden. Es deuten sich, wie bei den vorangegangenen Untersuchungen, jedoch schwache Einflüsse auf Ebene einzelner Stationen bei den multivariaten Analysen an. Die Schwertmuschel gehörte im Frühjahr 2010 auch im Teilgebiet 1-km-Kreis zu den dominanten Arten, war dort aber im Unterschied zur Nussmuschel *Nucula nitidosa* nicht von besonderer Bedeutung. Im Sommer war die Einbringstelle außer durch *Nucula nitidosa* durch den Schlangensterne *Amphiura filiformis* und die Kleine Linsenmuschel *Mysella bidentata* dominiert. Zu beiden Terminen in 2010 lagen die Biomassen auf der Einbringstelle zwar unterhalb derer des Klappzentrums, waren aber noch höher als in den Außengebieten und im Referenzgebiet.

Im 1,5-km-Kreis, im Außengebiet und im Referenzgebiet wurden keine Hinweise auf verklappungsbedingte Wirkungen ermittelt. Dominante Arten in allen drei Gebieten waren der Schlangensterne *Amphiura filiformis* und die Kleine Linsenmuschel *Mysella bidentata*.

5.7 Fischfauna

Zur Erfassung der Fischfauna, insbesondere der am Boden lebenden Fischarten, wurden zu den Beprobungsterminen im Mai und im September 2010 auf der Einbringstelle, im Referenzgebiet und im Außenbereich jeweils vier sowie auf dem kleineren, direkten Verklappungsbereich von 400*400 m jeweils 2 Fischzüge (Hols) mit einem kommerziellen Schollengeschirr durchgeführt. Wie auch in den vorangegangenen Jahren wurden alle Fische auf Artniveau bestimmt und ihre Länge gemessen, die Anzahl pro Art ermittelt und das Gesamtgewicht pro Art erfasst. Um die bisherigen Betrachtungsebenen, die auf die Identifikation einer möglichen Veränderung der Gemeinschaftsstruktur fokussieren, zu erweitern, wird seit Frühjahr 2009 auch der Aspekt „Fischkrankheiten“ in die Untersuchung einbezogen.

Wie auch in den Vorjahren wird das für diesen Teil der Nordsee typische Artenspektrum ermittelt. Im Frühjahr 2010 sind in allen vier Teilgebieten Steinpicker, Kliesche, Scholle und Grauer Knurrhahn die prägenden Arten, die die Artengemeinschaft mit einer relativen Häufigkeit von zusammen über 70 % dominieren. Auch Flunder und Zwergzunge sind noch relativ häufig anzutreffen. Auffällig für das Frühjahr 2010 sind die hohen Anteile des Grauen Knurrhahns an der Gesamtabundanz, ähnliche Befunde wurden in den vergangenen Untersuchungen noch nicht festgestellt. Im September 2010 zeigt sich ein etwas anderes Bild: Anteile von Steinpicker und Schol-

le sind mit der gewohnten Schwankungsbreite vertreten, die Kliesche hingegen weist nur sehr geringe Abundanzanteile auf. Höhere Anteile können für Flunder und Seezunge verzeichnet werden.

Die Untersuchungen zeigen bei den Parametern Gesamtabundanz und Biomasse einen möglichen, schwachen Einfluss der Baggergutverbringungen an, der vor dem Hintergrund der räumlichen und zeitlichen Variabilität jedoch nicht eindeutig zu belegen ist. Bei den Parametern Artenzahl und Diversität werden keine systematischen Unterschiede festgestellt.

Die Untersuchung der „Fischkrankheiten“ umfasste alle äußerlich sichtbaren Krankheitsanzeichen. Knapp 6,7 % der im Frühjahr 2010 und 3,5 % der im Sommer 2010 im Untersuchungsgebiet erfassten Fische weisen äußere Krankheitssymptome bzw. Anomalien oder Parasitenbefall auf. Hierbei entfallen die größten Prozentanteile auf eine Fehlpigmentierung von Schollen und Flundern sowie auf eine Hyperpigmentierung der Kliesche.

Die Gesamtrate der Krankheiten (alle Fischarten, alle Symptome) liegt – bei allerdings nur sehr eingeschränkter Vergleichbarkeit aufgrund der noch nicht sehr umfangreichen Datenlage – nicht höher als die festgestellten Befallsraten verschiedener Krankheiten der Kliesche in der Nordsee (u.a. Lang und Wosniak, 2008; www.bsh.de/de/Das_BSH/Veranstaltungen/MUS/2008/Dokumente/Lang_P.pdf). Ein Zusammenhang zwischen Krankheitsanzeichen und der Baggergutverbringung ist daher nach der derzeitigen Datenlage nicht zu erkennen.

5.8 Avifauna und marine Säuger

Im Rahmen des Monitorings wurden Wirkungen in Bezug auf Seevögel und Meeressäuger nicht speziell untersucht, da eine direkte Beeinträchtigung durch die Verklappungen nicht zu erwarten ist. Nach Auswertung der derzeitigen Datenlage und bei jetzigem Wissensstand wird auch eine Anreicherung von Schadstoffen über die Nahrungskette bei diesen Top-Prädatoren nicht messbar sein, da ihre Nahrungsgebiete im Vergleich zum Verbringungsgebiet wesentlich größer sind. Eine eingehendere Erläuterung wird in dem nächsten BfG-Bericht enthalten sein, der in der zweiten Jahreshälfte 2011 vorliegen wird.

5.9 Wattmessstellen

Die Sedimente der Messstationen Wesselburener Loch und Holmer Fährle weisen, wie bereits in den vergangenen Jahren festgestellt, mit Werten zwischen 8 und 25 % in der Fraktion < 20 µm relativ geringe Feinkornanteile auf. Die vorgefundenen Metallgehalte der Fraktion < 20 µm unterscheiden sich nicht von dem bekannten Verteilungsmuster der Metallbelastung von Wattsedimenten (Tab A 23). Eine Zunahme über die Zeit wird nicht festgestellt. Verklappungsbedingte Effekte werden somit nicht ermittelt.

Die Bestimmungsgrenzen der organischen Schadstoffe wurden durch Verbesserungen in der Analytik des Handelslabors für DDT und Metabolite, PCB, PeCB, HCB und Mineralöl ab dem 2. Quartal 2010 deutlich erniedrigt. Dennoch bewegen sich die ermittelten Werte mehrheitlich unterhalb der Bestimmungsgrenzen, vereinzelt nur knapp darüber (Tab A 23).

Die Analysen der Messstationen aus dem Niedersächsischen Wattenmeer werden von der BfG im Rahmen ihres Jahresberichts 2010 ausgewertet und in der 2. Jahreshälfte 2011 vorgelegt.

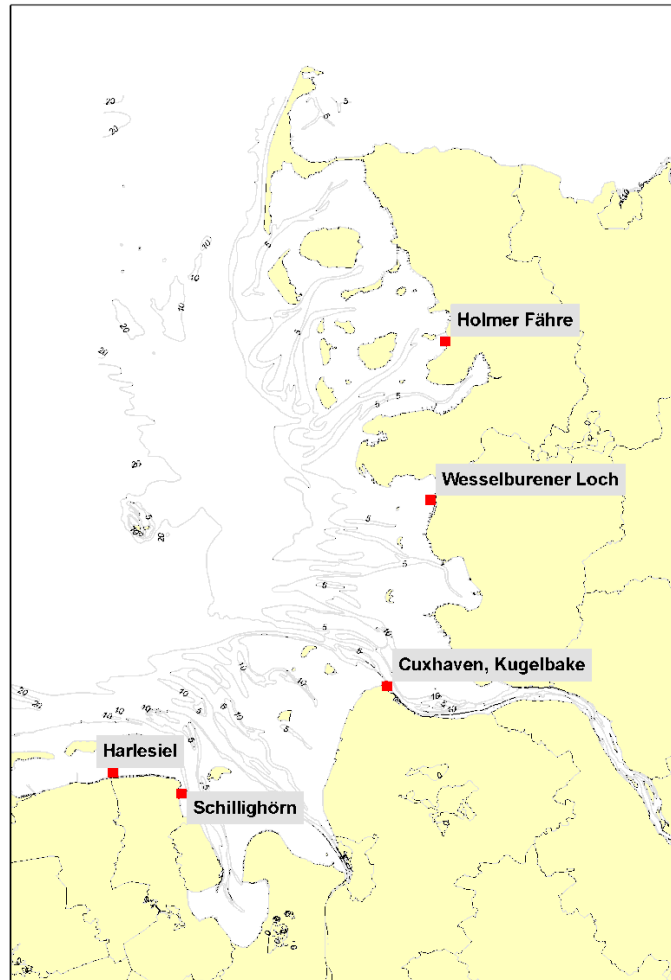


Abb. 5-14 Wattmessstellen

6. Übersicht über die Erfüllung der Maßgaben der Einvernehmensklärung

Im Folgenden wird die Einhaltung der einzelnen Maßgaben gemäß „Einvernehmen zum Verbringen von Baggergut aus Unterhaltungsmaßnahmen der hamburgischen Delegationsstrecke der Bundeswasserstraße Elbe aus Teilbereichen der Norderelbe, Süderelbe und des Köhlbrands in die Nordsee auf das Hoheitsgebiet Schleswig-Holstein“ durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein vom 1. August 2008 in der am 28. Juli 2009 geänderten Fassung bewertet.

0. Das Einvernehmen erstreckt sich für 2010 auf folgende zulässige Jahreshöchstmengen: Norderelbe 400.000 m³ / Süderelbe 800.000 m³ / Köhlbrand 800.000 m³ // Summe Baggermenge Einvernehmensbereich: 2,0 Mio m³.

Aus der Norderelbe wurden in 2010 397.000 m³, aus der Süderelbe 240.000 m³ und aus dem Köhlbrand 164.000 m³ verbracht. In der Gesamtmenge ergeben sich damit 801.000 m³. Die zulässige Jahreshöchstmenge aus dem Bereich der Norderelbe wurde damit eingehalten. Die zulässigen Mengen aus den Bereichen Süderelbe und Köhlbrand sowie die zulässige Gesamtmenge für das Jahr 2010 wurden deutlich unterschritten.

1. Die Einbringung ist nach den Festlegungen dieses Schreibens vorzunehmen. (...) Abweichungen sind schriftlich zu begründen und bedürfen des vorherigen Einvernehmens des MLUR.

Sofern Abweichungen aufgetreten sind, sind diese in den folgenden Punkten aufgeführt.

2. Der Maßnahmenträger stellt sicher, dass der beauftragte Baggerunternehmer eine Ausfertigung dieses Schreibens erhält und die Bestimmungen dieses Schreibens beachtet werden.

Dies ist erfolgt.

3. Es sind für den gesamten Zeitraum der Unterhaltungsbaggerung fortlaufend Daten zur gemessenen Wassertemperatur auf der Einbringstelle, zu den Betriebszeiten, der Beladung der Schiffseinheit, der Abfahrts- und Ankunftszeit der Schiffseinheit und die Positionsangabe vor jedem Einbringvorgang zu erheben und halbjährlich dem MLUR zu übersenden.

Diese Daten wurden für den Verbringungszeitraum Dezember 2009 bis Februar 2010 erhoben und am 09.03.2010 per e-Mail an das MLUR gesandt.

4. Das Einbringen des Baggergutes ist so vorzunehmen, dass im Bereich um die unmittelbare Einbringposition herum (1-km-Radius) eine möglichst gleichmäßige Verteilung des eingebrachten Baggergutes erfolgt.

Das Baggergut wurde im 1-km-Radius um das Zentrum der Schüttstelle herum möglichst gleichmäßig eingebracht.

5. Die aktuelle chemische und ökotoxikologische Qualität aus den Teilbereichen der Stromelbe gemäß Tabelle dieses Schreibens entnommenen Sediments muss jeweils vor der Baggergutentnahme gemäß HABAK/BLABAK ermittelt werden.

Im Jahr 2010 fanden aufgrund des hohen Oberwassers und der damit verbundenen geringen Sedimentmächtigkeit keine Freigabeuntersuchungen im Bereich der Delegationsstrecke statt. Eine Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 erfolgte nur im Januar und Februar des Jahres 2010 auf Basis der im Jahr 2009 durchgeführten Freigabeuntersuchungen. Daher hier übernommen aus dem Jahresbericht 2009:

Die chemische und ökotoxikologische Qualität der entsprechenden Teilbereiche wurde für den Verbringungszeitraum Dezember 2009 bis Februar 2010 gemäß HABAK-WSV und der darin enthaltenen chemischen Parameterliste sowie ökotoxikologischen Untersuchungsanforderungen ermittelt.

In Ergänzung zu den dort vorgegebenen chemischen Parametern wurden zusätzliche HCH- und Organozinnverbindungen sowie PCDD/PCDF untersucht.

Bei den in 2009 durchgeführten ökotoxikologischen Tests handelte es sich um

- *Limnischer Algentest (DIN 38 412-L33, DIN EN ISO 8692)*
- *Mariner Algentest (ISO 10253)*
- *Limnischer und mariner Leuchtbakterientest (DIN EN ISO 11348-2)*
- *Daphnientest (DIN 38 412-L30)*
- *Amphipodentest (ISO 16712)*

Die HABAK-WSV wurde in 2009 durch die „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen“ (GÜBAK, entspricht „BLABAK“) ersetzt. Die Datenerhebung lässt auch eine Bewertung nach den Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zu. Diese stellen nach Rücksprache mit dem MLUR ab dem 1.1.2010 die Bewertungsgrundlage für Baggergutverbringungen zur Tonne E3 dar. Daher erfolgte die Baggergutbewertung des Verbringungszeitraumes Dez 2009 – Feb 2010 in Absprache mit dem MLUR im vorliegenden Bericht nach beiden Richtlinien.

6. Die in den verschiedenen Teilbereichen gemäß Tabelle dieses Schreibens aktuell anfallenden Sedimente müssen mit den jeweiligen Baggermengen und Probennahmestellen sowie chemischen Eigenschaften und toxischen Wirkungen jeweils getrennt dargestellt und bewertet werden.

Im Jahr 2010 fanden aufgrund des hohen Oberwassers und der damit verbundenen geringen Sedimentmächtigkeit keine Freigabeuntersuchungen im Bereich der Delegationsstrecke statt. Eine Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 erfolgte nur im Januar und Februar des Jahres 2010 auf Basis der im Jahr 2009 durchgeführten Freigabeuntersuchungen. Daher hier übernommen aus dem Jahresbericht 2009:

Die anfallenden Sedimente der drei Teilbereiche aus der Delegationsstrecke werden mit ihren chemischen Eigenschaften (Tab A 1 bis Tab A 9) und toxischen Wirkungen (Tab A 10 bis Tab A 14) jeweils getrennt dargestellt und bewertet.

7. Für jeden dieser Teilbereiche muss die Probenanzahl gemäß der unter Punkt 0 genannten voraussichtlichen Sedimentmengen getrennt festgelegt werden und mindestens den Anforderungen der HABAK/BLABAK entsprechen.

Im Jahr 2010 fanden aufgrund des hohen Oberwassers und der damit verbundenen geringen Sedimentmächtigkeit keine Freigabeuntersuchungen im Bereich der Delegationsstrecke statt. Eine

Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 erfolgte nur im Januar und Februar des Jahres 2010 auf Basis der im Jahr 2009 durchgeführten Freigabeuntersuchungen. Daher hier übernommen aus dem Jahresbericht 2009:

Die Probenanzahl der drei Teilbereiche entsprach den Anforderungen der HABAK/BLABAK (letzteres jetzt GÜBAK). Die Anzahl der einzelnen Analysen pro Teilgebiet ist in Tab A 1 bis Tab A 6 aufgeführt.

8. Die Probenanzahl muss in den einzelnen Entnahmebereichen mit den bisher höchsten Belastungen weitest möglich verdichtet werden, so dass höher belastete Bereiche ggf. gesondert entnommen und entsorgt werden können.

Für das Jahr 2010 wurde vereinbart, bei der Freigabeuntersuchung der Süderelbe die Beprobungsdichte auf mindestens 14 Punkte zu verdichten. Da im Jahr 2010 keine Freigabeuntersuchungen stattfanden, wurde dies noch nicht durchgeführt.

9. Die Ergebnisse der jeweiligen Probenahmen und Analysen sowie die Bewertung müssen dem MLUR als oberste Wasserbehörde des Landes Schleswig-Holstein unverzüglich zur Verfügung gestellt werden.

Im Jahr 2010 fanden aufgrund des hohen Oberwassers und der damit verbundenen geringen Sedimentmächtigkeit keine Freigabeuntersuchungen im Bereich der Delegationsstrecke statt. Eine Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 erfolgte nur im Januar und Februar des Jahres 2010 auf Basis der im Jahr 2009 durchgeführten Freigabeuntersuchungen. Daher hier übernommen aus dem Jahresbericht 2009:

Die Daten wurden jeweils per e-Mail am 15.12.09 (Daten der Freigabeuntersuchung für die Verbringung 2009/2010) sowie am 1.10.2010 und am 29.10.2010 (Daten aus dem Monitoringprogramm bei der Tonne E3 2010) an das MLUR übersandt.

10. Maßgabe in der geänderten Fassung des Einvernehmens vom 28. Juli 2009, Änderungen kursiv:

Für die Auswahl der zu verbringenden Sedimente ist die vorherige Beprobung weiter auf mindestens 10 Proben pro Teilstrecke und pro Baggerkampagne zu verdichten. Auf der Basis der so gewonnenen Schadstoffverteilung in den Baggerbereichen dürfen die nach dem Einvernehmen vom 1. August 2008 zugelassenen Sedimente nur dann eingebracht werden, wenn ihre Belastungen mit HCB, TBT sowie Summe DDT und Metabolite die für den jeweiligen Teilbereich zwischen 2005-2007 ermittelten 90-Perzentil-Werte nicht übersteigen und zusätzlich der arithmetische Mittelwert ihrer jeweiligen chemischen oder ökotoxikologischen Parameter nicht signifikant höher ist als die entsprechenden arithmetischen Mittelwerte derselben Teilbereiche aus den Jahren 2005 bis 2007, d.h. es müssen z.B. im Baggerbereich Köhlbrand die aktuellen Belastungswerte mit den vorangegangenen verglichen werden und entsprechendes bei den Baggerbereichen Süderelbe und Norderelbe.

Im Jahr 2010 wurden aufgrund der geringen Sedimentmächtigkeit im Bereich der Delegationsstrecke keine Freigabeuntersuchungen durchgeführt. Eine Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 erfolgte nur im Januar und Februar des Jahres 2010 auf Basis der im Jahr 2009 durchgeführten Freigabeuntersuchungen. Daher hier übernommen aus dem Jahresbericht 2009:

Die Bewertung im Jahr 2009 erfolgte nach Teilbereichen getrennt. Die arithmetischen Mittelwerte der chemischen Parameter wurden mit den Mittelwerten der jeweils entsprechenden Teilabschnitte aus den Jahren 2005-2007 statistisch verglichen (Tab A 7 -Tab A 9). Für die Daten der Beprobungen aus dem Sommer 2009 wurde zusätzlich der in der Änderung des Einvernehmens vom 28. Juli 2009 geforderte Vergleich mit den in den Jahren 2005-2007 ermittelten 90. Perzentilwerten der Parameter HCB, Summe 6 DDX sowie TBT durchgeführt (Abschn. 4.1).

Bei der Beprobung im August 2009 wurde ein Bereich angrenzend an eine Baustelle ermittelt, in dem höhere PAK-Befunde auftraten. Dieser wurde gesondert entnommen und anderweitig verbracht. Zudem wurde im Köhlbrand ein Punkt mit einer DDX-Belastung und einer mit einer HCB-Belastung ermittelt, die jeweils oberhalb des 90. Perzentils aus den Jahren 2005-2007 lagen. In der Norderelbe wurde ein Punkt mit einer höheren TBT-Belastung ermittelt. Diese drei Punkte wurden ebenfalls gesondert entnommen und anderweitig verbracht.

11. Baggergut mit einer TBT-Belastung von über 300 µg OZK/kg darf nicht eingebracht werden.

Im Jahr 2010 wurden aufgrund der geringen Sedimentmächtigkeit im Bereich der Delegationsstrecke keine Freigabeuntersuchungen durchgeführt. Eine Verbringung von Sedimenten zur Tonne E3 erfolgte nur im Januar und Februar des Jahres 2010 auf Basis der im Jahr 2009 durchgeführten Freigabeuntersuchungen. Daher hier übernommen aus dem Jahresbericht 2009:

Es wurde kein Baggergut mit einer TBT-Belastung von über 300 µg OZK/kg in die Nordsee verbracht. Baggergut mit einer höheren TBT-Belastung von 400 µg/kg wurde an einem Punkt in der Norderelbe vorgefunden (s. Kap. 4.1). Dieser wurde gesondert entnommen (siehe auch Ziffer 10).

12. Maßgabe in der geänderten Fassung des Einvernehmens vom 28. Juli 2009 (Änderungen kursiv): Baggergut, dessen Schadstoffqualität eine signifikante ökotoxikologische Verschlechterung der Sedimentqualität an oder signifikante Bioakkumulation außerhalb der Einbringstelle erwarten lässt, darf nicht eingebracht werden.

Die Beprobung des Baggergutes vor Beginn des Verbringungszeitraumes 2009 / 2010 ließ keine ökotoxikologische Verschlechterung der Sedimentqualität an der Einbringstelle erwarten.

Dennoch wurden im Frühjahr und Sommer 2010 auffällige ökotoxikologische Befunde ermittelt, die dem MLUR unverzüglich übersandt wurden und eine weitere Baggergutverbringung zunächst nicht zuließen. Die BfG wurde zur Abklärung der Befunde mit einer Stellungnahme beauftragt. Sie kommt darin zu dem Schluss, dass die analytischen Auswirkungen der hohen Makrozoobenthos-Dichte auf der Einbringstelle Ursache für die festgestellten ökotoxikologischen Effekte sein könnten. Selbst wenn in Einzelfällen eine Belastung der Sedimente verantwortlich gewesen sein sollte, war diese bis November 2011 in jedem Fall wieder abgeklungen. Eine Verletzung der Bedingungen des Einvernehmens liegt somit nicht vor, zumal die Ergebnisse der Baggergutbeprobung auch keine Verschlechterung erwarten ließen.

Die BfG kommt daher abschließend zu dem Schluss, dass die vorliegenden Untersuchungsergebnisse keine nachhaltige ökotoxikologische Belastung des Verbringungsbereichs erwarten lassen. Gegen eine Fortführung der Verbringungsmaßnahme gibt es laut BfG aus ökotoxikologischer Sicht keine begründeten Bedenken. Dennoch wurde das ökotoxikologische Monitoring zur Ergebnisabsicherung und Ursachenklärung angepasst bzw. erweitert (s. Kap. 5.4.2)

Die Daten der Bioakkumulation aus den Untersuchungskampagnen des Jahres 2010 zeigen, wie auch bereits in den Jahren 2008 und 2009, weiterhin eine signifikante Bioakkumulation auf der

Einbringstelle an. Eine Bioakkumulation außerhalb der Einbringstelle wird hingegen nicht festgestellt, so dass auch hier die Einvernehmensregelung erfüllt ist.

13. Unabhängig davon darf Baggergut mit einer hohen und sehr hohen Toxizität, d.h. pT-Werten von 5 und 6, nicht eingebracht werden.

Baggerguttoxizitäten mit pT-Werten von 5 und 6 wurde nicht ermittelt.

14. Zur Ermittlung der unter 10. und 12. genannten Signifikanzen sind geeignete statistische Testverfahren durchzuführen.

Statistische Testverfahren zur Ermittlung der unter 10. und 12. genannten Signifikanzen für chemische und der ökotoxikologische Parameter wurden durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Testverfahren wurden an dem unter 9. genannten Termin an das MLUR versandt.

Die statistischen Testverfahren zur Bioakkumulation wurden ebenfalls durchgeführt. Die Ergebnisse wurden dem MLUR am 17.8.2011 übersandt.

15. Sedimente aus den Hafenzufahrten und den Hafenbecken dürfen im Rahmen dieses Einvernehmens nicht eingebracht werden.

Es wurden weder Sedimente aus Hafenzufahrten noch aus Hafenbecken verbracht.

16. Die tatsächlichen chemischen, ökotoxikologischen und biologischen Umweltauswirkungen sind entsprechend eines zwischen Hamburg und Schleswig-Holstein abzustimmenden Monitoringkonzeptes zu erfassen und zu bewerten.

Das abgestimmte Monitoringkonzept wird kontinuierlich fortgeschrieben. Eine Abstimmung hierüber erfolgt in einer gemeinsamen Arbeitsgruppe aus den Ländern und dem Bund (s.a. Maßgabe 18). Die BfG hat ihren Monitoringkonzeptvorschlag vom 31.1.2010 im November 2010 überarbeitet und am 19.11.2010 einen aktualisierten Vorschlag vorgelegt, der zwischenzeitlich mit den Teilnehmern der Monitoring-Arbeitsgruppe abgestimmt wurde (aktueller Stand des Konzeptes: 31. März 2011).

17. Im Rahmen des Monitorings ist durch geeignete Untersuchungen sicherzustellen, dass keine Beeinträchtigungen der Umwelt durch weiträumige Verdriftungen eintreten.

Untersuchungen zur Verdriftung von Sedimentmaterial bzw. die Ergebnisse der Wattmessstellen in Schleswig-Holstein und Niedersachsen ergeben keine erkennbare Beeinflussung gesetzlich geschützter Gebiete und touristisch genutzter Gebiete. Bei den diesbezüglichen Untersuchungen handelt es sich um ADCP – Messungen vom Oktober 2005, Modellierungen der BAW 2005/2006 (ausführlich im E3-Jahresbericht 2006 der HPA) und um die seit 2007 vierteljährlich untersuchten Wattmessstellen.

18. Maßgabe in der geänderten Fassung des Einvernehmens vom 28. Juli 2009 (Änderungen *kursiv*): Das Monitoringkonzept ist halbjährlich in einer vom Antragssteller einzuberufenden Arbeitsgruppe unter Beteiligung von Vertretern der Wasser- und Schifffahrtsverwaltungen des Bundes sowie der Länder Schleswig-Holstein, Hamburg und Niedersachsen zu

überprüfen und fortzuschreiben. Die HPA wird die Ergebnisse der Arbeitsgruppentreffen jeweils innerhalb von vier Wochen in zwischen den Gruppenmitgliedern abgestimmten Ergebnisprotokollen dokumentieren.

Die Sitzungen des von HPA einzuberufenden entsprechenden Gremiums zur Fortschreibung des Monitoringkonzeptes fanden am 18.3.2010 sowie am 12.11.2010 statt. Das Protokoll der Sitzung vom 18.3.2010 wurde aufgrund des erforderlichen Abstimmungsprozesses am 15.6.2010, das Protokoll der Sitzung vom 12.11.2010 am 21.12.2010 fertiggestellt. Das aktuelle (ggf. halbjährlich) fortzuschreibende Monitoringkonzept wurde im November 2010 von der BfG als Entwurf vorgelegt, und mit Stand vom 31.3.2011 innerhalb der Monitoring-AG abgestimmt.

19. Um sicherzustellen, dass auch Auswirkungen auf niedersächsische Gewässer auszuschließen sind, müssen in Absprache mit dem MLUR und dem NLWKN 3 Messstellen in niedersächsischen Küstengewässern abgestimmt und zusätzlich in das Monitoringprogramm aufgenommen werden.

Auf niedersächsischem Gebiet lagen bereits zwei Messstellen vor. Eine dritte ist in das Monitoringprogramm aufgenommen worden.

20. Maßgabe in der geänderten Fassung des Einvernehmens vom 28. Juli 2009 (Änderungen *kursiv*): Im Zusammenhang mit diesem Überwachungsmonitoring müssen in Abstimmung mit der Zulassungsbehörde ergänzende Untersuchungsverfahren zur besseren Beurteilung der Bioakkumulation im Ablagerungsbereich ermittelt und *bei Bedarf* maßnahmenbegleitend umgesetzt werden. Die bereits begonnenen Untersuchungen an der Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*) und der Pfeffermuschel (*Abra alba*) werden fortgeführt und erweitert sowie durch ein innerhalb der Monitoringgruppe (s. Auflage 18) im Detail abzustimmendes Schadstoffmonitoring bei Fischen ergänzt. Die dafür verwendete Fischart muss auf Grundlage ihrer Lebensgewohnheiten ein geeigneter Indikator für derartige Untersuchungen sein. Probenumfang und Probenahmegebiete müssen so gewählt werden, dass aussagekräftige und statistisch abgesicherte Ergebnisse erzielt werden.

Im August 2009 wurde das Monitoring der Wellhornschnecke von insgesamt 60 Proben im Jahr 2008 auf insgesamt 210 Proben erweitert. Dabei wurden die Proben auf der Einbringstelle und im 2-km-Kreis in vier Untergruppen getrennt nach Himmelsrichtungen entnommen. Zudem wurde der 3-km-Kreis in das Untersuchungsprogramm mit aufgenommen. Im Jahr 2010 wurden zu beiden Terminen jeweils 180 Proben entnommen und auf die kritischen Parametergruppen der chlororganischen und zinnorganischen Schadstoffe analysiert. Die PCB und Schwermetalle, die bisher keine Tendenz zur Anreicherung im Einbringungsgebiet zeigten, wurden nach Abstimmung in der AG Monitoring daher zur Beweissicherung nur zum Sommer-Termin 2010 an insgesamt 140 Proben untersucht.

Es wurde im Herbst 2009 ein Schadstoffmonitoring an Fischen installiert. Als Fischart wurde in Abstimmungen mit dem MLUR und der BfG die Kliesche ausgewählt. Die erste Fischbeprobung wurde im Oktober 2009, die zweite im September und im Oktober 2010 durchgeführt.

Im August 2010 konnte aufgrund eines im Referenzgebiet zu geringen Vorkommens dort zu wenig Pfeffermuschel-Material für eine zuverlässige statistische Analytik gewonnen werden. In den übrigen im August 2010 beprobten Gebieten sowie in allen Gebieten aus dem April 2010 wurde hingegen ausreichend Material gewonnen.

Das Bioakkumulationsmonitoring wurde daher seit 2009 erheblich erweitert und die Einvernehmensregelung somit erfüllt.

21. Fischereibiologische Auswirkungen und Auswirkungen auf die Fischereiwirtschaft müssen unter Einsatz von realem Fanggeschirr ermittelt werden.

Es wurde ein kommerzielles Schollengeschirr eingesetzt. Nach Auffassung der o.g. Arbeitsgruppe ist keine Änderung erforderlich.

22. Schad- und Nährstoffbelastungen sind an der Verbringungsstelle zusätzlich auf der Grundlage der so genannten EAC-Werte nach OSPAR zu bewerten.

Eine Bewertung nach den EAC-Werten erfolgt im Jahresbericht der BfG, der in der 2. Jahreshälfte 2011 vorgelegt wird.

23. Die HPA hat dem MLUR halbjährlich einen kurzen, fachlich präzisen und gleichzeitig populärwissenschaftlich verständlichen Zwischenbericht zur Gesamtmaßnahme vorzulegen, der neben den wichtigsten Angaben zur Maßnahmendurchführung, zur Erfüllung der Nebenbestimmungen sowie diesbezüglichen tabellarischen Zusammenfassungen und übersichtlichen Grafiken auch eine Bewertung enthält.

Der erste halbjährliche Kurzbericht für das Jahr 2010 wurde dem MLUR im Juni 2010 im Entwurf und im Dezember 2010 in einer abgestimmten Fassung vorgelegt. Der zweite halbjährliche Kurzbericht für das Jahr 2010 wurde Ende Januar 2011 im Entwurf und im Juli 2011 in einer abgestimmten Fassung vorgelegt.

24. Die HPA hat dem MLUR jährlich einen umfassenden Bericht über den Fortschritt der Gesamtmaßnahme, das durchgeführte Monitoring und dessen Ergebnisse sowie eine Bewertung vorzulegen. Dabei ist die Erfüllung aller Maßgaben dieses Schreibens jeweils einzeln begründet zu bestätigen.

Dieser Bericht wird hiermit vorgelegt. Eine ausführlichere wissenschaftliche Dokumentation erfolgt im Jahresbericht der BfG, der in der zweiten Jahreshälfte 2011 vorliegen wird.

25. Die HPA hat darüber hinaus gegenüber dem MLUR mindestens einmal jährlich über die Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen aus dem Strombau- und Sedimentmanagementkonzept zu berichten und dadurch die unverzügliche Umsetzung der in diesem Konzept benannten Einzelmaßnahmen entsprechend eines konkreten Zeitplanes zu dokumentieren.

Die Abstimmung über die Umsetzung des Strombau- und Sedimentmanagementkonzepts für die Tideelbe erfolgt regelmäßig zwischen den zuständigen Stellen der Länder und des Bundes. Ein entsprechender Bericht zum Stand der Umsetzung wurde dem MLUR am 31.1.2011 per e-Mail als Entwurf übersandt.

26. Maßgabe in der geänderten Fassung des Einvernehmens vom 28. Juli 2009 (Änderungen kursiv): Im Zusammenhang mit der Umsetzung des Strom- und Sedimentmanagementkonzeptes sind einmal jährlich eine kombinierte Laserscan- und Luftbildbefliegung des trocken fallenden Bereichs des Elbeästuars anzufertigen und auszuwerten (Luftbilder: sw-digital, georeferenziert auf UTM/ETRS 89, Auflösung Bodenpixel 20 cm Kantenlänge).

Die Befliegungen wurden im Frühjahr 2010 wie geplant durchgeführt. Die Luftbilder befinden sich noch in Bearbeitung bei den ausführenden Firmen. Die Lieferung der Bilder wird voraussichtlich Ende August 2011 erfolgen.

27. Neue Maßgabe in der geänderten Fassung des Einvernehmens vom 28. Juli 2009: Der Maßnahmenträger wird verpflichtet, nach Ende der Maßnahme auf Anforderung des MLUR die Verbringungsstelle mit unbelastetem Material abzudecken („Capping“) und nachfolgend für einen Zeitraum von wenigstens zwei Jahren ein angemessenes nachsorgendes Monitoring durchzuführen.

Das MLUR wird über die Durchführung der Maßnahme auf der Grundlage der Monitoringergebnisse sowie weiterer Voruntersuchungen durch den Maßnahmenträger entscheiden. Hierfür hat der Maßnahmenträger die für das Capping erforderlichen Voruntersuchungen rechtzeitig, d.h. mindestens sechs Monate, vor Beendigung der Verbringung in Abstimmung mit dem MLUR und der Wasser- und Schifffahrtsdirektion des Bundes abzuschließen.

HPA erstellt auf Grundlage der Vor-Ort-Bedingungen und unter Bezug auf entsprechende Richtlinien grundlegende Studien zum Capping der Verbringungsstelle und ist dazu auch im Kontakt mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. Weitergehende Details werden in dem Jahresbericht 2011 enthalten sein.

FAZIT

Die Maßgaben des „Einvernehmens zum Verbringen von Baggergut aus Unterhaltungsmaßnahmen der hamburgischen Delegationsstrecke der Bundeswasserstraße Elbe aus Teilbereichen der Norderelbe, Süderelbe und des Köhlbrands in die Nordsee auf das Hoheitsgebiet Schleswig-Holstein“ mit dem Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein vom 1. August 2008 in der am 28. Juli 2009 geänderten Fassung wurden im Jahr 2010 grundsätzlich eingehalten. Abweichungen von den Maßgaben wurden mit dem MLUR abgestimmt. Sie sind unter den vorgenannten Punkten jeweils aufgeführt und begründet.

7. Ausblick

Im Jahre 2011 wird das im Juni 2008 von HPA und Bundeswasserstraßenverwaltung vorgelegte „Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tideelbe“ durch 6 internationale Experten einer fachlichen Evaluation unterzogen; das Ergebnis soll im Sommer des Jahres vorliegen.

Das Strombau- und Sedimentmanagementkonzept ist auch Teil des Fachbeitrags Wasserstraßen und Häfen im Rahmen des Integrierten Bewirtschaftungsplans zur Planung und Umsetzung von Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen für die Natura 2000-Gebiete am Elbeästuar.

Das Konzept entspricht im Ansatz den im Dokument „Guidance on the implementation of the Birds and Habitat Directives in estuaries and coastal zones - with particular attention to port development and dredging“ getroffenen Anregungen. Das Dokument wurde im Februar 2011 von der Generaldirektion Umwelt der EU Kommission vorgelegt und enthält Hinweise in Bezug auf Unterhaltungsbaggerungen in Natura 2000 Gebieten.

In 2009 hat die IKSE eine Ad-hoc-Expertengruppe „Sedimentmanagement“ eingerichtet, deren Arbeit durch eine Arbeitsgruppe der FGG Elbe unterstützt wird. Gemäß Mandat sollen u.a. Vorschläge für einen ökonomisch und ökologisch vertretbaren Umgang mit den Sedimenten im El-

bestrom und den relevanten Nebenflüssen für die einzelnen Sedimentklassen in Abhängigkeit vom Gefährdungspotenzial erarbeitet werden.

HPA und BSU unterstützen im Rahmen des Projektes Elbesanierung ELSA Maßnahmen zur Elbesanierung finanziell mit einer Summe von insgesamt 11 Mio. Euro bis zum Jahr 2015; über die Verwendung der bereitgestellten Mittel ist im Rahmen der FGG Elbe bzw. der IKSE zu befinden.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Entwicklungen soll das Strombau- und Sedimentmanagementkonzept schnellstmöglich umgesetzt sowie fachlich weitergeschrieben und weiter konkretisiert werden. Dies ist zur Sicherung des Hamburger Hafens und zur Sicherung der verschiedenen Schutzziele gemeinsam mit Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und den Ländern erforderlich

Aufgrund des hohen Abflusses in der Elbe seit Beginn des Jahres 2010 ist die aktuelle Sedimentation in Hamburg außergewöhnlich gering. Gleichzeitig ist nicht auszuschließen, dass die Schadstoffbelastung der frischen Sedimente aufgrund einer Remobilisation von Altsedimenten im oberstromigen Elbegebiet ansteigt.

Vor diesem Hintergrund ist eine weitere Verbringung von Elbesedimenten aus der Hamburger Stromelbe zur Tonne E3 im Rahmen des bestehenden Einvernehmens bis Ende 2011 grundsätzlich vorgesehen, es ist derzeit aber noch nicht absehbar, ob entsprechende Mengen vorhanden sein werden und ob deren Verbringung aufgrund der Auflagen des Einvernehmens zulässig ist.

ANHANG

Klappstelle 7° 58' E 54° 03' N

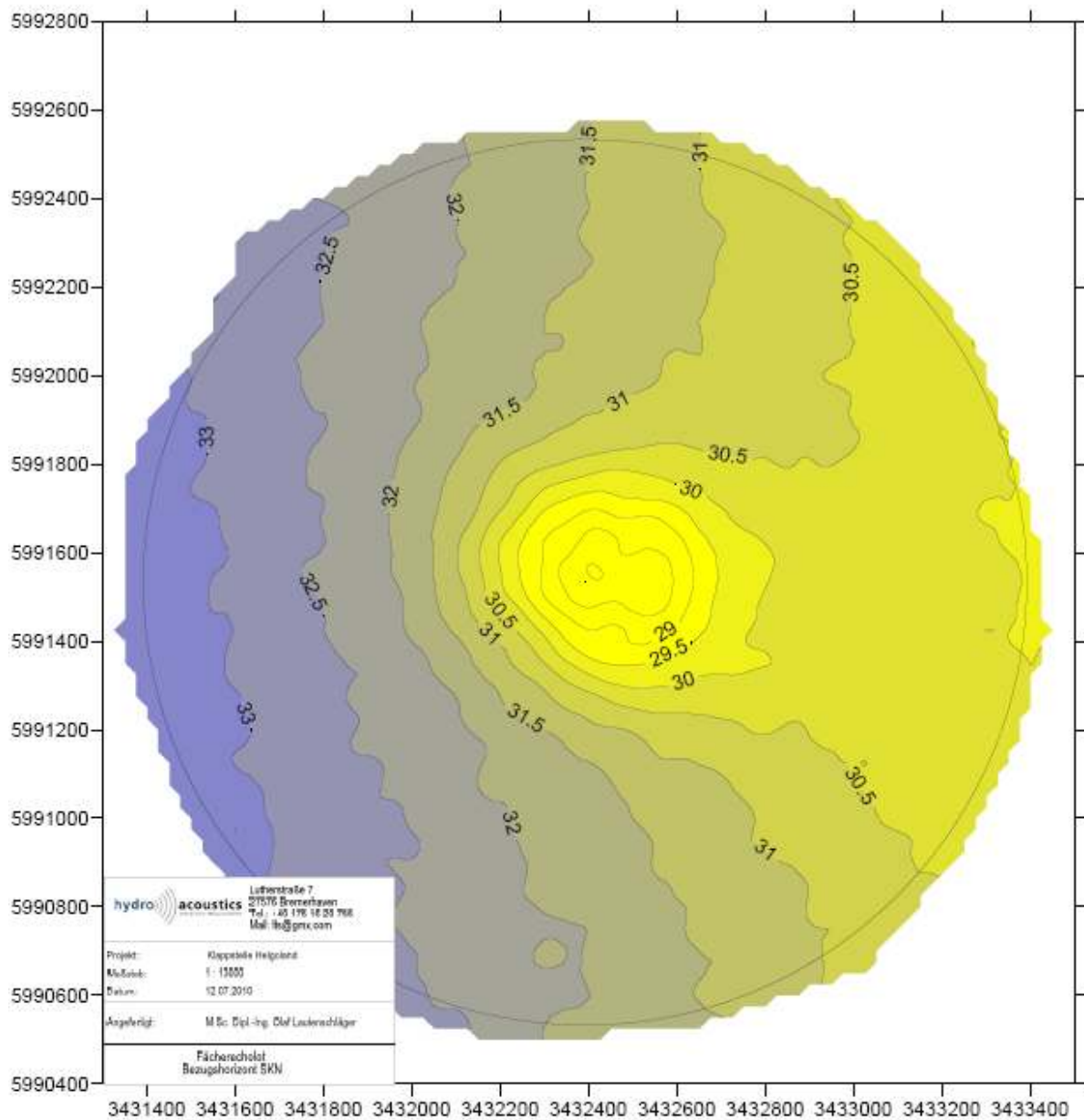


Abbildung A 1 Bathymetrie im 2 km-Umkreis um die Klappstelle vom Juli 2010

Tab A 1 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus dem Köhlbrand (August 2009), Einordnung der Wert nach der HABAK-WSV

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	10	0	48,6	55,4	54,2	58,5	58,8
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	1,4	2,3	2,3	2,9	2,9
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	18,3	32,9	32,1	37,9	41,9
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	10	0	16,0	20,8	20,9	23,3	27,2
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	10	0	21,7	25,5	25,6	28,5	29,6
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	10	0	11,8	18,0	18,2	24,9	28,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	10	0	0,8	1,7	2,5	4,7	6,6
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	10	1	< 0,1	0,2	0,4	0,7	2,0
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	10	3	< 0,1	0,2	0,3	0,6	0,8
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	10	3	< 0,1	0,1	0,2	0,3	0,7
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	37,6	53,3	53,0	61,5	62,0
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	1590	2405	2317	2929	3010
Phosphor	mg/kg TS	10	0	750	975	1016	1210	1300
Schwefel	mg/kg TS	10	0	1600	2250	2230	2620	2800
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	10	0	11	13	13	15	16
Blei	mg/kg TS	10	0	18	28	28	31	34
Cadmium	mg/kg TS	10	0	0,7	1,1	1,1	1,4	1,4
Chrom	mg/kg TS	10	0	15	20	21	25	27
Kupfer	mg/kg TS	10	0	21	28	28	33	33
Nickel	mg/kg TS	10	0	11	14	14	17	17
Quecksilber	mg/kg TS	10	0	0,44	0,63	0,64	0,79	0,82
Zink	mg/kg TS	10	0	158	208	211	254	261
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	32	35	35	37	38
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	77	84	83	85	89
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,8	3,4	3,2	3,8	4,1
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	51	56	57	62	66
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	56	72	72	80	86
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	34	35	36	38	40
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,4	1,8	1,8	2,0	2,0
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	457	644	621	694	747
Mineralölkohlenwasserstoff								
Mineralöl	mg/kg TS	10	0	56	68	70	83	95
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	10	10	< 25	< 25	k.MW	< 25	< 25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	10	0	44	56	57	68	78
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	10	0	0,7	1,1	1,2	1,5	1,7
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	10	2	< 0,5	0,6	0,6	0,8	0,8
PCB 52	µg/kg TS	10	5	< 0,5	< 0,5	0,5	0,6	0,6
PCB 101	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,0	1,0	1,2	1,3
PCB 118	µg/kg TS	10	1	< 0,5	0,6	0,7	0,8	0,8
PCB 138	µg/kg TS	10	0	0,9	2,1	2,0	2,4	2,7
PCB 153	µg/kg TS	10	0	1,4	3,0	2,8	3,4	3,4
PCB 180	µg/kg TS	10	0	0,7	1,9	1,8	2,3	2,5
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	10	0	5,0	10,1	9,4	11,2	11,4

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	1	< 0,1	0,3	0,3	0,4	0,5
gamma-HCH	µg/kg TS	10	7	< 0,1	< 0,1	k.MW	0,1	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	0,6	2,5	2,4	3,2	3,7
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	1,7	7,4	7,1	9,5	9,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	2	< 0,5	2,3	2,7	5,8	7,1
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	3	< 0,5	0,7	0,7	0,8	0,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	0,5	4,3	4,4	5,9	12,0
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	17	28	27	33	35
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	13	21	20	25	34
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	47	73	82	120	120
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	9	13	14	19	19
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	10	< 1	< 1	k.MW	< 1	< 1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	10	< 1	< 1	k.MW	< 1	< 1
Sonstige								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	10	0	0,6	0,8	0,8	1,0	1,2
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	10	0	179	208	225	286	361
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	10	0	1,1	1,6	1,9	2,5	4,6
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	10	2	< 0,5	1,8	1,7	2,3	3,0
PCB 52	µg/kg TS	10	5	< 0,5	< 0,9	1,0	1,6	1,6
PCB 101	µg/kg TS	10	1	< 0,5	2,8	3,0	3,8	6,0
PCB 118	µg/kg TS	10	1	< 0,5	2,0	2,0	2,5	3,4
PCB 138	µg/kg TS	10	0	3,4	5,9	6,6	7,9	14,8
PCB 153	µg/kg TS	10	0	5,4	8,3	9,1	10,8	18,6
PCB 180	µg/kg TS	10	0	2,8	5,2	6,0	7,8	13,7
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	10	0	19,3	27,9	30,6	35,9	62,1
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	1	< 0,1	0,9	0,9	1,3	1,6
gamma-HCH	µg/kg TS	10	7	< 0,1	< 0,1	k.MW	0,3	0,4
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	10	10	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	2,2	7,7	7,4	10,4	10,8
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	3,2	9,9	9,8	13,3	17,5
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	6,6	22,5	22,4	29,8	37,7
o,p-DDT	µg/kg TS	10	8	< 0,5	< 0,5	k.MW	1,8	2,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	2	< 0,5	6,7	8,2	17,3	17,5
Summe 6 DDX	µg/kg TS	10	0	13,4	51,7	49,1	67,6	84,1
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	3	< 0,5	1,8	1,6	2,4	2,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	1,9	13,7	13,5	18,3	35,1

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Schadstoffparameter der HABAK sind farblich eingeordnet, Richtwert 1 grün eingefärbt, > Richtwert 2 gelb eingefärbt // Material zur Verbringung mit n=8 statt n=10 (s. Text)

Tab A 2 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus dem Köhlbrand (August 2009), Einordnung der Wert nach der GÜBAK (2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	1,4	2,3	2,3	2,9	2,9
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	18,3	32,9	32,1	37,9	41,9
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	37,6	53,3	53,0	61,5	62,0
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	1590	2405	2317	2929	3010
Phosphor	mg/kg TS	10	0	750	975	1016	1210	1300
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	32	35	35	37	38
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	77	84	83	85	89
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,8	3,4	3,2	3,8	4,1
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	51	56	57	62	66
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	56	72	72	80	86
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	34	35	36	38	40
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,4	1,8	1,8	2,0	2,0
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	457	644	621	694	747
Organozinnverbindungen								
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	47	73	82	120	120
umgerechnet auf < 63 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <63µm								
Mineralöl	mg/kg TS	10	0	112	131	133	157	176
<i>Polycyclische Aromaten <63µm</i>								
PAK Sum16 g.BG	mg/kg TS	10	0	1,45	2,04	2,24	2,63	4,64
Polychlorierte Biphenyle <63µm								
PCB 28	µg/kg TS	10	2	< 0,5	1,2	1,07	1,3	1,5
PCB 52	µg/kg TS	10	5	< 0,5	< 0,7	0,72	1,0	1,0
PCB 101	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,8	1,8	2,3	2,9
PCB 118	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,2	1,19	1,4	1,6
PCB 138	µg/kg TS	10	0	1,80	3,8	3,9	4,5	7,2
PCB 153	µg/kg TS	10	0	2,90	5,1	5,4	6,1	9,0
PCB 180	µg/kg TS	10	0	1,50	3,4	3,5	4,4	6,6
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	10	0	10,3	17,3	18,1	20,4	30,2
Hexachlorcyclohexane <63µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	1	< 0,1	0,6	0,55	0,8	0,8
gamma-HCH	µg/kg TS	10	7	< 0,1	< 0,1	k.MW	0,2	0,2
DDT + Metabolite <63µm								
o,p DDE	µg/kg TS	10	10	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	1,20	5,0	4,5	5,4	6,0
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	1,70	6,5	5,8	7,3	8,5
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	3,50	14,7	13,3	16,3	18,4
o,p-DDT	µg/kg TS	10	8	< 0,5	< 0,5	k.MW	1,0	1,4
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	2	< 0,5	4,1	4,96	10,2	11,5
Summe 6 DDX	µg/kg TS	10	0	7,9	33,0	29,7	39,2	41,5
Chlorbenzole <63µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	3	< 0,5	1,2	1,04	1,4	1,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	1,00	8,0	8,0	10,8	19,5

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Schadstoffparameter der GÜBAK sind farblich eingeordnet, Richtwert 1 grün eingefärbt, > Richtwert 2 gelb eingefärbt // Material zur Verbringung mit n=8 statt n=10 (s. Text)

Tab A 3 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Süderelbe (August 2009), Einordnung der Wert nach der HABAK-WSV

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	10	0	36,7	47,4	47,8	55,3	63,2
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	1,3	3,0	3,0	3,7	3,9
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	17,4	39,0	39,6	48,1	58,3
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	10	0	16,1	18,4	21,0	28,6	31,4
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	10	0	5,0	13,8	16,7	24,1	42,0
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	10	0	4,4	13,1	11,3	16,3	18,8
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	10	0	1,8	11,0	8,1	13,4	13,6
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	10	0	0,1	1,3	1,5	2,9	3,2
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	10	0	0,1	0,5	1,2	3,3	3,9
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	10	3	< 0,1	0,2	0,6	1,9	2,3
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	40,8	57,8	60,6	74,6	75,3
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	1400	3310	3292	4036	4810
Phosphor	mg/kg TS	10	0	840	1500	1454	1700	1700
Schwefel	mg/kg TS	10	0	1800	3550	3550	4280	5000
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	10	0	10	18	18	22	24
Blei	mg/kg TS	10	0	23	43	43	51	56
Cadmium	mg/kg TS	10	0	0,8	1,9	1,8	2,0	2,1
Chrom	mg/kg TS	10	0	20	35	35	43	50
Kupfer	mg/kg TS	10	0	20	40	38	43	45
Nickel	mg/kg TS	10	0	12	20	21	24	28
Quecksilber	mg/kg TS	10	0	0,3	0,9	0,9	1,0	1,1
Zink	mg/kg TS	10	0	146	304	289	334	337
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	33	36	36	37	38
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	84	90	90	96	97
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	2,8	4,1	4,0	4,6	4,8
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	58	61	62	66	67
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	71	82	82	88	93
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	34	36	37	39	39
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,7	2,0	1,9	2,1	2,2
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	585	732	708	783	787
Mineralölkohlenwasserstoff								
Mineralöl	mg/kg TS	10	1	< 50	125	121	144	180
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	10	8	< 25	< 25	k.MW	26	30
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	10	0	37	102	98	123	145
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	10	0	0,9	1,7	1,6	1,8	1,9
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,0	0,9	1,1	1,1
PCB 52	µg/kg TS	10	1	< 0,5	0,8	0,8	0,9	0,9
PCB 101	µg/kg TS	10	0	0,8	1,5	1,4	1,7	1,8
PCB 118	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,0	1,0	1,2	1,3
PCB 138	µg/kg TS	10	0	1,8	3,5	3,3	3,9	4,3
PCB 153	µg/kg TS	10	0	2,4	4,5	4,2	5,0	5,4
PCB 180	µg/kg TS	10	0	1,8	3,1	3,0	3,5	3,8
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	10	0	8,3	15,5	14,7	17,0	18,5

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,15	0,21	0,21	0,24	0,24
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	1,7	4,2	4,0	4,6	4,7
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	4,5	12,0	10,9	12,1	13,0
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	0	1,0	4,3	4,8	8,0	10,0
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	0,6	1,3	1,2	1,4	1,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	2,7	6,2	6,0	7,2	7,6
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	19	34	35	44	53
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	12	21	23	32	35
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	40	67	69	85	110
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	12	22	20	25	26
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	10	< 1	< 1	k.MW	< 1	< 1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	10	< 1	< 1	k.MW	< 1	< 1
Sonstige								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	10	0	0,5	0,8	0,9	1,2	1,4
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	10	1	< 50	304	280	334	357
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g. BG	mg/kg TS	10	0	1,5	2,1	2,1	2,3	2,5
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	10	1	< 0,5	2,4	2,1	2,6	2,7
PCB 52	µg/kg TS	10	1	< 0,5	2,0	1,8	2,2	2,2
PCB 101	µg/kg TS	10	0	2,7	3,8	3,7	4,4	4,5
PCB 118	µg/kg TS	10	1	< 0,5	2,4	2,3	3,2	3,3
PCB 138	µg/kg TS	10	0	6,5	8,6	8,6	10,3	10,3
PCB 153	µg/kg TS	10	0	8,6	10,9	11,0	12,4	13,8
PCB 180	µg/kg TS	10	0	6,0	7,6	7,8	8,9	10,3
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	10	0	28,8	38,0	38,1	44,0	47,6
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,9	1,5	1,5	1,8	2,1
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	10	10	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	7,0	10,3	10,2	11,6	11,7
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	6,4	10,6	10,5	11,9	11,9
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	17,2	28,8	27,9	31,1	31,8
o,p-DDT	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,8	1,8	2,7	3,6
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	0	5,5	10,7	12,1	20,4	22,2
Summe 6 DDX	µg/kg TS	10	0	37,5	65,4	62,9	73,5	78,8
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	2,2	3,2	3,1	3,5	3,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	11,2	15,4	15,2	16,7	18,7

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Schadstoffparameter der HABAK sind farblich eingeordnet, Richtwert 1 grün eingefärbt, > Richtwert 2 gelb eingefärbt

Tab A 4 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Süderelbe (August 2009), Einordnung der Wert nach der GÜBAK (2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	1,3	3,0	3,0	3,7	3,9
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	17,4	39,0	39,6	48,1	58,3
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	40,8	57,8	60,6	74,6	75,3
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	1400	3310	3292	4036	4810
Phosphor	mg/kg TS	10	0	840	1500	1454	1700	1700
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	33	36	36	37	38
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	84	90	90	96	97
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	2,8	4,1	4,0	4,6	4,8
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	58	61	62	66	67
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	71	82	82	88	93
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	34	36	37	39	39
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,7	2,0	1,9	2,1	2,2
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	585	732	708	783	787
Organozinnverbindungen								
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	40	67	69	85	110
umgerechnet auf < 63 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <63µm								
Mineralöl	mg/kg TS	10	1	< 50	208	190,6	242	245
Polycyclische Aromaten <63µm								
PAK Sum16 g.BG	mg/kg TS	10	0	2,19	2,73	2,66	3,02	3,03
Polychlorierte Biphenyle <63µm								
PCB 28	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,6	1,45	1,8	1,8
PCB 52	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,3	1,23*	1,5	1,5
PCB 101	µg/kg TS	10	0	1,80	2,4	2,4	2,9	2,9
PCB 118	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,6	1,57	2,1	2,2
PCB 138	µg/kg TS	10	0	4,20	5,5	5,5	6,6	7,0
PCB 153	µg/kg TS	10	0	5,50	7,2	7,0	7,8	8,2
PCB 180	µg/kg TS	10	0	3,90	5,1	5,0	5,5	5,9
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	10	0	18,7	24,7	24,3	28,0	29,4
Hexachlorcyclohexane <63µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,70	1,0	1,0	1,0	1,1
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,30	0,4	0,4	0,4	0,4
DDT + Metabolite <63µm								
o,p DDE	µg/kg TS	10	10	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	4,2	6,9	6,6	8,0	8,2
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	4,2	7,1	6,8	8,1	8,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	11,0	19,1	18,0	21,5	21,9
o,p-DDT	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,2	1,3	1,9	2,6
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	0	2,5	7,2	7,9	14,2	14,5
Summe 6 DDX	µg/kg TS	10	0	22,9	44,4	41,0	50,0	55,8
Chlorbenzole <63µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	1,40	2,1	2,0	2,3	2,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	6,60	10,3	9,8	11,3	13,2

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Schadstoffparameter der GÜBAK sind farblich eingeordnet, Richtwert 1 grün eingefärbt, > Richtwert 2 gelb eingefärbt // Material zur Verbringung mit n=8 statt n=10 (s. Text)

Tab A 5 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Nordereibe (August 2009), Einordnung der Wert nach der HABAK-WSV

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	10	0	42,5	56,4	55,5	67,0	67,1
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	0,6	1,3	1,4	2,5	2,5
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	8,3	19,6	20,1	31,1	31,7
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	10	0	5,0	12,5	12,0	15,8	19,3
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	10	0	23,5	31,2	31,9	38,2	39,1
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	10	0	22,2	31,7	33,1	41,4	42,0
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	10	0	1,3	2,7	2,6	3,1	4,2
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	10	0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,7
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	10	2	< 0,1	0,1	0,2	0,4	0,7
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	10	6	< 0,1	< 0,1	k.MW	0,1	0,4
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	16,6	30,4	32,1	46,3	46,4
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	549	1345	1539	2486	2630
Phosphor	mg/kg TS	10	0	350	550	607	870	870
Schwefel	mg/kg TS	10	0	750	1250	1405	2020	2200
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	10	0	5	8	9	13	14
Blei	mg/kg TS	10	0	8	17	18	28	28
Cadmium	mg/kg TS	10	0	0,3	0,5	0,6	0,9	1,0
Chrom	mg/kg TS	10	0	9	15	16	21	22
Kupfer	mg/kg TS	10	0	13	20	21	27	30
Nickel	mg/kg TS	10	0	5	9	10	14	15
Quecksilber	mg/kg TS	10	0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,6
Zink	mg/kg TS	10	0	70	121	134	197	204
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	31	35	35	39	40
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	76	88	86	91	94
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	2,2	2,6	2,7	3,0	3,4
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	50	55	58	71	75
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	66	74	74	81	94
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	32	36	37	41	45
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	516	572	581	621	694
Mineralölkohlenwasserstoff								
Mineralöl	mg/kg TS	10	7	< 50	< 50	k.MW	69	70
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	10	10	< 25	< 25	k.MW	< 25	< 25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	10	4	< 25	30	34	51	55
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	10	0	0,5	1,0	1,3	2,3	3,6
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	10	10	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
PCB 52	µg/kg TS	10	9	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	0,6
PCB 101	µg/kg TS	10	0	0,6	0,9	1,0	1,4	1,6
PCB 118	µg/kg TS	10	5	< 0,5	< 0,5	0,7	0,8	0,9
PCB 138	µg/kg TS	10	0	0,7	1,6	1,7	2,5	3,0
PCB 153	µg/kg TS	10	0	0,9	1,9	2,1	3,2	3,9
PCB 180	µg/kg TS	10	0	0,6	1,4	1,6	2,5	3,3
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	10	0	4,4	7,7	8,1	11,0	13,4

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
gamma-HCH	µg/kg TS	10	6	< 0,1	< 0,1	k.MW	0,1	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	1	< 0,5	1,2	1,5	2,3	3,2
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	1,3	3,2	3,2	4,4	4,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	6	< 0,5	< 0,5	k.MW	1,8	2,4
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	9	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	0,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	0,8	1,8	2,3	3,4	6,0
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	10,0	18,5	18,2	25,6	31,0
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	11,0	19,0	18,9	25,4	29,0
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	54,0	120	130	187	430
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	2,0	10,0	9,0	13,2	15,0
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	9	< 1	< 1	k.MW	< 1	1,0
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	9	< 1	< 1	k.MW	< 1,2	3,0
Sonstige								
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	10	0	0,3	0,5	0,6	1,1	1,1
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	9	6	< 50	< 50	k.MW	219,6	226
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	9	0	1,4	2,1	3,3	5,2	12,2
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	9	9	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
PCB 52	µg/kg TS	9	8	< 0,5	< 0,5	k.MW	1,4	5,1
PCB 101	µg/kg TS	9	0	3,0	3,7	5,2	8,0	14,7
PCB 118	µg/kg TS	9	5	< 0,5	< 0,5	k.MW	3,8	7,7
PCB 138	µg/kg TS	9	0	4,9	6,7	7,7	10,2	14,7
PCB 153	µg/kg TS	9	0	6,2	9,0	9,5	12,1	15,6
PCB 180	µg/kg TS	9	0	4,3	7,1	7,1	9,9	10,1
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	9	0	26,5	33,5	38,4	50,6	72,4
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	9	0	0,7	0,9	0,9	1,1	1,3
gamma-HCH	µg/kg TS	9	6	< 0,1	< 0,1	k.MW	0,5	1,0
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	9	9	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	9	1	< 0,5	6,4	5,7	7,2	7,8
o,p-DDD	µg/kg TS	9	0	4,3	5,7	5,6	6,5	6,7
p,p'-DDD	µg/kg TS	9	0	10,8	14,6	14,6	17,5	17,5
o,p-DDT	µg/kg TS	9	8	< 0,5	< 0,5	k.MW	0,8	1,8
p,p'-DDT	µg/kg TS	9	6	< 0,5	< 0,5	k.MW	4,4	5,5
Summe 6 DDX	µg/kg TS	9	0	19,8	31,0	28,8	33,8	35,5
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	9	8	< 0,5	< 0,5	k.MW	0,7	1,7
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	9	0	6,5	8,2	8,9	11,9	11,9

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet // Schadstoffparameter der HABAK sind farblich eingeordnet, Richtwert 1 grün eingefärbt, > Richtwert 2 gelb eingefärbt // Material zur Verbringung mit n=8 statt n=10 (s. Text) // Daten < 20 µm ohne Probe 1297, da < 10 % Feinfraktion < 20 µm

Tab A 6 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Nordereibe (August 2009), Einordnung der Wert nach der GÜBAK (2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	0,6	1,3	1,4	2,5	2,5
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	8,3	19,6	20,1	31,1	31,7
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	16,6	30,4	32,1	46,3	46,4
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	549	1345	1539	2486	2630
Phosphor	mg/kg TS	10	0	350	550	607	870	870
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	31	35	35	39	40
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	76	88	86	91	94
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	2,2	2,6	2,7	3,0	3,4
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	50	55	58	71	75
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	66	74	74	81	94
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	32	36	37	41	45
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	516	572	581	621	694
Organozinnverbindungen								
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	54,0	120	130	187	430
umgerechnet auf < 63 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <63µm								
Mineralöl	mg/kg TS	10	7	< 50	< 50	k.MW	149	151
Polycyclische Aromaten <63µm								
PAK Sum16 g.BG	mg/kg TS	10	0	2,09	3,10	4,27	5,67	15,48
Polychlorierte Biphenyle <63µm								
PCB 28	µg/kg TS	10	10	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
PCB 52	µg/kg TS	10	9	< 0,5	< 0,5	k.MW	0,66	2,1
PCB 101	µg/kg TS	10	0	2,10	2,65	3,34	5,21	6,2
PCB 118	µg/kg TS	10	5	< 0,5	< 0,85	1,33	2,84	3,2
PCB 138	µg/kg TS	10	0	3,00	4,40	5,38	7,66	10,9
PCB 153	µg/kg TS	10	0	3,80	5,85	6,82	9,96	14,1
PCB 180	µg/kg TS	10	0	2,70	4,45	5,28	7,77	12,0
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	10	0	16,6	24,4	26,3	34,5	48,4
Hexachlorcyclohexane <63µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,40	0,5	0,6	0,7	0,8
gamma-HCH	µg/kg TS	10	6	< 0,1	< 0,1	k.MW	0,4	0,4
DDT + Metabolite <63µm								
o,p DDE	µg/kg TS	10	10	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,5	< 0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	1	< 0,5	4,0	4,42	5,4	11,6
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	2,80	3,8	3,7	4,2	5,1
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	7,30	9,6	9,8	11,2	13,8
o,p-DDT	µg/kg TS	10	8	< 0,5	< 0,5	k.MW	1,5	4,3
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	6	< 0,5	< 0,5	k.MW	4,2	8,7
Summe 6 DDX	µg/kg TS	10	0	12,9	19,5	21,4	26,1	44,0
Chlorbenzole <63µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	9	< 0,5	< 0,5	k.MW	< 0,56	1,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	4,50	5,6	7,2	8,7	21,7

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Schadstoffparameter der GÜBAK sind farblich eingeordnet, Richtwert 1 grün eingefärbt, > Richtwert 2 gelb eingefärbt // Material zur Verbringung mit n=8 statt n=10 (s. Text)

Tab A 7 Vergleich der chemischen Analyse der Sedimente aus der Delegationsstrecke 2009 (2. Jahreshälfte) mit den Beprobungskampagnen 2005 bis 2007 – Norderelbe

Parameter	Einheit	2005-1		2006-1		2006-2		2007-1		2007-2		2009-2	
		X	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n
TOC	Gew. %	1,8 a,b	8	1,2 a,b	6	0,9 b	5	2,0 a,b	12	2,4 a	9	1,4 a,b	8
Fr<20	Gew. %	28,9 a	8	16,5 a,b	6	12,9 b	5	25 a,b	12	24,2 a,b	9	20 a,b	8
Stickstoff	mg/kg TS	1825	8	1508	6	916 b	5	2088 a	12	2127	9	1530	8
Phosphor	mg/kg TS	705 a	8	600 a	6	562 a	5	873,2 a	12	868,9 a	9	602,5 a	8
Arsen	mg/kg TS	28,8 b	8	36,8 a	6	36,8 a	5	39,3 a	12	40,4 a	9	34,8 a,b	8
Blei	mg/kg TS	88,1 a	8	81,7 a	6	92 a	5	88,5 a	12	87,9 a	9	85,4 a	8
Cadmium	mg/kg TS	2,4 a	8	2,6 a	6	3,3 a	5	2,7 a	12	2,5 a	9	2,7 a	8
Chrom	mg/kg TS	85,9 a	8	77,2 a	6	78 a	5	83,3 a	12	89,8 a	9	56,8 b	8
Kupfer	mg/kg TS	61,5 b	8	72,7 a,b	6	90,6 a	5	77 a,b	12	71,2 a,b	9	75,4 a,b	8
Nickel	mg/kg TS	40,4	8	45,5 a	6	46,4 a	5	46,1 a	12	46,1 a	9	35,5 b	8
Quecks	mg/kg TS	2,0 a	8	1,6 a,b	6	1,7 a,b	5	1,6 b	12	1,4 b	9	1,7 a,b	8
Zink	mg/kg TS	466 b	8	565 a,b	6	682 a	5	599 a	12	595 a	9	581 a,b	8
TBT	mg/kg TS	155,5 a	8	116,7	6	95 a,b	5	51,6 b	12	82,7 a,b	9	99,3 a,b	8
< 20 µm													
KWST	mg/kg TS	276,9 b	8	1248 a	5	391,5 b	5	177,9 b	12	146,5 b	9	99,1 b	7
PAK6	mg/kg TS	1,4 b	8	2,3 a,b	5	3,1 a	5	1,9 a,b	12	1,8 a,b	9	2,3 a,b	7
PCB 28	µg/kg TS	6,7 a	8	1,0 b	5	1,9 b	5	0,9 b	12	0,5 b	9	0,5 b	7
PCB 52	µg/kg TS	4,1 a	8	3,8 a	5	2,9 a	5	1,5 a	12	1,4 a	9	1,2 a	7
PCB 101	µg/kg TS	5,1 a	8	8,4 a	5	7,0 a	5	4,4 a	12	4,6 a	9	5,7 a	7
PCB 118	µg/kg TS	2,2 a	8	5,0 a	5	4,8 a	5	1,9 a	12	1,8 a	9	2,3 a	7
PCB 138	µg/kg TS	8,4 a	8	11,8 a	5	8,8 a	5	9,5 a	12	9,2 a	9	7,7 a	7
PCB 153	µg/kg TS	13,3 a	8	15,1 a	5	11,3 a	5	9,3 a	12	8,5 a	9	9,6 a	7
PCB 180	µg/kg TS	6,9 a	8	10,5 a	5	7,7 a	5	7,4 a	12	7,5 a	9	7,0 a	7
PCB7	µg/kg TS	46,9 a	8	55,5 a	5	44,4 a	5	34,9 a	12	33,6 a	9	39,1 a	7
a-HCH	µg/kg TS	1,4 a,b	8	2,1 a,b	5	2,8 a	5	1,4 b	12	1,5 a,b	9	0,9 b	7
g-HCH	µg/kg TS	2,6 a	8	0,2 b	5	0,6 b	5	0,3 b	12	0,9 b	9	0,3 b	7
p,p'-DDE	µg/kg TS	9,6 a,b	5	7,7 b	5	14,4 a	5	9,7 a,b	12	10,3 a,b	9	5,4 b	7
p,p'-DDD	µg/kg TS	37 a	5	21 a,b	5	39 a	5	23 a,b	12	27 a,b	9	14 b	7
p,p'-DDT	µg/kg TS	4,6 a	5	4,8 a	5	9,5 a	5	3,9 a	12	9,0 a	9	1,7 b	7
PeCB	µg/kg TS	1,8 a	8	1,0 a	5	2,9 a	5	2,0 a	12	2,5 a	9	0,7 a	7
HCB	µg/kg TS	15 a,b	8	11 a,b	5	18 a	5	13 a,b	12	15 a,b	9	9 b	7
< 63 µm													
< 63 µm		48,4 a	8	36,9 a	6	34,5 a	5	49,7 a	12	46,5 a	9	32,0 a	8
KWST	mg/kg TS	161 b	8	584 a	6	155 b	5	100 b	12	90 b	9	75 b	8
PAK16	mg/kg TS	1,6 a	8	2,0 a	6	2,4 a	5	2,0 a	12	1,9 a	9	2,9 a	8
PCB7	µg/kg TS	27,5 a	8	24,8 a	6	18,0 a	5	17,5 a	12	17,5 a	9	24,3 a	8
a-HCH	µg/kg TS	0,8 a	8	0,9 a	6	1,0 a	5	0,7 a	12	0,8 a	9	0,6 a	8
g-HCH	µg/kg TS	1,5 a	8	0,2 b	6	0,3 b	5	0,2 b	12	0,5 b	9	0,2 b	8
p,p'-DDE	µg/kg TS	5,0 a	5	3,5 a	6	5,4 a	5	4,8 a	12	5,3 a	9	4,4 a	8
p,p'-DDD	µg/kg TS	19,2 a	5	9,9 b	6	14,5 a,b	5	11,1 b	12	13,8 a,b	9	9,7 b	8
p,p'-DDT	µg/kg TS	2,6 a	5	1,8 a	6	3,3 a	5	2,0 a	12	4,7 a	9	2,2 a	8
PeCB	µg/kg TS	1,0 a,b	8	0,7 a,b	6	1,3 a,b	5	1,1 a,b	12	1,4 a	9	0,6 b	8
HCB	µg/kg TS	8,5 a	8	5,1 a	6	6,6 a	5	6,5 a	12	7,5 a	9	7,4 a	8

Test ohne NE-1295 und NE-1298, da extra verbracht.

Organische Schadstoffe < 20 µm ohne 1297, da Fraktion < 20 µm weniger 10 %

n = Anzahl, x = arithmetisches Mittel, one-way-ANOVA, Post-hoc-Test Scheffé

a,b,c: unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikant verschiedene Werte innerhalb einer Zeile ($\alpha < 0,05$). Grau: Keine signifikanten Unterschiede von Terminen, KWST Kohlenwasserstoffe

Tab A 8 Vergleich der chemischen Analyse der Sedimente aus der Delegationsstrecke 2009 (2. Jahreshälfte) mit den Beprobungskampagnen 2005 bis 2007 – Süderelbe

Parameter	Einheit	2005-1			2006-1			2006-2			2007-1			2007-2			2009-2		
		X	(x	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n		
TOC	Gew. %	2,7 b	5	3,6 b	4	3,2 b	5	3,8 a,b	6	5,1 a	6	3,0 b	10						
Fr<20	Gew. %	34,7 a	5	52,1 a	4	43,6 a	5	44,8 a	6	43,2 a	6	39,6 a	10						
Stickstoff	mg/kg TS	3160 a	5	3975 a	4	3540 a	5	3500 a	6	4275 a	6	3292 a	10						
Phosphor	mg/kg TS	1172 a	5	1300 a	4	1460 a	5	1545 a	6	1516,7 a	6	1454 a	10						
Arsen	mg/kg TS	33,4 d	5	38 a,b,c	4	36 c,d	5	39 a,b	6	39,7 a	6	36 c,d	10						
Blei	mg/kg TS	102,4 a	5	108,8 a	4	91,6 b	5	93,1 b	6	89 b	6	90 b	10						
Cadmium	mg/kg TS	4,1 a	5	3,6 a	4	3,9 a	5	3,5 a	6	3,9 a	6	4,0 a	10						
Chrom	mg/kg TS	75,4 a	5	73,8 a,b	4	76,2 a	5	78,5 a	6	83,5 a	6	61,8 b	10						
Kupfer	mg/kg TS	110 a	5	79 b	4	86,4 b	5	84,7 b	6	83,2 b	6	81,5 b	10						
Nickel	mg/kg TS	47 a	5	44,5 a	4	44,6 a	5	45,2 a	6	44,7 a	6	36,6 b	10						
Quecks	mg/kg TS	1,7 a	5	1,9 a	4	1,8 a	5	2,0 a	6	1,8 a	6	1,9 a	10						
Zink	mg/kg TS	742,8 a	5	625,5 a	4	720,8 a	5	644,5 a	6	733,2 a	6	708,3 a	10						
TBT	mg/kg TS	107 a,b	5	133,3 a	4	115 a,b	5	34,9 c	6	70,3 b,c	6	69,4 b,c	10						
< 20 µm																			
KWST	mg/kg TS	971 a	5	636 a,b	4	516 b	5	417 b	6	316 b	6	280 b	10						
PAK6	mg/kg TS	2,2 a	5	1,8 a	4	2,5 a	5	1,9 a	6	1,8 a	6	2,1 a	10						
PCB 28	µg/kg TS	3,3 a	5	1,4 a	4	1,0 a	5	2,9 a	6	1,0 a	6	2,1 a	10						
PCB 52	µg/kg TS	3,2 a	5	1,9 a,b	4	1,7 b	5	3,0 a	6	2,7 a,b	6	1,8 b	10						
PCB 101	µg/kg TS	5,5 a	5	4,3 a,b	4	4,3 a,b	5	4,2 b	6	4,0 b	6	3,7 b	10						
PCB 118	µg/kg TS	3,1 a	5	2,5 a	4	2,3 a	5	2,5 a	6	2,3 a	6	2,3 a	10						
PCB 138	µg/kg TS	11,5 a	5	8,3 a,b,c	4	6,5 c	5	9,6 a,b	6	7,6 b,c	6	8,6 b,c	10						
PCB 153	µg/kg TS	9,5 a,b	5	9,4 a,b	4	9,1 a,b	5	6,7 b	6	7,9 b	6	11,0 a	10						
PCB 180	µg/kg TS	8,5 a	5	6,6 a	4	5,7 a	5	6,5 a	6	7,0 a	6	7,8 a	10						
PCB7	µg/kg TS	44,5 a	5	34,4 a,b	4	30,6 b	5	35 a,b	6	32,4 b	6	38,1 a,b	10						
a-HCH	µg/kg TS	3,2 a,b	5	2,1 a,b	4	3,3 a,b	5	3,4 a	6	2,1 a,b	6	1,5 b	10						
g-HCH	µg/kg TS	1,4 a	5	0,2 a	4	0,8 a	5	1,0 a	6	1,0 a	6	0,6 a	10						
p,p'-DDE	µg/kg TS	13,4	5	8,4	4	14,4	5	11,2	6	11,8	6	10,2	10						
p,p'-DDD	µg/kg TS	44,5 a	5	20,3 b	4	36 a,b	5	32 a,b	6	38,4 a,b	6	27,9 a,b	10						
p,p'-DDT	µg/kg TS	27,7 a	5	12,2 a	4	15,5 a	5	9,5 a	6	21,2 a	6	12,1 a	10						
PeCB	µg/kg TS	78,7 a	4	54,4 a	4	84,9 a	5	65,5 a	6	86,9 a	6	62,9 a	10						
HCB	µg/kg TS	4,8 a,b	5	3,3 b,c	4	5,1 a	5	3,2 c	6	3,9 a,b,c	6	3,1 c	10						
< 63 µm																			
< 63 µm		66,0 a,b	5	83,7 a	4	70 a,b	5	72 a,b	6	73 a,b	6	60,6 b	10						
KWST	mg/kg TS	521 a	5	397 a,b	4	323 a,b	5	258 b	6	1987 b	6	191 b	10						
PAK16	mg/kg TS	2,4 a,b	5	2,3 a,b	4	3,1 a	5	2,5 a,b	6	2,2 b	6	2,6 a,b	10						
PCB7	µg/kg TS	23,1 a	5	21,5 a	4	19,0 a	5	21,9 a	6	19,3 a	6	24,1 a	10						
a-HCH	µg/kg TS	1,6 a,b	5	1,3 a,b	4	2,0 a	5	2,1 a	6	1,3 a,b	6	1,0 b	10						
g-HCH	µg/kg TS	0,7 a	5	0,2 a	4	0,4 a	5	0,6 a	6	0,6 a	6	0,4 a	10						
p,p'-DDE	µg/kg TS	6,8 a	5	5,2 a	4	9,0 a	5	7,0 a	6	7,0 a	6	6,6 a	10						
p,p'-DDD	µg/kg TS	22,6 a	5	12,6 a	4	22,1 a	5	19,8 a	6	22,8 a	6	18,0 a	10						
p,p'-DDT	µg/kg TS	13,7 a	5	7,6 a	4	9,7 a	5	5,9 a	6	12,7 a	6	7,9 a	10						
PeCB	µg/kg TS	2,5 a,b	5	2,1 a,b	4	3,2 a	5	2,0 b	6	2,3 a,b	6	2,0 b	10						
HCB	µg/kg TS	17,0 a	5	13,6 a	4	15,4 a	5	16,4 a	6	12,8 a	6	9,8 a	10						

n = Anzahl, x = arithmetisches Mittel, one-way-ANOVA, Post-hoc-Test Scheffé

a,b,c: unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikant verschiedene Werte innerhalb einer Zeile ($\alpha < 0,05$). Grau: Keine signifikanten Unterschiede von Terminen, KWST Kohlenwasserstoffe

Tab A 9 Vergleich der chemischen Analyse der Sedimente aus der Delegationsstrecke 2009 (2. Jahreshälfte) mit den Beprobungskampagnen 2005 bis 2007 – Köhlbrand

Parameter	Einheit	2005-1		2006-1		2006-2		2007-1		2007-2		2009-2	
		X	n	x	n	x	n	x	n	x	n	x	n
TOC	Gew. %	1,9 a	7	2,2 a	6	1,5 a	6	2,0 a	6	2,8 a	8	2,3 a	8
Fr<20	Gew. %	31,9 a	7	30,5 a	6	20,5 a	6	34,2 a	6	29,4 a	8	33,6 a	8
Stickstoff	mg/kg TS	1934 a	7	2183 a	6	1782 a	6	2450 a	6	2425 a	8	2363 a	8
Phosphor	mg/kg TS	797 a	7	843 a	6	762 a	6	1020 a	6	980 a	8	1026 a	8
Arsen	mg/kg TS	31,7 b	7	35,2 a,b	6	36 a,b	6	37 a,b	6	37,8 a	8	34,9 a,b	8
Blei	mg/kg TS	93,6 a	7	98,8 a	6	87,5 a	6	84,8 a	6	87,5 a	8	82,4 a	8
Cadmium	mg/kg TS	2,8 a	7	2,6 a	6	3,5 a	6	2,4 a	6	2,8 a	8	3,0 a	8
Chrom	mg/kg TS	105,9 a	7	73,5 a,b	6	76 a,b	6	79 a,b	6	83 a,b	8	57,3 b	8
Kupfer	mg/kg TS	69,7 b	7	68,7 b	6	88,2 a	6	72 a,b	6	71,5 a,b	8	70,1 b	8
Nickel	mg/kg TS	43,1 a	7	44,5 a	6	46,3 a	6	44 a	6	43,8 a	8	35,5 b	8
Quecks	mg/kg TS	2,0 a	7	1,6 b	6	1,7 a,b	6	1,4 b	6	1,5 b	8	1,8 a,b	8
Zink	mg/kg TS	604 a,b	7	523,8 b	6	696 a	6	525,2 b	6	614 a,b	8	600,5 a,b	8
TBT	mg/kg TS	157 a,b	7	192 a	6	65 b,c	6	42,6 c	6	78,6 b,c	8	74,5 b,c	8
< 20 µm													
KWST	r	352 a	7	605,8 a	6	450a,b	4	239 c	6	280,2 a	8	201,6 c	8
PAK6	mg/kg	1,9 a	7	2,2 a	6	2,0 a	4	1,6 a	6	3,8 a	8	1,6 a	8
PCB 28	µg/kg TS	6,7 a	7	0,5 b	6	0,9 b	4	0,5 b	6	0,5 b	8	1,5 b	8
PCB 52	µg/kg TS	5,0 a	7	2,0 a,b	6	2,6 a,b	4	2,2 a,b	6	2,5 a,b	8	1,0 b	8
PCB 101	µg/kg TS	6,6 a	7	5,6 a	6	5,8 a	4	3,8 a	6	5,7 a	8	2,6 a	8
PCB 118	µg/kg TS	3,5 a	7	3,1 a	6	3,0 a	4	2,4 a	6	3,2 a	8	1,7 a	8
PCB 138	µg/kg TS	10,9 a	7	11 a	6	7,8 a	4	6,9 a	6	10 a	8	5,6 a	8
PCB 153	µg/kg TS	17,1 a	7	12,9 a	6	10,8 a	4	9,8 a	6	14,6 a	8	7,9 a	8
PCB 180	µg/kg TS	8,0 a	7	10,0 a	6	6,4 a	4	6,9 a	6	10,1 a	8	5,2 a	8
PCB7	µg/kg TS	57,7 a	7	45,1 a	6	37,4 a	4	32,5 a	6	46,7 a	8	26,7 a	8
a-HCH	µg/kg TS	2,9 a	7	1,8 a	6	1,6 a	4	1,7 a	6	1,9 a	8	0,8 a	8
g-HCH	µg/kg TS	2,8 a	7	0,1 b	6	0,4 a,b	4	0,6 a,b	6	0,6 a,b	8	0,2 b	8
p,p'-DDE	µg/kg TS	8,7 a	6	6,9 a	6	14,5 a	4	8,5 a	6	9,8 a	8	6,6 a	8
p,p'-DDD	µg/kg TS	41,2 a	6	19,7 a	6	32,9 a	4	22,0 a	6	33,1 a	8	19,6 a	8
p,p'-DDT	µg/kg TS	7,7 a	6	9,6 a	6	28,9 a	4	5,4 a	6	7,7 a	8	7,3 a	8
PeCB	µg/kg TS	2,1 b	7	4,2 a	6	3,2 a,b	4	2,5 a,b	6	3,2 a,b	8	1,6 b	8
HCB	µg/kg TS	18,5 a	7	19,3 a	6	21,0 a	4	13,1 a	6	18,4 a	8	10,5 a	8
< 63 µm													
< 63 µm		50,7 a	7	58,2 a	6	38,9 a	6	59,0 a	6	54,8 a	8	53,8 a	8
KWST	mg/kg TS	210 a,b	7	314 a	6	228a,b	6	139 b	6	149 b	8	125 b	8
PAK16	mg/kg TS	2,0 a	7	2,2 a	6	3,2 a	6	1,9 a	6	4,5 a	8	1,9 a	8
PCB7	µg/kg TS	29,8 a	7	21,7 a	6	26,3 a	6	19,1 a	6	24,8 a	8	16,2 a	8
a-HCH	µg/kg TS	1,4 a	7	0,9 a	6	1,6 a	6	1,0 a	6	1,0 a	8	0,5 a	8
g-HCH	µg/kg TS	1,4 a	7	0,1 b	6	0,4 b	6	0,4 b	6	0,3 b	8	0,1 b	8
p,p'-DDE	µg/kg TS	4,3 b	6	3,5 b	6	9,1 a	6	4,9 a,b	6	5,2 a,b	8	4,2 b	8
p,p'-DDD	µg/kg TS	19,7 a	6	10,0 a	6	21,7 a	6	12,8 a	6	17,5 a	8	12,3 a	8
p,p'-DDT	µg/kg TS	4,1 a	6	4,9 a	6	12,1 a	6	3,2 a	6	4,1 a	8	4,7 a	8
PeCB	µg/kg TS	1,2 a,b	7	2,2 a,b	6	2,9 a	6	1,4 a,b	6	1,7 a,b	8	1,1 b	8
HCB	µg/kg TS	9,0 a	7	9,8 a	6	19,0 a	6	7,6 a	6	9,7 a	8	6,6 a	8

Test ohne 1280 und 1283, da extra verbracht

n = Anzahl, x = arithmetisches Mittel, one-way-ANOVA, Post-hoc-Test Scheffé

a,b,c: unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikant verschiedene Werte innerhalb einer Zeile ($\alpha < 0,05$). Grau: Keine signifikanten Unterschiede von Terminen, KWST Kohlenwasserstoffe

Tab A 10 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus dem Köhlbrand (Sommer 2009)

Limnische Biotests (n = 8)				
pT-Stufe	Porenwasser (PW) Eluate (EL)	Leucht- bakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Daphnien- test Anzahl
pT0	PW	6	0	1
	EL	7	3	1
pT1	PW	1	2	2
	EL	0	0	7
pT2	PW	0	0	5
	EL	1	1	0
pT3	PW	1	4	0
	EL	0	4	0
pT4	PW	0	2	0
	EL	0	0	0
pT5	PW	0	0	0
	EL	0	0	0

Toxizitätsklasse limnisch	
Klasse	Anzahl
0	0
I	0
II	2
III	4
IV	2
V	0
VI	0

Limnischer Kontakttest	Hemmung (Anzahl)	
Arthrobacter globiformis	< 40 %	> 40 %
Hemmung 1g FG [%]	8	0
Hemmung 2g FG [%]	5	3
Hemmung 3g FG [%]	0	8

Marine Biotests (n = 8)				
pTStufe	Porenwasser (PW) Eluate (EL)	Leucht- bakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Toxizitätsklasse Anzahl
pT0	PW	-	0	0
	EL	7	1	
pT1	PW	-	0	0
	EL	1	6	
pT2	PW	-	5	5
	EL	0	1	
pT3	PW	-	3	3
	EL	0	0	
pT4	PW	-	0	0
	EL	0	0	

Mariner Amphipodentest	Hemmung (Anzahl)		
Mortalität <i>Corophium volutator</i> (%)	< 20 %	> 20 %	> 40 %
Anzahl n = 8	0	0	8

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)
Toxizität s. Text Abschn. 4.2

Tab A 11 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Süderelbe (Sommer 2009)

Limnische Biotests (n = 8)					Toxizitätsklasse limnisch	
pT-Stufe	Porenwasser (PW) Eluate (EL)	Leucht- bakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Daphnien- test Anzahl	Klasse	Anzahl
pT0	PW	7	0	0	0	0
	EL	6	1	1	I	0
pT1	PW	1	0	1	II	0
	EL	2	6	6	III	6
pT2	PW	2	0	7	IV	2
	EL	1	1	1	V	0
pT3	PW	0	6	0	VI	0
	EL	0	0	0		
pT4	PW	0	2	0		
	EL	0	0	0		
pT5	PW	0	0	0		
	EL	0	0	0		

Limnischer Kontakttest	Hemmung (Anzahl)	
Arthrobacter globiformis	< 40 %	> 40 %
Hemmung 1g FG [%]	8	0
Hemmung 2g FG [%]	7	1
Hemmung 3g FG [%]	3	5

Marine Biotests (n = 8)				
pTStufe	Porenwasser (PW) Eluate (EL)	Leucht- bakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Toxizitätsklasse Anzahl
pT0	PW	-	0	0
	EL	6	0	
pT1	PW	-	3	0
	EL	2	3	
pT2	PW	-	5	5
	EL	0	4	
pT3	PW	-	2	2
	EL	0	1	
pT4	PW	-	1	1
	EL	0	0	

Mariner Amphipodentest	Hemmung (Anzahl)		
Mortalität Corophium volutator (%)	< 20 %	> 20 %	> 40 %
Anzahl n = 8	8	0	0

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)

Tab A 12 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Norderelbe (Sommer 2009)

Limnische Biotests (n = 8)				
pT-Stufe	Porenwasser (PW) Eluate (EL)	Leucht- bakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Daphnien- test Anzahl
pT0	PW	3	6	3
	EL	8	6	5
pT1	PW	1	1	5
	EL	0	0	3
pT2	PW	3	1	0
	EL	0	2	0
pT3	PW	1	0	0
	EL	0	0	0
pT4	PW	0	0	0
	EL	0	0	0
pT5	PW	0	0	0
	EL	0	0	0

Toxizitätsklasse limnisch	
Klasse	Anzahl
0	0
I	3
II	4
III	1
IV	0
V	0
VI	0

Limnischer Kontakttest	Hemmung (Anzahl)	
Arthrobacter globiformis	< 40 %	> 40 %
Hemmung 1g FG [%]	8	0
Hemmung 2g FG [%]	8	0
Hemmung 3g FG [%]	8	0

Marine Biotests (n = 8)				
pTStufe	Porenwasser (PW) Eluate (EL)	Leuchtbakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Toxizitätsklasse Anzahl
pT0	PW	-	1	1
	EL	8	1	
pT1	PW	-	2	2
	EL	0	4	
pT2	PW	-	5	5
	EL	0	3	
pT3	PW	-	0	0
	EL	0	0	
pT4	PW	-	0	0
	EL	0	0	

Mariner Amphipodentest	Hemmung (Anzahl)		
Mortalität Corophium volutator (%)	< 20 %	> 20 %	> 40 %
Anzahl n = 0	8	0	0

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)

Tab A 13 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Delegationsstrecke über die Zeit – limnische Testbatterie

Zahlenwerte geben die arithmetischen Mittelwerte der jeweiligen Toxizitätsklassen an

Beprobungstermin	Köhlbrand		Norderelbe		Süderelbe	
	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n
2005-1	2,2 a	6	2,2 a	6	3,5 a	4
2006-1	1,7 a	6	3,3 a	6	2,0 a	4
2006-2	3,3 a	6	3,2 a	5	3,2 a	5
2007-1	3,0 a	6	3,2 a	10	3,0 a	5
2007-2	3,3 a	6	2,8 a	5	3,4 a	5
2009-2	3,0 a	8	1,8 a	8	3,3 a	8

a,b = unterschiedliche Buchstaben geben signifikant verschiedene Beprobungstermine jeweils eines Baggergebietes an. Durchgeführter Test: Kruskal-Wallis / H-Test mit Post-Hoc Nemenyi, $p < 0,05$

Tab A 14 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Delegationsstrecke über die Zeit – marine Testbatterie

Zahlenwerte geben die arithmetischen Mittelwerte der jeweiligen Toxizitätsklassen an

Beprobungstermin	Köhlbrand		Norderelbe		Süderelbe	
	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n
2005-1	1,7 a,b	6	1,3 a,b	6	2,8 a	4
2006-1	1,2 b	6	0,7 b	6	1,8 a	4
2006-2	1,5 b	6	2,6 a,b	5	2,0 a	5
2007-1	3,5 a,b	6	2,7 a	11	3,4 a	6
2007-2	4,0 a	6	1,2 a,b	5	2,4 a	5
2009-2	2,4 a,b	8	1,5 a,b	8	2,5 a	8

a,b = unterschiedliche Buchstaben geben signifikant verschiedene Beprobungstermine jeweils eines Baggergebietes an. Durchgeführter Test: Kruskal-Wallis / H-Test mit Post-Hoc Nemenyi, $p < 0,05$

Tab A 15 Statistik der chemischen Analysen an der Einbringstelle E3 (1-km-Ring, April 2010)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	20	0	51,9	63,1	64,2	73,0	76,0
TOC (C)	Gew.% TS	20	0	0,3	0,9	0,9	1,2	1,4
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	20	0	3,8	24,3	23,4	36,0	49,4
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	20	0	1,5	20,8	18,1	25,1	30,8
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	20	0	8,7	30,5	28,4	37,9	40,9
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	20	0	7,4	18,4	24,1	48,2	61,6
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	20	0	1,1	2,5	4,6	7,2	23,2
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	20	0	0,1	0,3	0,3	0,6	1,0
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	20	0	0,1	0,2	0,3	0,6	0,8
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	20	1	<0,1	0,5	0,9	2,0	4,3
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	20	0	5,3	44,4	41,5	64,6	70,5
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	20	0	381,0	1094,5	1015,0	1369,0	1520
Schwefel	mg/kg TS	20	0	420,0	2550,0	2383,5	3650,0	4100
Phosphor	mg/kg TS	20	0	180,0	390,0	372,5	431,0	460
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	20	0	2,4	7,2	6,9	9,6	10,0
Blei	mg/kg TS	20	0	3,7	18,5	17,5	26,2	29,0
Cadmium	mg/kg TS	20	2	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Chrom	mg/kg TS	20	0	4,2	12,0	11,5	16,1	18,0
Kupfer	mg/kg TS	20	0	4,6	8,5	8,3	11,0	11,0
Nickel	mg/kg TS	20	0	2,4	7,8	7,4	11,0	12,0
Quecksilber	mg/kg TS	20	2	<0,01	0,1	0,1	0,2	0,2
Zink	mg/kg TS	20	0	28,0	70,0	68,5	86,5	125,0
Metalle aus der Fraktion < 20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	20	0	21,0	24,0	28,4	36,3	66,0
Blei <20 µm	mg/kg TS	20	0	59,0	68,0	69,3	74,4	100,0
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,4	0,6	0,8	1,4	2,3
Chrom <20 µm	mg/kg TS	20	0	40,0	61,5	57,3	67,2	69,0
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	20	0	25,0	30,0	43,5	69,0	159,0
Nickel <20 µm	mg/kg TS	20	0	22,0	31,0	31,3	35,4	47,0
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,4	0,6	0,7	1,1	1,6
Zink <20 µm	mg/kg TS	20	0	141,0	211,0	266,4	436,0	737,0
Mineralölkohlenwasserstoff								
Mineralöl	mg/kg TS	20	18	<20	<20	k.MW	20,3	24,0
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	20	20	<10	<10	k.MW	<10	<10
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	20	7	<10	10,5	12,1	16,0	18,0
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	20	0	0,1	0,4	0,4	0,5	0,8
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	20	3	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
PCB 52	µg/kg TS	20	1	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
PCB 101	µg/kg TS	20	0	0,2	0,3	0,3	0,5	0,9
PCB 118	µg/kg TS	20	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6
PCB 138	µg/kg TS	20	0	0,4	0,5	0,6	1,1	1,3
PCB 153	µg/kg TS	20	0	0,5	0,7	0,8	1,2	1,8
PCB 180	µg/kg TS	20	0	0,3	0,4	0,5	0,8	1,3
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	20	0	1,5	2,4	2,8	4,0	5,8

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	20	7	<0,05	0,1	0,1	0,1	0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	20	16	<0,05	<0,05	k.MW	0,1	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	20	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,6
p,p'-DDD	µg/kg TS	20	0	0,3	0,8	0,8	1,3	1,5
p,p'-DDT	µg/kg TS	20	11	<0,1	<0,1	k.MW	0,3	0,4
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	20	1	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	0	0,2	0,4	0,5	0,7	0,8
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	1	<1	4,1	3,9	4,9	5,8
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	1	<1	2,0	2,7	5,0	9,5
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	0	1,7	8,3	39,2	68,2	398,0
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	14	<1	<1	k.MW	2,0	3,2
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	20	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	20	<1	<1	k.MW	<1	<1
Sonstige								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	3	0	0,5	3,8	3,1	4,8	5,0
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	4	0	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	18	16	<20	<20	k.MW	33,5	90,0
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g. BG	mg/kg TS	18	0	0,5	0,8	1,1	1,9	2,2
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	18	1	<0,1	0,9	0,8	1,1	1,1
PCB 52	µg/kg TS	18	0	0,3	0,5	0,6	0,9	1,1
PCB 101	µg/kg TS	18	0	0,8	1,2	1,4	2,4	3,6
PCB 118	µg/kg TS	18	0	0,8	1,1	1,1	1,4	1,9
PCB 138	µg/kg TS	18	0	1,2	2,1	2,6	4,5	7,4
PCB 153	µg/kg TS	18	0	1,9	2,8	3,6	6,4	10,2
PCB 180	µg/kg TS	18	0	0,8	1,3	2,1	5,0	7,4
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	18	0	6,5	9,7	12,3	21,1	32,6
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	18	7	<0,05	0,2	0,3	0,7	1,0
gamma-HCH	µg/kg TS	18	14	<0,05	<0,05	k.MW	0,3	0,5
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	18	18	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
p,p'-DDE	µg/kg TS	18	0	0,7	1,2	1,5	2,5	3,7
o,p-DDD	µg/kg TS	18	0	0,3	1,0	1,4	2,9	3,8
p,p'-DDD	µg/kg TS	18	0	1,1	2,6	4,2	8,6	10,5
o,p-DDT	µg/kg TS	18	17	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	1,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	18	10	<0,1	<0,1	k.MW	1,7	2,3
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	18	0	0,3	0,6	0,7	1,2	1,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	18	0	0,9	1,7	2,2	3,9	4,8

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Tab A 16 Statistik der chemischen Analysen im Umfeld der Einbringstelle E3 (April 2010)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	32	0	50,0	59,2	59,8	66,7	69,5
TOC (C)	Gew.% TS	32	0	0,6	1,1	1,1	1,3	1,6
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	32	0	16,1	28,6	29,9	39,9	44,2
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	32	0	12,7	24,2	26,4	38,0	48,1
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	32	0	10,4	25,8	28,1	41,9	53,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	32	0	0,9	10,0	10,2	14,2	22,5
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	32	0	0,3	2,2	4,1	6,8	27,5
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	32	0	0,1	0,3	0,4	0,7	1,7
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	32	1	<0,1	0,3	0,4	0,7	1,4
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	32	6	<0,1	0,4	0,7	1,8	3,9
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	32	0	29,4	57,3	56,3	76,1	80,9
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	32	0	619,0	1165,0	1160,4	1448,0	1810
Schwefel	mg/kg TS	32	0	1300,0	3350,0	3300,0	4790,0	5600
Phosphor	mg/kg TS	32	0	250,0	395,0	392,8	449,0	600
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	32	0	5,0	9,1	9,1	12,0	14,0
Blei	mg/kg TS	32	0	12,0	20,0	20,8	26,9	40,0
Cadmium	mg/kg TS	32	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Chrom	mg/kg TS	32	0	14,0	23,0	23,5	31,0	34,0
Kupfer	mg/kg TS	32	0	4,2	9,0	8,5	11,0	13,0
Nickel	mg/kg TS	32	0	7,3	11,0	11,4	14,0	16,0
Quecksilber	mg/kg TS	32	1	<0,01	0,1	0,1	0,2	0,5
Zink	mg/kg TS	32	0	44,0	68,5	69,4	89,7	116,0
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	32	0	18,0	24,0	24,2	27,0	29,0
Blei <20 µm	mg/kg TS	32	0	42,0	65,0	66,3	76,9	84,0
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,3	0,4	0,4	0,6	0,7
Chrom <20 µm	mg/kg TS	32	0	35,0	45,5	49,0	60,0	81,0
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	32	0	20,0	25,0	26,0	29,9	45,0
Nickel <20 µm	mg/kg TS	32	0	23,0	29,0	29,1	32,9	36,0
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,2	0,4	0,5	0,6	1,1
Zink <20 µm	mg/kg TS	32	0	130,0	185,0	187,8	213,9	281,0
Mineralölkohlenwasserstoff								
Mineralöl	mg/kg TS	32	24	<20	<20	k.MW	22,9	28,0
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	32	31	<10	<10	k.MW	<10	7,0
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	32	6	<10	12,0	13,0	18,8	25,0
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	32	0	0,0	0,2	0,3	0,4	0,8
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	32	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,9
PCB 52	µg/kg TS	32	9	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,6
PCB 101	µg/kg TS	32	0	0,1	0,3	0,3	0,5	1,3
PCB 118	µg/kg TS	32	0	0,1	0,3	0,3	0,5	1,2
PCB 138	µg/kg TS	32	0	0,2	0,4	0,5	0,7	1,6
PCB 153	µg/kg TS	32	0	0,2	0,7	0,7	1,1	2,7
PCB 180	µg/kg TS	32	2	<0,1	0,3	0,3	0,5	1,3
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	32	0	0,5	2,3	2,6	3,8	9,6

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,9
p,p'-DDD	µg/kg TS	32	0	0,1	0,4	0,4	0,5	1,7
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	29	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	0,7
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	10	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	2	<0,1	0,3	0,3	0,6	0,7
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	5	<1	3,0	2,7	3,9	4,4
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	16	<1	0,1	k.MW	1,7	1,9
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	12	<1	1,8	2,0	3,5	4,7
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	32	<1	<1	k.MW	<1	<1
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	32	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	32	<1	<1	k.MW	<1	<1
Sonstige								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	4	0	2,6	3,1	3,5	4,7	5,3
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS							
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	32	24	<20	<20	k.MW	69,8	132,0
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	32	0	0,2	0,6	0,6	0,9	1,3
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	32	0	0,3	0,7	0,9	1,2	2,2
PCB 52	µg/kg TS	30	7	<0,1	0,4	0,4	0,7	1,5
PCB 101	µg/kg TS	32	0	0,5	0,8	1,1	1,5	3,1
PCB 118	µg/kg TS	32	0	0,5	0,9	1,1	1,5	2,9
PCB 138	µg/kg TS	32	0	0,8	1,4	1,6	2,2	4,2
PCB 153	µg/kg TS	32	0	1,2	2,0	2,5	3,4	6,5
PCB 180	µg/kg TS	32	2	<0,1	0,9	1,1	1,5	3,2
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	32	0	3,8	7,0	8,5	11,8	23,2
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,2
gamma-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,2
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	32	31	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,2
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,7	0,8	1,3	2,2
o,p-DDD	µg/kg TS	32	16	<0,1	0,1	k.MW	0,6	1,3
p,p'-DDD	µg/kg TS	32	0	0,5	1,1	1,4	2,1	4,1
o,p-DDT	µg/kg TS	32	31	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,4
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	29	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	2,7
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	10	<0,1	0,4	0,3	0,6	0,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	2	<0,1	0,9	1,0	1,6	3,7

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Tab A 17 Statistik der chemischen Analysen an der Einbringstelle E3 (August 2010)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	20	0	53,5	60,8	63,3	72,2	76,4
TOC (C)	Gew.% TS	20	0	0,3	1,0	0,9	1,1	1,2
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	20	0	4,3	27,3	25,3	35,8	41,4
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	20	0	2,1	22,2	18,7	24,7	26,4
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	20	0	6,1	29,2	27,0	34,3	34,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	20	0	8,0	16,1	21,7	43,0	52,5
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	20	0	0,7	2,3	6,1	10,2	39,1
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	20	4	<0,1	0,2	0,3	0,4	1,1
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	20	0	0,1	0,2	0,2	0,4	0,5
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	20	1	<0,1	0,5	0,6	1,0	1,6
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	20	0	6,4	49,8	44,0	60,1	67,4
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	20	0	166,0	1009,5	973,8	1331,0	1560
Phosphor	mg/kg TS	20	0	630,0	3050,0	2954,5	4620,0	5300
Schwefel	mg/kg TS	20	0	220,0	390,0	382,0	441,0	450
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	20	0	2,6	8,1	7,5	9,8	12,0
Blei	mg/kg TS	20	0	4,7	20,0	18,0	24,0	26,0
Cadmium	mg/kg TS	20	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
Chrom	mg/kg TS	20	0	3,7	16,0	14,4	20,1	22,0
Kupfer	mg/kg TS	20	0	4,5	9,0	9,3	11,0	13,0
Nickel	mg/kg TS	20	0	1,7	10,0	8,5	12,1	14,0
Quecksilber	mg/kg TS	20	0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
Zink	mg/kg TS	20	0	26,0	66,5	61,2	75,2	88,0
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	20	0	24,0	27,5	27,6	29,1	41,0
Blei <20 µm	mg/kg TS	20	0	56,0	68,0	67,3	71,2	80,0
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,4	0,6	0,6	0,8	1,1
Chrom <20 µm	mg/kg TS	20	0	67,0	81,5	79,9	87,3	91,0
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	20	0	25,0	32,0	34,8	41,0	88,0
Nickel <20 µm	mg/kg TS	20	0	32,0	37,0	37,0	40,1	42,0
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,2	0,4	0,4	0,6	0,9
Zink <20 µm	mg/kg TS	20	0	160,0	221,5	233,6	270,3	424,0
Mineralölkohlenwasserstoff								
Mineralöl	mg/kg TS	20	12	<20	<20	k.MW	28,1	38,0
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	20	20	<10	<10	k.MW	<10	<10
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	20	3	<10	16,0	16,1	22,7	29,0
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	20	0	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	20	2	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,3
PCB 52	µg/kg TS	20	2	<0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
PCB 101	µg/kg TS	20	0	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8
PCB 118	µg/kg TS	20	0	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
PCB 138	µg/kg TS	20	0	0,4	0,6	0,6	0,8	1,1
PCB 153	µg/kg TS	20	0	0,6	0,8	0,9	1,6	1,8
PCB 180	µg/kg TS	20	0	0,3	0,4	0,5	0,9	1,6
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	20	0	2,1	2,7	3,1	4,8	5,3

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	20	8	<0,05	0,1	0,1	0,1	0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	20	19	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	20	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	20	0	0,3	0,7	0,7	1,1	1,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	20	9	<0,1	0,1	0,2	0,7	0,8
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	20	1	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	0	0,2	0,4	0,5	0,7	1,9
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	2	<1	2,6	2,5	3,3	3,5
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	11	<1	<1	k.MW	2,0	2,4
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	1	<1	7,3	8,6	17,5	23,0
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	18	<1	<1	k.MW	1,0	1,9
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	20	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	20	<1	<1	k.MW	<1	<1
Sonstige								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	3	0	1,8	3,6	3,3	4,2	4,4
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	4	0	0,3	0,6	0,6	0,7	0,7
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	17	10	<20	<20	k.MW	99,1	118,8
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g. BG	mg/kg TS	17	0	0,5	0,8	0,8	1,4	1,7
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	17	0	0,6	0,8	0,8	1,0	1,1
PCB 52	µg/kg TS	17	0	0,3	0,6	0,6	0,8	1,2
PCB 101	µg/kg TS	17	0	0,6	1,2	1,5	2,6	2,9
PCB 118	µg/kg TS	17	0	0,7	1,0	1,1	1,5	1,8
PCB 138	µg/kg TS	17	0	1,0	1,9	2,2	3,9	4,8
PCB 153	µg/kg TS	17	0	1,6	2,8	3,2	5,5	6,4
PCB 180	µg/kg TS	17	0	0,6	1,2	1,6	3,1	4,0
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	17	0	5,5	10,0	11,1	18,4	21,4
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	17	8	<0,05	0,2	0,2	0,5	0,8
gamma-HCH	µg/kg TS	17	16	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,2
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	17	17	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
p,p'-DDE	µg/kg TS	17	0	0,5	0,9	1,1	1,6	2,2
o,p-DDD	µg/kg TS	17	0	0,2	0,6	0,9	1,7	2,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	17	0	0,7	1,8	2,6	4,9	6,7
o,p-DDT	µg/kg TS	17	17	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	17	7	<0,1	0,4	0,8	2,0	4,3
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	17	0	0,3	0,5	0,6	0,9	1,1
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	17	0	0,7	1,3	2,0	4,1	7,1

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Tab A 18 Statistik der chemischen Analysen im Umfeld der Einbringstelle (August 2010)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	32	0	52,0	58,9	59,6	66,5	70,7
TOC (C)	Gew.% TS	32	0	0,5	1,1	1,0	1,3	1,5
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	32	0	13,0	34,2	32,2	42,9	45,6
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	32	0	10,2	24,0	24,0	35,3	39,8
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	32	0	8,5	24,1	26,0	41,3	50,2
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	32	0	1,4	9,4	11,4	20,8	34,7
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	32	0	0,4	2,3	4,6	9,0	28,3
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	32	0	0,1	0,3	0,5	1,0	3,4
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	32	0	0,1	0,4	0,5	0,9	1,5
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	31	1	<0,1	0,8	0,9	1,4	3,1
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	32	0	26,0	60,1	56,1	77,9	79,9
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	32	0	626,0	1125,0	1120,0	1410,0	1600
Phosphor	mg/kg TS	32	0	1400,0	4350,0	4228,1	6380,0	6900
Schwefel	mg/kg TS	32	0	280,0	415,0	425,9	506,0	980
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	32	0	5,7	11,0	10,8	15,0	17,0
Blei	mg/kg TS	32	0	12,0	21,5	21,4	26,0	36,0
Cadmium	mg/kg TS	32	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Chrom	mg/kg TS	32	0	12,0	20,0	19,9	25,0	32,0
Kupfer	mg/kg TS	32	0	4,4	8,7	8,9	11,9	15,0
Nickel	mg/kg TS	32	0	6,2	12,0	11,8	14,9	17,0
Quecksilber	mg/kg TS	32	0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3
Zink	mg/kg TS	32	0	35,0	67,0	65,2	81,8	119,0
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	32	0	21,0	27,5	26,9	30,0	34,0
Blei <20 µm	mg/kg TS	32	0	45,0	64,5	64,8	73,9	87,0
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8
Chrom <20 µm	mg/kg TS	32	0	51,0	78,0	75,6	84,0	88,0
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	32	0	22,0	27,0	26,8	31,0	33,0
Nickel <20 µm	mg/kg TS	32	0	30,0	35,0	34,9	37,0	38,0
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,2	0,4	0,4	0,7	1,1
Zink <20 µm	mg/kg TS	32	0	135,0	176,0	184,5	219,9	275,0
Mineralölkohlenwasserstoff								
Mineralöl	mg/kg TS	32	24	<20	<20	k.MW	23,9	44,0
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	32	29	<10	<10	k.MW	10,0	10,0
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	32	8	<10	14,0	14,2	18,0	37,0
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	32	0	0,2	0,3	0,4	0,5	1,1
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,2	0,3	0,4	0,6
PCB 52	µg/kg TS	32	10	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,5
PCB 101	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,3	0,3	0,6	1,1
PCB 118	µg/kg TS	32	0	0,1	0,3	0,3	0,5	1,1
PCB 138	µg/kg TS	32	0	0,2	0,5	0,5	0,9	1,5
PCB 153	µg/kg TS	32	0	0,2	0,7	0,8	1,2	2,6
PCB 180	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,3	0,4	0,6	1,4
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	32	0	0,9	2,4	2,8	4,5	8,7

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	29	<0,05	<0,05	k.MW	0,1	0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	2	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,9
p,p'-DDD	µg/kg TS	31	0	0,1	0,3	0,4	0,6	1,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	25	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	1,3
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	8	<0,1	0,1	0,1	0,2	0,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,6
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	13	<1	2,2	1,9	3,2	3,5
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	31	<1	<1	k.MW	<1	1,8
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	20	<1	<1	k.MW	2,5	3,5
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	30	<1	<1	k.MW	<1	2,0
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	32	<1	<1	k.MW	<1	<1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	32	<1	<1	k.MW	<1	<1
Sonstige								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	4	0	1,9	2,2	2,7	3,9	4,6
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	4	0	0,3	0,6	0,6	0,7	0,7
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	32	24	<20	<20	k.MW	71,3	164,8
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g. BG	mg/kg TS	32	0	0,3	0,6	0,6	0,8	1,5
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,8	0,8	1,2	1,5
PCB 52	µg/kg TS	32	10	<0,1	0,3	0,4	0,7	1,2
PCB 101	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,9	1,1	1,8	2,7
PCB 118	µg/kg TS	32	0	0,5	1,0	1,1	1,4	2,6
PCB 138	µg/kg TS	32	0	0,7	1,4	1,7	2,4	4,6
PCB 153	µg/kg TS	32	0	1,0	2,2	2,5	3,5	6,7
PCB 180	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,9	1,2	1,9	4,9
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	32	0	3,4	7,4	8,7	13,0	22,0
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	29	<0,05	<0,05	k.MW	0,1	0,3
gamma-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,05	<0,05	k.MW	<0,05	0,2
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	32	31	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,3
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	2	<0,1	0,6	0,7	0,9	2,2
o,p-DDD	µg/kg TS	32	19	<0,1	<0,1	k.MW	0,5	1,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,8	1,1	1,7	4,5
o,p-DDT	µg/kg TS	32	31	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	25	<0,1	<0,1	k.MW	0,5	4,9
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	8	<0,1	0,3	0,3	0,6	0,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	1	<0,1	0,7	0,8	1,1	1,4

BG = Bestimmungsgrenze, Werte < BG als ganze BG angenommen (worst-case-Annahme), k.MW = wenn > 50 % der Proben < BG wurde kein Mittelwert berechnet

Tab A 19 Ermittlung der Messunsicherheit anhand von Doppelbestimmungen (Daten 2005 bis 2008)

Parameter	Messunsicherheit in %
Anorganische Parameter	ermittelt an 5 – 9 Doppelbestimmungen pro Beprobung (Gesamt-n = 39)
bestimmt in der Fraktion < 20 µm	Nordseeproben
Arsen	7
Blei	10
Cadmium	9
Chrom	8
Kupfer	12,5
Nickel	10
Quecksilber	18,5
Zink	13
Organische Parameter	
Umgerechnet auf die Fraktion < 20 µm	
PAK (Summe aus 6)	30
Mineralöl-KW (C10-C40)	n.b.
PCB	11
DDT, DDD, DDE-Isomere	35
Chlorbenzole	35
Organozinnverbindungen (Gesamtfraktion)	20*

*ermittelt aus Ringversuchen, Messunsicherheit aus Doppelbestimmungen ist deutlich höher

Die Messunsicherheit aus Doppelbestimmungen wird nach einem Verfahren des Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie ermittelt (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2002), Analysenverfahren – Fachgremium Altlastenanalytik, Teil 6. Handbuch Altlasten Band 7)

Tab A 20 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Einbringstelle E3 und Umfeld (April 2010)

Einbringstelle (n = 14)				
	Porenwasser (PW)	Leuchtbakterientest	Algentest	Toxizitätsklasse
pTStufe	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	Anzahl
pT0	PW	10 (11)	7	7 (7)
	EL	14	14	
pT1	PW	2	1 (4)	0 (4)
	EL	0	0	
pT2	PW	0	4 (2)	3 (1)
	EL	0	0	
pT3	PW	1 (0)	0	1 (0)
	EL	0	0	
pT4	PW	1	2 (1)	3 (2)
	EL	0	0	
Umfeld der Einbringstelle (n = 20)				
pT0	PW	20	18	18
	EL	20	20	
pT1	PW	0	2	2
	EL	0	0	
pT2	PW	0	0	0
	EL	0	0	
pT3	PW	0	0	0
	EL	0	0	
pT4	PW	0	0	0
	EL	0	0	

Werte in Klammern geben die Ergebnisse unter Einbeziehung der Wiederholungsuntersuchungen an. An drei Proben (2 x pT4, 1x pT 2) war keine Wiederholungsuntersuchung möglich, da kein weiteres Porenwasser zur Verfügung stand.

Mariner Amphipodentest (Anzahl n = 34)	Anzahl Proben Labor 1			Anzahl Proben Labor 2		
	≤ 20 % (Prozent Hemmung)	>20 % (Prozent Hemmung)	> 40 % (Prozent Hemmung)	≤ 20 % (Prozent Hemmung)	>20 % (Prozent Hemmung)	> 40 % (Prozent Hemmung)
Einbringstelle (n=14)	12	2	0	14	0	0
1,5-km Ring (n=5)	5	0	0	5	0	0
2-km Ring (n=5)	4	1	0	5	0	0
6-km Ring (n=5)	4	1	0	5	0	0
Referenz (n=5)	4	1	0	5	0	0

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)

Tab A 21 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Einbringstelle E3 und Umfeld (August 2010)

Einbringstelle (n = 14)				
	Porenwasser (PW)	Leuchtbakterientest	Algentest	Toxizitätsklasse
pTStufe	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	Anzahl
pT0	PW	18	10 / 11	10 / 11
	EL	20	20	
pT1	PW	1 / 0	2	1
	EL	0	0	
pT2	PW	1	1	2
	EL	0	0	
pT3	PW	0	1 / 0	1 / 0
	EL	0	0	
pT4	PW	0	0	0
	EL	0	0	
Umfeld der Einbringstelle (n=20)				
pT0	PW	20	20	20
	EL	20	20	
pT1	PW	0	0	0
	EL	0	0	
pT2	PW	0	0	0
	EL	0	0	
pT3	PW	0	0	0
	EL	0	0	
pT4	PW	0	0	0
	EL	0	0	

Werte mit Schrägstrich: Eine Probe als verdeckte Doppelbestimmung mit pT 0 und pT 3 im Algentest (Porenwasser) und mit pT 0 und pT 1 im Leuchtbakterientest (Porenwasser)

Ergebnisse des Amphipodentests

Mariner Amphipodentest (Anzahl n = 34)	Anzahl Proben Labor 1			Anzahl Proben Labor 2		
	≤ 20 % (Prozent Hemmung)	>20 % (Prozent Hemmung)	> 40 % (Prozent Hemmung)	≤ 20 % (Prozent Hemmung)	>20 % (Prozent Hemmung)	> 40 % (Prozent Hemmung)
Einbringstelle (n=14)	14	0	0	14	0	0
1,5-km Ring (n=5)	5	0	0	5	0	0
2-km Ring (n=5)	2	3	0	5	0	0
6-km Ring (n=5)	4	1	0	5	0	0
Referenz (n=5)	5	0	0	5	0	0

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)

Tab A 22 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Einbringstelle E3 (November 2010)

		Mariner Algentest pT	Mariner Leuchtb pT	Toxizitäts- klasse	Geruch des Testgutes	Tiermenge am Tag Auf- bereitung
1-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, wenig Trübung, unauffällig	-
	EL	0	0			
5-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, wenig Trübung, unauffällig	0,23 g
	EL	0	0			
7-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, wenig Trübung, unauffällig	0,70 g
	EL	0	0			
1-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, wenig Trübung, unauffällig	-
	EL	0	0			
9-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, wenig Trübung, fischig	7,79 g
	EL	0	0			
12-11-10	PW	0	0	0	PW: gelblich, wenig Trübung, unauffällig	-
	EL	0	0			
14-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, wenig Trübung, unauffällig	0,91 g
	EL	0	0			
16-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, wenig Trübung, unauffällig	0,06 g
	EL	0	0			
20-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, keine Trübung, unauffällig	0,13 g
	EL	0	0			
100-11-10	PW	5 ¹⁾	3 ¹⁾	o.B. ¹⁾	PW: farblos, starke Trübung, stark fischig	15,44 g
	EL	0	0			
104-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, keine Trübung, unauffällig	-
	EL	0	0			
130-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, keine Trübung, unauffällig	0,39 g
	EL	0	0			
131-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, keine Trübung, unauffällig	0,52 g
	EL	0	0			
132-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, keine Trübung, unauffällig	0,67 g
	EL	0	0			
133-11-10	PW	0	0	0	PW: farblos, keine Trübung, unauffällig	0,83 g
	EL	0	0			

1) Anmerkung BfG: (...) Im Untersuchungslabor wurde im Probenaliquot ein außergewöhnlich hoher Anteil toter Organismen festgestellt, ggf. stehen die festgestellten erhöhten Wirkeffekte hiermit im Zusammenhang. (...) o.B.= ohne Bewertung

Tab A 23 Belastung der Sedimente der Wattmessstellen Schleswig-Holsteins in 2010

		Anzahl	Min	Median	Mittel	Max	Vergleich*
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	8	8	12,1	14,0	24,6	
TOC Feststoff	Gew.-% TS	8	0,3	0,6	0,6	1,0	
Metalle (Frakt. <20µm)							
Arsen <20 µm	mg/kg TS	8	18	30	30	38	24/29**
Blei <20 µm	mg/kg TS	8	45	55	56	68	9-74
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	8	0,3	0,4	0,4	0,6	0,12-0,86
Chrom <20 µm	mg/kg TS	8	37	59	59	85	
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	8	21	28	31	60	14-31
Nickel <20 µm	mg/kg TS	8	26	32	32	39	34/40**
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	8	0,2	0,3	0,3	0,5	0,04-0,40
Zink <20 µm	mg/kg TS	8	151	162	171	225	90-250
Organische Schadstoffe (Gesamtfraktion)							
Mineralöl***	mg/kg TS	8	< 20	22	29	< 50	
PAK Summe 16	mg/kg TS	8	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,3	
PCB Summe 7	µg/kg TS	8	< 0,7	0,8	0,8	1,1	
alpha-HCH	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
beta-HCH	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
gamma-HCH	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
o,p'-DDE	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
p,p'-DDE	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
o,p'-DDD	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
p,p'-DDD	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	0,1	0,19	
o,p'-DDT	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
p,p'-DDT	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	8	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,12	
Monobutylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	1,2	2,0	
Dibutylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Tributylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	1,2	

* Vergleichswerte aus: JAMP-BLMP-Bericht 1999-2002. Meeresumwelt 1999-2002, Bundesländermessprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee, Werte ermittelt vom LANU SH, für Küstenbereich Schleswig-Holstein (n=5)

** Belastung Wattbereiche Mittelwert 1997-2003 (NLWKN) / Mittelwert 1998 – 2004 (LANU) nach BfG (2010)

*** Wechsel der Bestimmungsgrenze ab 2. Quartal 2010 von < 50 mg/kg auf < 20 mg/kg TS

PAK-Summe 16 und PCB Summe 7 mit ganzer Bestimmungsgrenze