

Umgang mit Baggergut aus dem Hamburger Hafen

Teilbericht

Verbringung von Baggergut zur Tonne E3

Bericht über den Zeitraum 1.1.2009 bis 31.12.2009



Inhalt

1.	Veranlassung.....	1
2.	Zusammenfassung	1
3.	Entwicklung in den Jahren 2005 bis 2008.....	6
4.	Entwicklung im Jahr 2009	7
5.	Schadstoffbelastung der zu baggernden Sedimente.....	11
5.1.	Chemische Belastung.....	11
5.2.	Ökotoxikologische Wirkung.....	13
6.	Verbleib des zur Tonne E3 verbrachten Sediments	14
6.1.	Peilungen im Bereich der Einbringstelle.....	15
7.	Monitoring im Verbringungsbereich	16
7.1.	Körnung und Schadstoffbelastung der Sedimente	17
7.2.	Ökotoxikologische Belastung.....	21
7.3.	Bioakkumulation	24
7.3.1.	Bioakkumulation in der Wellhornschnecke	24
7.3.2.	Bioakkumulation in der Pfeffermuschel.....	28
7.3.3.	Bioakkumulation in Fischen.....	30
7.4.	Makrozoobenthos	31
7.5.	Fischfauna	32
7.6.	Wattmessstellen	34
8.	Übersicht über die Erfüllung der Maßgaben der Einvernehmensklärung	36
9.	Ausblick	42

Anhang

Hamburg Port Authority
Hafeninfrastruktur
Infrastruktur Wasser

30. April 2010 /rev 4. August 2010

1. Veranlassung

Gemäß Einvernehmen des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume 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 2009 enthält aktuelle Daten und Angaben. Für frühere Untersuchungen wird auf die Berichte der Jahre 2005 bis 2008 verwiesen.

Einleitend erfolgt eine Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse.

2. Zusammenfassung

Seit dem Jahr 2000 sind die zur Sicherung der Wassertiefen im Hamburger Hafen anfallenden Baggergutmengen erheblich gestiegen. Im Hamburger Bereich umgelagertes Sediment wird infolge des so genannten Tidal-Pumping-Effekts nur begrenzt mit der Strömung aus diesem Elbabschnitt natürlich weiter stromab transportiert.

Vor diesem Hintergrund hat das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein im Juli 2005 sein Einvernehmen erteilt, befristet bis Dezember 2008 insgesamt rund 4,5 Mio. m³ Baggergut in die Nordsee zur Tonne E3 zu verbringen. In der Folge sind die Baggergutmengen in Hamburg deutlich gesunken. Da die Sedimentkreisläufe noch nicht durchbrochen werden konnten, wurde im August 2008 ein erneutes Einvernehmen zur Verbringung von weiteren insgesamt 6,5 Mio. m³ Baggergut bis Ende 2011 erteilt. Dieses ist, wie auch bereits das vorige, an die Einhaltung verschiedener Maßgaben geknüpft.

Entwicklung im Jahr 2009

Seit Beginn der Verbringung im Jahr 2005 wird im Bereich der Tonne E3 ein intensives Monitoring durchgeführt. Während ökotoxikologische Untersuchungsverfahren keine verbringungsbedingte toxische Wirkung der Sedimente des Klappzentrums anzeigten, wurde in 2009 für die im Jahr 2008 genommenen Proben eine statistisch signifikante Anreicherung von DDX-Verbindungen sowie Mono- und Dibutylzinn in Wellhornschnecken des Klappzentrums im Vergleich zu denen der Referenzgebiete festgestellt. Die Einvernehmenserklärung vom August 2008 besagt unter anderem, dass Baggergut, dessen Schadstoffgehalt eine signifikante ökotoxikologische Verschlechterung der Sedimentqualität oder signifikante Bioakkumulation an der Einbringstelle erwarten lässt, nicht eingebracht werden darf. Nach Erkennen der Bioakkumulation wurden entsprechend den Auflagen keine Sedimente zur Tonne E3 verbracht und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) mit einer Stellungnahme zur Gefährdungsabschätzung beauftragt. Die BfG kam zu dem Ergebnis, dass durch die verbringungsbedingte Bioakkumulation derzeit keine erheblichen Beeinträchtigungen der betrachteten spezifischen Erhaltungsziele (gute Ernährungsbedingungen, geringe Schadstoffbelastung und gute Wasserqualität) erwartet werden. Im Hinblick auf die Bestandsgrößen von Arten sowie bzgl. der Funktion von Lebensraumtypen wird aufgrund der Geringfügigkeit potenzieller Auswirkungen ebenfalls nicht mit erheblichen Beeinträchtigungen gerechnet.

Um die Verbringung zeitlich und mengenmäßig befristet fortsetzen zu können, wurde im Juli 2009 durch das MLUR eine Änderung des Einvernehmens mit weiteren Auflagen und Minimierungsmaßnahmen vorgenommen. Unter anderem wurden die Obergrenzen für einzelne Schadstoffe des bei Tonne E3 zu verbringenden Baggergutes herabgesetzt und die 2008

zusätzlich erlaubte Verbringung von Baggergut aus den Zufahrten der Hafenecken in die Nordsee widerrufen.

In 2009 verbrachte Mengen

Auf dieser Grundlage sollte im August 2009 eine Verbringung von Sedimenten aus der Stromelbe erfolgen. Die dafür notwendigen Sedimentuntersuchungen erfolgten Ende Juni im Köhlbrand und in der Süderelbe. Hier war die Sedimentmächtigkeit noch gering, die Sedimente wiesen zudem einen ungewöhnlich geringen Feinkornanteil auf. Die Untersuchung ergab, dass die chemische Belastung des Feinkornanteils in der Mehrzahl der Proben nicht mehr den jetzt verschärften Anforderungen des Einvernehmens entsprach, so dass die vorgesehene Verbringung nicht erfolgen konnte.

Im August 2009 wiesen die Teilbereiche Süderelbe und Köhlbrand eine erheblich höhere Sedimentmächtigkeit auf. Auch in der Norderelbe war die Sedimentation mittlerweile deutlich angestiegen. Eine Untersuchung Ende August ergab, dass die Feinkornanteile wieder auf das für diese Gebiete typische Niveau angestiegen waren und dass die Sedimente im Wesentlichen in die Nordsee verbracht werden konnten. Im Köhlbrand überschritten jedoch zwei Proben die durch das Einvernehmen vorgegebene Grenze des 90. Perzentils von DDX resp. HCB. In der Norderelbe wurde in einer Probe ein hoher TBT-Gehalt oberhalb des im Einvernehmen erlaubten Grenzwertes ermittelt. Bei der westlichsten Probe der Norderelbe im Einflussbereich einer Baustelle wurde eine auffällige PAK-Konzentration festgestellt. Die ökotoxikologischen Testverfahren zeigten in keinem Punkt einen Anstieg der Belastung im Vergleich zu 2005 bis 2007; die Belastung der Gebiete lag im gering bis mäßig toxischen Bereich.

Diese erhöht belasteten Sedimente im Köhlbrand und in der Norderelbe wurden gesondert entnommen, dadurch konnten die übrigen Sedimente aus der Delegationsstrecke im Rahmen des Einvernehmens in die Nordsee verbracht werden.

Mit der Verbringung wurde ab dem 18.12.2009 im Köhlbrand begonnen, da vorher kein geeignetes Gerät zur Verfügung stand. Zwischen dem 18.12. und dem 31.12.2009 wurden insgesamt 224.000 m³ (Laderaumvolumen) aus dem Köhlbrand entnommen und zur Tonne E3 verbracht. Die Kampagne wurde über den Jahreswechsel hinaus fortgesetzt. Die gem. Einvernehmen mögliche Jahres-Gesamtmenge von 2 Mio. m³ aus dem Bereich der Delegationsstrecke wurde damit bei Weitem nicht erreicht. Aus den Hafenzufahrten wurde kein Baggergut zur Tonne E3 verbracht.

Ergebnisse des Monitoring

Zur Beobachtung der mit der Einbringung verbundenen Auswirkungen werden im Rahmen eines umfangreichen Monitoringprogramms seit 2005 Peilungen sowie Untersuchungen des Wasserkörpers, der Sedimente, der Schadstoffanreicherung in Organismen, des Makrozoobenthos und der Fischfauna durchgeführt.

Die Elbesedimente werden in einem Feld von 400 x 400 m verklappt. Die Peilungen zeigen, dass sich mit zunehmender Baggergutmenge im Klappzentrum eine Erhöhung gebildet hat, die in 2009 im Maximum 3,5 m betrug. Am Außenrand der Einbringstelle (1-km-Kreis) ist es auch 2009 zu keinen messbaren Aufhöhungen gekommen.

In 2009 war geplant, die Nährstoffgehalte der Wasserphase sowie die Zusammensetzung der Algenpopulation während der Verklappungen zu untersuchen. Da derartige Untersuchungen nur in den Sommermonaten aussagekräftig sind, in denen 2009 keine Verklappung stattfand, wurde diese Messkampagne nicht durchgeführt. Untersuchungen der vergangenen Jahre zeigten jedoch, dass sich die Anreicherung von Nährstoffen in der Wassersäule auf den Bereich der Trübungswolke beschränkt, die sich bei der Entleerung des Hopperbaggers bildet und anschließend mit der Strömung verdriftet. Innerhalb weniger Stunden löst sich die Trübungswolke auf und ist messtechnisch dann nicht mehr zu erfassen.

Um die Auswirkungen auf die Sedimente im Verbringungsgebiet zu ermitteln, wurde von der BfG zu Beginn des Monitorings im Jahr 2005 ein Probenahmeraster entworfen, das in 2008 erweitert wurde. Im April und im August 2009 wurden in einem abgestuften Untersuchungsprogramm jeweils an 90 Proben Benthosuntersuchungen, an 125 Proben Korngrößenanalysen, an 52 Proben chemische und an 34 Proben ökotoxikologische Untersuchungen durchgeführt.

Eine Änderung des anstehenden Sohlmaterials wird nur direkt im Zentrum der Einbringstelle registriert. Der Sandanteil ist 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. Messbare Auswirkungen auf die Meeresumwelt bedingt durch die Verdriftungen sind nicht festzustellen.

An mehreren Probenahmepunkten innerhalb der Einbringstelle (1-km-Radius) ist ein Anstieg der Schadstoffbelastung im Vergleich zur Nullbeprobung in 2005 festzustellen. Dies betrifft die Schwermetalle Quecksilber, Kupfer, Cadmium und Zink sowie mehrere organische Schadstoffe. Während PAK, PCB, α -HCH, DDT und Metabolite, TBT sowie HCB jeweils an mehreren Punkten im 1-km-Kreis erhöhte Werte aufweisen, wird bei γ -HCH und PeCB nur an jeweils einem Beprobungspunkt auf der Einbringstelle ein Wert oberhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt. Ein Anstieg der Belastung an einzelnen Punkten des Randbereichs des 1-km-Kreises kann nach diesen Befunden zwar nicht ausgeschlossen, aufgrund fehlender Vergleichswerte in 2005 aber auch nicht sicher belegt werden. Für Arsen, Blei, Chrom und Nickel sowie für Mineralöl und Dioxine/Furane wird, wie auch in den vorangegangenen Jahren, keine baggergutbedingte Anreicherung im 1-km-Kreis ermittelt. Im 1,5-km-Kreis sowie in den weiter entfernt liegenden Stationen wird keine signifikante Anreicherung der Schadstoffbelastung festgestellt.

Anhand der Daten wird auch deutlich, dass einige im Abstrom der Elbemündung gelegene Probenahmepunkte aufgrund des Einflusses der Elbschwebstoffe bereits im Sommer 2005, vor Beginn der Baggergutverbringungen, höhere Konzentrationen an elbetypischen Schadstoffen (z.B. Quecksilber, Cadmium, DDT und Metabolite) aufweisen.

An ausgewählten Sedimenten wurden ökotoxikologische Untersuchungen mit der marinen Biotestpalette durchgeführt. In den Beprobungen 2009 wurde, wie auch schon in den vergangenen Jahren, mehrheitlich Toxizitätsklasse Null (Toxizität nicht nachweisbar) festgestellt, vereinzelt auch Toxizitätsklasse I (sehr geringe Toxizität). Eine ökotoxikologische Verschlechterung durch die Verbringung ist nicht festzustellen.

Damit bestätigt sich das bereits in früheren Kampagnen zu erkennende Bild. Im Zentrum der Einbringstelle hat sich eine deutliche Aufhöhung aus Elbesedimenten ausgebildet. Das Material verteilt sich innerhalb des 1-km-Ringes, so dass in diesem Bereich erhöhte Gehalte an einigen Schwermetallen und organischen Stoffen festgestellt werden.

Die Wellhornschnecke (*Buccinum undatum*) gilt als besonders sensibel gegenüber TBT. Daher wird seit Frühjahr 2007 im Rahmen eines Effektmonitorings die Vermännlichung weiblicher Wellhornschnecken, das so genannte Imposex-Phänomen, untersucht, das durch TBT induziert werden kann. Aus den vorliegenden Befunden ist für 2009 weder eine Verringerung der Wellhornschneckendichte noch eine Erhöhung der Imposex-Merkmale durch die Verbringungen zu beobachten.

Wellhornschnecken sind räuberisch lebende und aassessende Organismen, die in der Nahrungskette relativ weit oben stehen und daher ein höheres Bioakkumulationspotenzial aufweisen als z. B. die ebenfalls untersuchte Pfeffermuschel. Die Ergebnisse der Bioakkumulationsuntersuchung für 2009 zeigen eine signifikante Erhöhung für DDX-Verbindungen, Octachlorstyrol sowie Mono- und Dibutylzinn auf dem direkten Klappzentrum an. Im 1-km-

Kreis ist noch eine signifikante Erhöhung von MBT und DBT in den Wellhornschnecken nachweisbar. In weiterer Entfernung vom Klappzentrum wird keine signifikante Erhöhung der Bioakkumulationswerte festgestellt.

Proben der Pfeffermuschel (*Abra alba*) wurden zwischen 2005 und 2009 bei insgesamt 9 Beprobungskampagnen gewonnen und auf Schadstoffe analysiert. Die Daten der Jahre 2005 bis 2007 zeigen keine Tendenz zu einer erhöhten Bioakkumulation auf der Einbringstelle. Im August 2008, 7 Monate nach der letzten Verklappung, wird eine nicht signifikante Erhöhung mehrerer Chlororganika im Bereich Einbringstelle bis zum 2-km-Kreis beobachtet, die vermutlich durch methodische Probleme beeinflusst und die zudem im April 2008, erst drei Monate nach der letzten Verklappung, nicht festgestellt wurde. Die Daten des Jahres 2008 sind damit als nur eingeschränkt aussagekräftig anzusehen.

Die Analytik der Proben aus dem Jahr 2009 kann hingegen als zuverlässig eingestuft werden. Hier werden signifikante Differenzen zwischen der Einbringstelle und dem Referenzgebiet für HCB (April 09) und DDX (August 09) ermittelt, die aber in ihrer absoluten Höhe gering (DDX) bzw. vernachlässigbar gering (HCB) sind. Ob es sich bei der Differenz der DDX-Gehalte um einen Effekt der Baggergutverbringung handelt, ist vor dem Hintergrund der Datenlage nicht abschließend zu sagen, u.a. da kein signifikanter Unterschied zwischen Einbringstelle und 6-km-Kreis festzustellen ist. Bei den HCH-Verbindungen, OCS, PCB und Schwermetallen werden keine Anreicherungen im Bereich der Einbringstelle ermittelt.

Ab Herbst 2009 wird zusätzlich ein Schadstoffmonitoring an Fischen durchgeführt. Als Fischart wurde die Kliesche (*Limanda limanda*) ausgewählt. Die Daten lagen erst kurz vor Fertigstellung des vorliegenden Berichtes vor, so dass die bisherige Auswertung noch vorläufigen Charakter hat. Für keinen der untersuchten Parameter (DDT und Metabolite, Zinnorganika, PCB, Quecksilber, Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, OCS, HCH-Verbindungen) wurde eine signifikante Erhöhung an den Fischen der Einbringstelle im Vergleich zu denen der übrigen Gebiete ermittelt.

Die Erhebung der Makrozoobenthosgemeinschaft zeigt für 2009, dass, wie auch in den vorangegangenen Jahren, Artenzahl und Artenvielfalt auf der Klappstelle signifikant niedriger liegen als in den umliegenden Gebieten. Im Sommer 2009 war das Klappzentrum durch eine Massenansiedlung junger Schwertmuscheln (*Ensis americanus*) charakterisiert. Auch in den vergangenen Jahren wurden mehrfach Massenvorkommen von Organismen auf dem direkten Klappzentrum festgestellt. Die Ursache hierfür könnte in den niedrigeren Besiedlungsdichten und dem dadurch freiwerdenden Raum für die Ansiedlung von in den jeweiligen Jahren dominanten Larvenarten zu suchen sein.

In der das Klappzentrum umgebenden Einbringstelle (1 km-Radius) werden im Frühjahr 2009 eine signifikant geringere mittlere Artenzahl und Artenvielfalt festgestellt als in den umgebenden Gebieten. Im Sommer 2009 sind diese Unterschiede jedoch wieder ausgeglichen. Damit sind verklappungsbedingte Wirkungen in nahe dem Klappzentrum befindlichen Teilbereichen nicht auszuschließen, anhand der vorliegenden Daten jedoch auch nicht sicher zu belegen. Im 1,5-km-Kreis, im Außengebiet und im Referenzgebiet werden keine Hinweise auf verklappungsbedingte Wirkungen ermittelt.

Die Erfassung der Fischfauna, insbesondere der am Boden lebenden Fischarten, erfolgte mit einem kommerziellen Schollengeschirr. Seit Frühjahr 2009 wird auch der Aspekt „Fischkrankheiten“ in die Untersuchung einbezogen.

Als dominante Arten wurden Scholle, Steinpicker, Flunder und Kliesche ausgewiesen. Im Sommer 2009 wurden auf der Klapp- und der Einbringstelle sowie im Außengebiet hohe Schollenanteile festgestellt. Auf dem Referenzgebiet war hingegen zu beiden Beprobungen der Steinpicker die häufigste Art. Die vorliegenden Auswertungen u.a. der Parameter Artenzahl, Artenvielfalt sowie Biomasse zeigen, dass es nicht zu einer deutlichen baggergutbedingten Wirkung auf die Fischfauna gekommen ist. Dies gilt auch für das eigentliche Klappzentrum.

Insgesamt wiesen zu beiden Beprobungen 1,2 und 1,4 % der Fische äußere Krankheitsanzeichen auf. Werden auch leichte Pigmentstörungen mit erfasst, steigt der Anteil an Tieren mit Krankheitssymptomen auf 8 %. Innerhalb des Untersuchungsgebietes lassen sich bei den Fischkrankheiten keine Unterschiede zwischen den Teilgebieten erkennen, die auf einen Zusammenhang mit den Verklappungen hinweisen.

Mit Beginn 2007 wurde das Monitoringprogramm zur Beweissicherung um Messstellen im Niedersächsischen und im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer erweitert. Es soll überprüft werden, ob eine messbare, u. U. verklappungsbedingte, Erhöhung von Schadstoffgehalten im Bereich des Wattenmeeres nachzuweisen ist. An den Schleswig-Holsteinischen Wattflächen im Wesselburener Loch und der Holmer Fähre lassen sich 2009 keine Einflüsse aus der Verklappung an der Tonne E3 erkennen. Die Analysen der Messstationen aus dem Niedersächsischen Wattenmeer werden von der BfG im Rahmen ihres Jahresberichts 2009 ausgewertet. In den Jahren 2007 und 2008 wurden keine Anzeichen für eine Schadstoffbelastung aufgrund von Verdriftungen aus dem Baggergut ermittelt.

Die festgestellten Auswirkungen liegen somit im prognostizierten Rahmen und werden in der Gesamtabwägung als vertretbar angesehen. Die Maßgaben der Einvernehmensregelungen sind für das Jahr 2009 im Wesentlichen erfüllt.

Unter diesen Bedingungen kann die Verbringung von Elbesedimenten aus dem Hamburger Raum im Rahmen des bestehenden Einvernehmens mit dem Land Schleswig-Holstein bis 2011 weitergeführt werden.

3. Entwicklung in den Jahren 2005 bis 2008

Seit dem Jahr 2000 sind die bei Unterhaltungsmaßnahmen im Hamburger Hafen anfallenden Baggergutmengen von etwa 2 Mio. m³ pro Jahr auf in der Summe 8 bis 9 Mio. m³ in den Jahren 2004 und 2005 gestiegen. Veränderte Sedimentationsbedingungen führten dazu, dass im Hamburger Bereich umgelagertes Sediment mit der Strömung nur begrenzt aus diesem Elbabschnitt natürlich weiter stromab transportiert wird. Wesentliche Anteile davon werden durch den so genannten *Tidal-Pumping*-Effekt stromauf transportiert und müssen mehrfach gebaggert und umgelagert werden. Eine Umlagerung in den ebbstromdominierten Bereich ist aus Sicht der HPA daher 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.

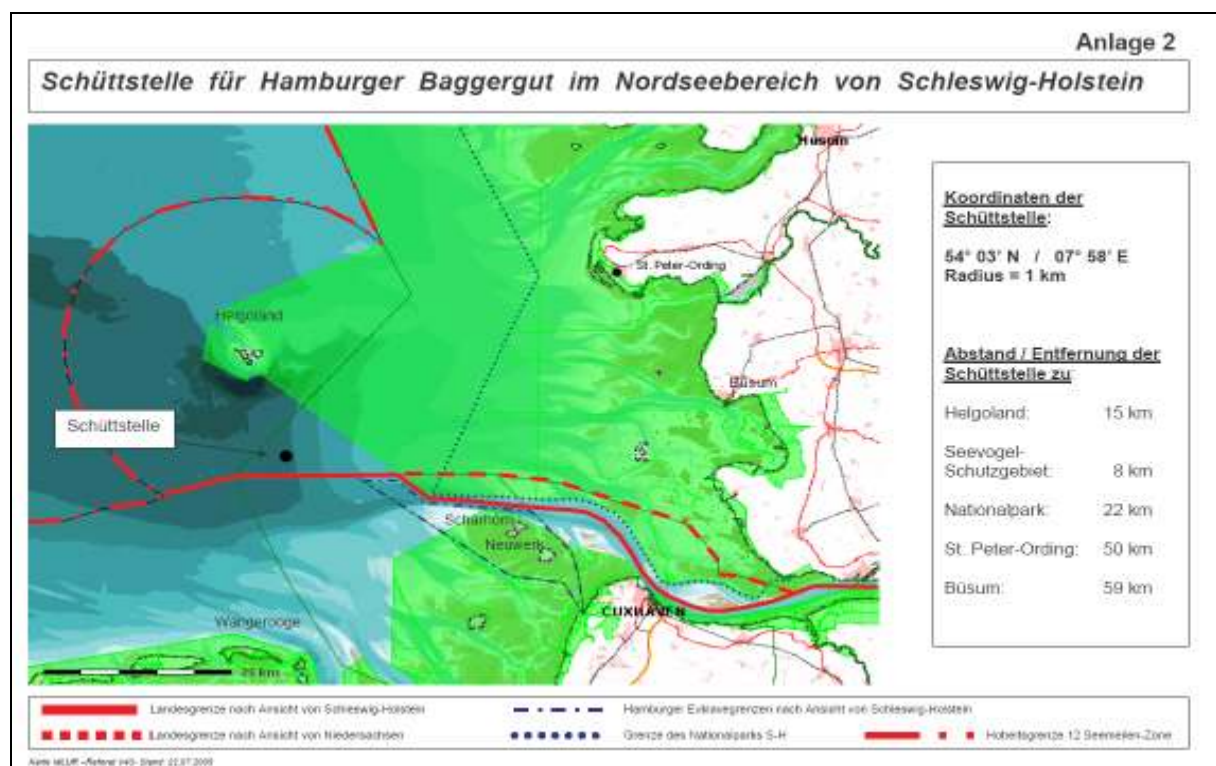


Abb. 1 Lageplan der Verbringstelle und der Schutzgebiete (aus der Einvernehmenserklärung des Landes Schleswig-Holstein vom 26.7.2005)

Das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein 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. 1 mit Schutzgebietsgrenze n).

Im Rahmen dieses Einvernehmens wurden zwischen Oktober 2005 und Januar 2008 insgesamt 4,5 Mio. m³ zur Tonne E3 verbracht mit dem Ergebnis deutlich gesunkener Baggergut-mengen in Hamburg.

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. In dem Konzept ist unter anderem das Erfordernis einer Umlagerung in den ebbstromdominierten Bereich dargestellt, um Tidal-Pumping-Effekte zu minimieren.

Da die in dem Konzept benannten Maßnahmen kurzfristig nicht wirksam umgesetzt und Sedimentkreisläufe noch nicht ausreichend durchbrochen werden konnten, erteilte das Land Schleswig-Holstein im August 2008 noch einmal das Einvernehmen für die befristete Verbringung von Sedimenten aus der an Hamburg delegierten 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. Zudem wurde zunächst eine wasserrechtliche Erlaubnis für die Verbringung von 1,5 Mio. m³ Baggergut aus Hafenzufahrten über den gleichen Zeitraum erteilt.

4. Entwicklung im Jahr 2009

Die Einvernehmenserklärung des Landes Schleswig-Holstein vom 01. August 2008 besagt unter anderem, dass Baggergut, dessen Schadstoffgehalt eine signifikante ökotoxikologische Verschlechterung der Sedimentqualität oder signifikante Bioakkumulation an der Einbringungsstelle erwarten lässt, nicht eingebracht werden darf.

Seit Beginn der Verbringung im Jahr 2005 wird im Bereich der Tonne E3 ein intensives Monitoring durchgeführt. Neben der akuten und chronischen Toxizität von Schadstoffgehalten auf Organismen wird auch die Schadstoffanreicherung (Bioakkumulation) in Organismen untersucht. Während die ökotoxikologischen Untersuchungsverfahren von 2005 bis 2008 keine verbringungsbedingte toxische Wirkung in den Sedimenten des Klappzentrums anzeigten, wurde für das Jahr 2008 eine statistisch signifikante Anreicherung von o,p-DDD, p,p-DDD, p,p-DDE, Monobutylzinn und Dibutylzinn in den Wellhornschnecken des Klappzentrums im Vergleich zu denen der Referenzgebiete ermittelt. Einige Schwermetalle (Kupfer, Quecksilber, Arsen, Cadmium und Zink) lagen hingegen in den Tieren des Klappzentrums signifikant niedriger als im Bereich der Referenzgebiete (s. Jahresbericht 2008 der HPA).

Nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse zur Bioakkumulation im März 2009 hat HPA umgehend das MLUR über diese Erkenntnisse informiert und entsprechend den Auflagen zunächst keine Sedimente in die Nordsee verbracht. Zudem wurde die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) mit einer Stellungnahme beauftragt. Das für die Verbringung vorgesehene Material wurde bei Neßsand umgelagert.

Die BfG kommt in ihrer Stellungnahme vom Mai 2009 „Überprüfung bioakkumulativer Effekte auf der Umlagerungsstelle Tonne E3 nordwestlich von Scharhörn“ 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 bzgl. der Funktion von Lebensraumtypen wird aufgrund der Geringfügigkeit potenzieller Auswirkungen ebenfalls nicht mit erheblichen Beeinträchtigungen gerechnet.

Zwischen MLUR und HPA wurden weitere Auflagen und Minimierungsmaßnahmen vereinbart, um die Verbringung zeitlich und mengenmäßig befristet fortsetzen zu können. Mit Datum 28. Juli 2009 wurde durch das MLUR eine Änderung des Einvernehmens vom 01. August 2008 vorgenommen. Mit dieser Entscheidung war auch verbunden, dass die parallel zum Einvernehmen im August 2008 erteilte wasserrechtliche Erlaubnis zur Verbringung von frischen Elbesedimenten aus den Hafenzufahrten zur Tonne E3 widerrufen wurde.

Auf der Grundlage des revidierten Einvernehmens sollte im August 2009 eine Verbringung von Elbesedimenten aus der an Hamburg delegierten Bundeswasserstraße aus den Bereichen Köhlbrand, Süderelbe und Norderelbe erfolgen. Die dafür notwendigen Sedimentuntersuchungen erfolgten Ende Juni/Anfang Juli. Zu diesem Zeitpunkt war die Sedimentation jedoch noch sehr gering (Abb. 2). Die Untersuchung ergab, dass die chemische Belastung in der Mehrzahl der Proben nicht den neuen, verschärften Anforderungen des Einvernehmens entsprach, so dass die vorgesehene Verbringung nicht erfolgen konnte (Abschnitt 5.1).

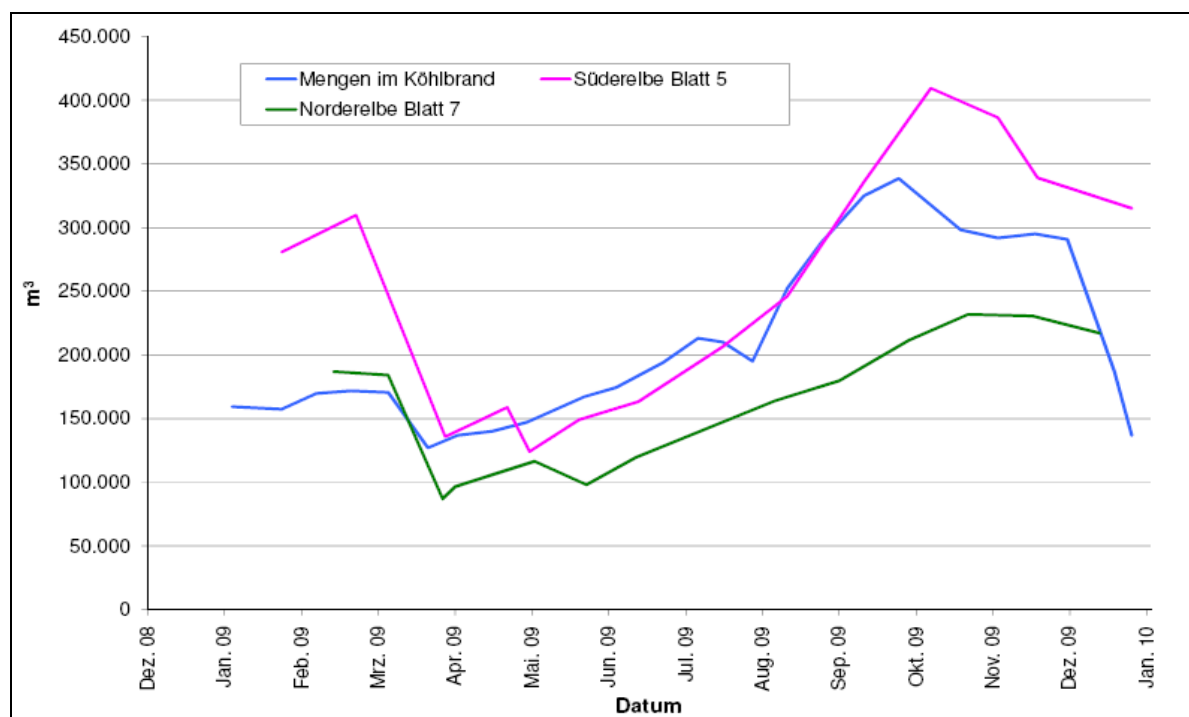


Abb. 2 Entwicklung der Sedimentablagerungen oberhalb der Solltiefen in den Baggergebieten im Jahr 2009 (ansteigende Linien entsprechen Sedimentation, abfallende Linien Entnahmen oder Konsolidierung. Angaben beruhen auf Peilerggebnissen)

Eine erneute Untersuchung Ende August ergab, dass die dann angefallenen Sedimente in die Nordsee verbracht werden konnten. Die Zusammenhänge werden im Kapitel 5.1 näher erläutert. Mit der Verbringung in die Nordsee wurde erst ab dem 18.12.2009 im Köhlbrand begonnen, da vorher kein geeignetes Gerät zur Verfügung stand. Da die Sedimentation bereits über den August und September im Köhlbrand und in der Süderelbe deutlich angestiegen war, wurden im Herbst nautisch kritische Sedimenteintreibungen mit einem Wasserinjektionsgerät entfernt. Ab November 2009 erfolgte die Umlagerung von Material aus der Süderelbe in die Elbe bei Nesssand.

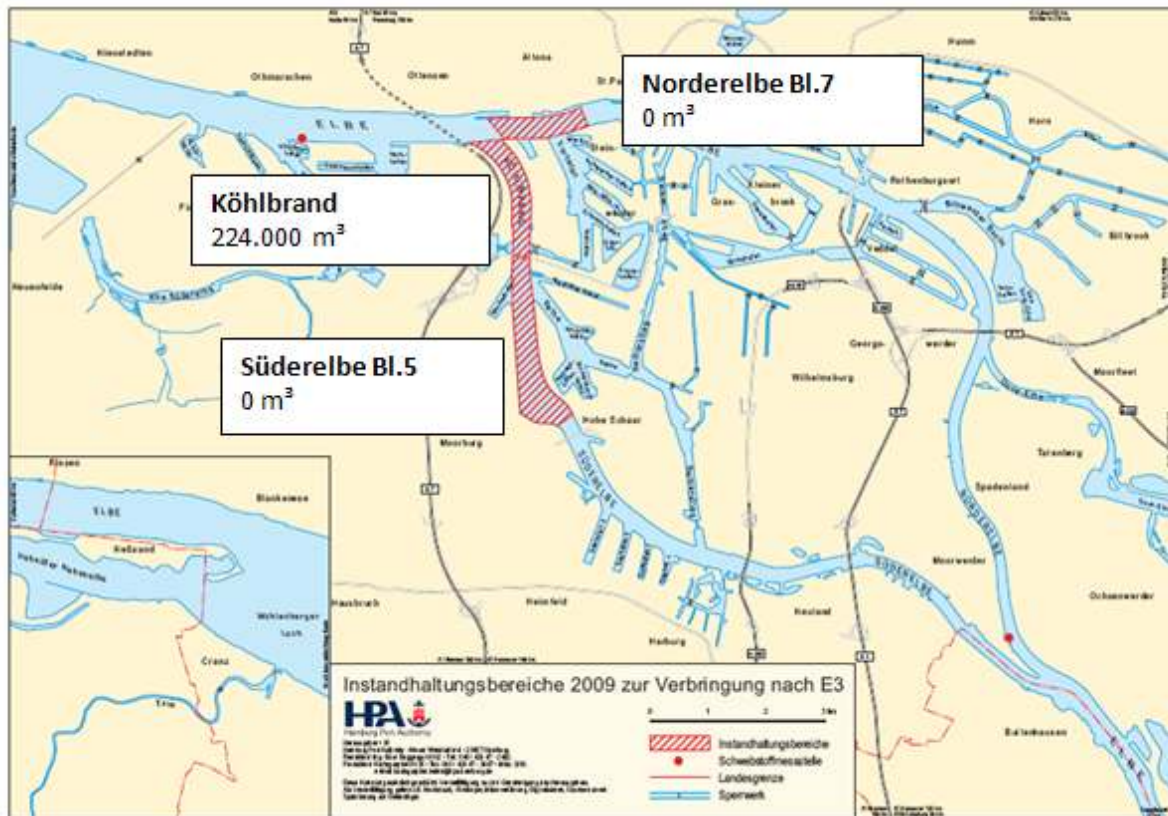


Abb. 3 Herkunft und Menge der in 2009 in die Nordsee verbrachten Sedimente (Laderaumvolumen)

Bei dem für die Verbringung in die Nordsee entnommenen Baggergut handelt es sich um frisches, schwebstoffbürtiges Sediment aus dem Köhlbrand nördlich der Köhlbrandbrücke (Abb. 3). Die Bezeichnung „frisch“ besagt in diesem Zusammenhang, dass es innerhalb des Jahres 2009 in die entsprechenden Sedimentationsbereiche eingetragen wurde. Es stellt eine Mischung von aus dem Oberlauf eingetragenen Schwebstoffen sowie aus der Untereibe stromauf transportierten Sedimenten dar.

Für die Baggerarbeiten wurden der Laderaumsaugbagger Lelystad eingesetzt, der bereits in den vergangenen Jahren verwendet wurde. Zwischen dem 18.12. und dem 31.12.2009 wurden insgesamt 224.000 m³ (Laderaumvolumen) aus dem Köhlbrand entnommen und zu E3 verbracht. Die Kampagne wurde über den Jahreswechsel hinaus fortgesetzt. Bis zum Abschluss der Verbringkampagne am 28. Februar 2010 wurden insgesamt jeweils knapp 400.000 m³ aus dem Köhlbrand und aus der Norderelbe sowie 240.000 m³ aus der Süderelbe entnommen.

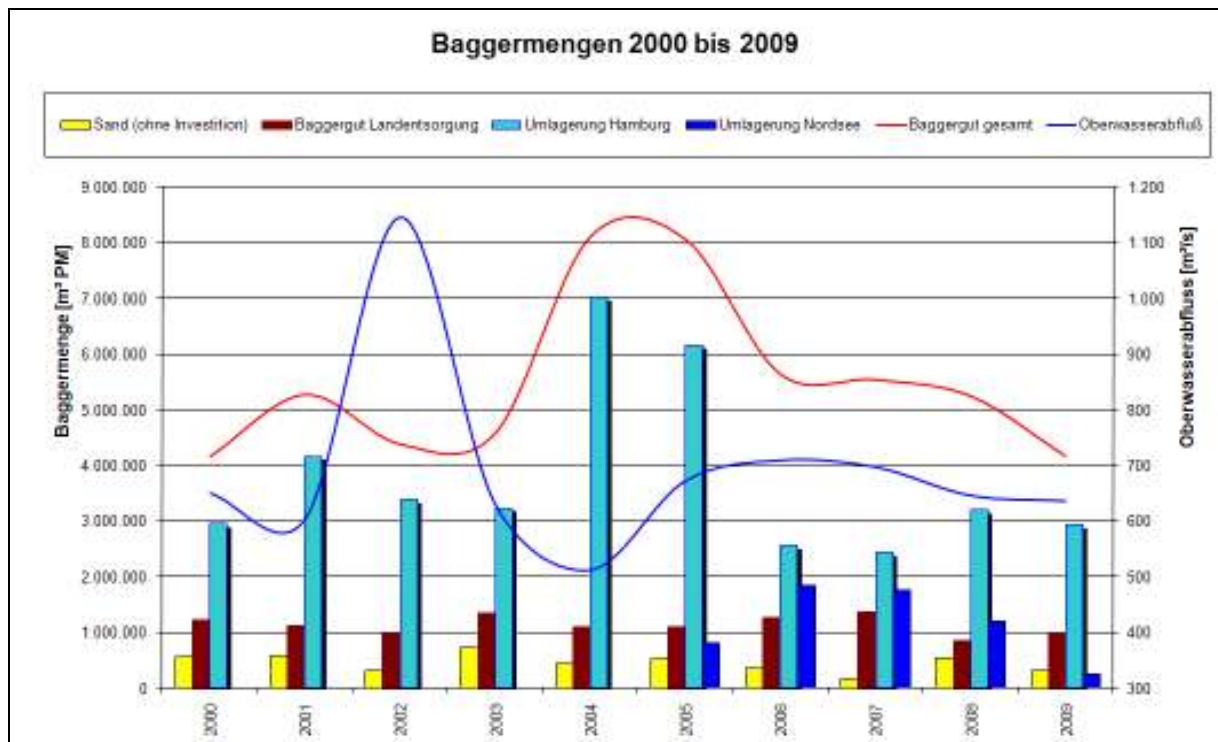


Abb. 4 Übersicht über Baggermengen und Verbleib sowie Oberwasserabfluss 2000 – 2009

Abb. 4 zeigt die Entwicklung der Baggermengen in Hamburg der Jahre 2000 bis 2009 sowie deren Verbleib. Die befristete Umstellung auf die Verbringung von Baggergut in die Nordsee im Jahr 2005 diente dem Ziel, so genannte Baggerkreisläufe zu durchbrechen. So beträgt die Gesamt-Baggergutmenge der Jahre 2006 bis 2008, d. h. inklusive der bei Hamburg umgelagerten Sedimente, rund 2,5 Mio. m³ weniger als in den Jahren 2004 und 2005 mit den größten Mengen (Abb. 4). Durch die zeitliche Verschiebung der für Sommer 2009 geplanten Verbringekampagne ist die Gesamtmenge im Jahr 2009 im Vergleich zu den Vorjahren nur scheinbar um eine weitere Million auf 4 Mio. m³ gesunken. Da die Kampagne über den Jahreswechsel hinaus erfolgte, werden die eigentlich für Sommer 2009 vorgesehenen Mengen auf die Jahresbilanz 2010 angerechnet. Wenn die Mengen der Verbringekampagne 2009/2010 in das Jahr 2009 eingerechnet werden, würde sich die Gesamt-Baggermenge auf ca. 5 Mio. m³ pro Jahr stabilisieren und damit der aus den Vorjahren entsprechen.

Die an der Landesgrenze bei Neßsand umgelagerten Mengen sind von über 7 Mio. m³ in 2004 auf rd. 2,5 bis 3 Mio. m³ in 2006 bis 2008 abgesunken. Im Jahr 2009 wurde ein Teil des ursprünglich zur Verbringung in die Nordsee vorgesehenen Sedimentes nach Neßsand umgelagert; die hierhin umgelagerte Menge betrug im Jahr 2009 damit erneut 3 Mio. m³.

Für das Jahr 2009 war gemäß dem Einvernehmen mit dem Land Schleswig-Holstein die Verbringung von 2 Mio. m³ aus dem Bereich der Delegationsstrecke bewilligt worden. Im Ergebnis ist festzustellen, dass im Jahr 2009 mit einer Gesamtmenge von 244.000 m³ nur eine deutlich geringere Menge an Elbsedimenten aus Hamburg zur Tonne E3 verbracht wurde. Die im Einvernehmen vorgesehene Maximal-Menge von 2 Mio. m³ wurde damit weit unterschritten. Aus den Hafenzufahrten wurde und wird kein Baggergut zur Tonne E3 verbracht.

5. Schadstoffbelastung der zu baggernden Sedimente

Die Sedimente aus der Delegationsstrecke wurden vor der Baggerung auf ihre chemische Belastung und ökotoxikologische Wirkung 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 ersetzt durch die im August 2009 vereinbarten „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in Küstengewässern“, denen auch Hamburg zugestimmt hat. In Abstimmung mit dem MLUR wurde die Baggergutbewertung im Jahr 2009 noch nach der HABAK-WSV (1999) durchgeführt. Im Jahresbericht der HPA 2010 wird die Baggergutbewertung für die erste Verbringungskampagne in 2010 dann nach beiden Richtlinien vergleichend dargestellt werden. Die darauf folgenden Baggergutbewertungen werden nach den Gemeinsamen Übergangsbestimmungen (2009) durchgeführt.

5.1. Chemische Belastung

Die erste Beprobung 2009 fand in den Teilgebieten Süderelbe, Köhlbrand und Norderelbe im Februar und März 2009 statt (Tab A 1 - Tab A 3). Die Sedimentqualität entsprach den Anforderungen nach dem Einvernehmen vom 1. August 2008 (nicht dargestellt). Aufgrund der Befunde zur Bioakkumulation im Bereich der Verbringungsstelle bei der Tonne E 3 (Abschn.4) wurden die Sedimente jedoch nicht in die Nordsee verbracht, sondern an der hamburgischen Landesgrenze umgelagert.

Zum Monatswechsel Juni/Juli begann in den Teilgebieten Köhlbrand und Süderelbe die zweite Beprobungskampagne 2009. Im Gebiet Norderelbe hatte zu diesem Zeitpunkt noch keine für eine Probennahme ausreichende Neusedimentation stattgefunden. Auch in den beiden beprobten Gebieten war die Sedimentmächtigkeit noch gering, die Sedimente wiesen zudem einen für diese Gebiete ungewöhnlich geringen Feinkornanteil auf. Die auf die Fraktion < 20 µm normierten Werte lagen in der Süderelbe zu 80 % und im Köhlbrand zu 60 % oberhalb des 90. Perzentil der DDX- bzw. HCB-Werte der Sedimente aus diesen Gebieten in den Jahren 2005 bis 2007 (Abb. 5). Damit war nach den verschärften Anforderungen des Einvernehmens vom Juli 2009 (s. Ziffer 10 Abschn. 0) eine Verbringung der Sedimente im Rahmen des für August geplanten Baggereinsatzes nicht möglich.

Im August wiesen die Teilbereiche Süderelbe und Köhlbrand eine erheblich höhere und für diese Bereiche typischere Sedimentmächtigkeit auf. Auch in der Norderelbe war die Sedimentation mittlerweile deutlich angestiegen. Daher wurden Ende August die drei Teilgebiete der Delegationsstrecke erneut beprobt. Dabei wurden mittlerweile wieder deutlich höhere Feinkornanteile festgestellt.

Die chemischen Parameter der drei Teilbereiche sind in Tab A 6 bis Tab A 8 dargestellt. Wie in den Vorjahren festgestellt sind die gemessenen Konzentrationen überwiegend in Fall 2 nach HABAK einzuordnen, die der chlororganischen Verbindungen in Fall 3.

Die auf die Fraktion < 20 µm normierten Werte für DDX und HCB der drei Teilgebiete weisen in der Augustbeprobung überwiegend Belastungen auf, die unterhalb des 90. Perzentils der Belastung der jeweiligen Teilgebiete aus den Jahren 2005 bis 2007 liegen (Abb. 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).

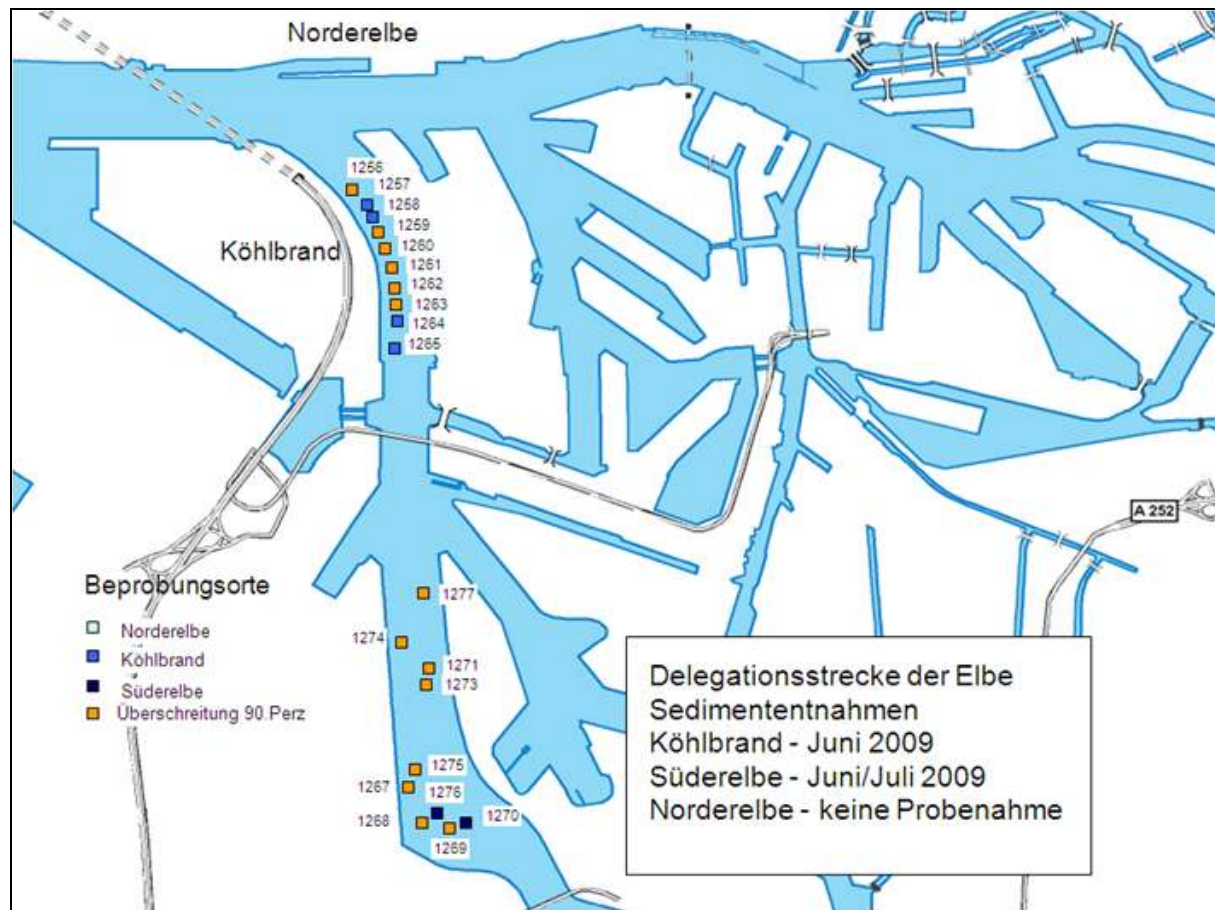


Abb. 5 Belastung der Sedimente in den Teilgebieten Köhlbrand und Süderelbe im Juni/Juli 2009 im Vergleich zum 90. Perzentil der Belastung mit TBT, 6 DDX und / oder HCB aus den Jahren 2005-2007 (normiert auf <math>< 20 \mu\text{m}</math>)

Im Gebiet Norderelbe liegt der westlichste Punkt (1295) im Einflussbereich einer Baustelle, hier wurde eine auffällige PAK – Erhöhung festgestellt. Am Punkt 1298 in der Norderelbe wurde ein TBT – Gehalt von mehr als $400 \mu\text{g/kg TS}$ gemessen. Dieser liegt über dem nach dem Einvernehmen erlaubten Grenzwert von $300 \mu\text{g/kg TS}$. Der Mittelwert der TBT-Konzentration der übrigen Beprobungspunkte ist mit $100 \mu\text{g/kg TS}$ deutlich niedriger (Tab A 9).

Der gemäß Einvernehmen (Abschn. 0 Ziffer 10) notwendige Vergleich der Mittelwerte wurde ohne die o.g. auffälligen Probenahmepunkte durchgeführt, da die Sedimente aus diesen Bereichen für eine Verbringung in die Nordsee nicht geeignet waren und deshalb gesondert entnommen wurden. Signifikant höhere Mittelwerte in den einzelnen Teilbereichen im Vergleich zum bereits verbrachten Baggergut der entsprechenden Teilbereiche aus den Jahren 2005 bis 2007 wurden nicht festgestellt (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.

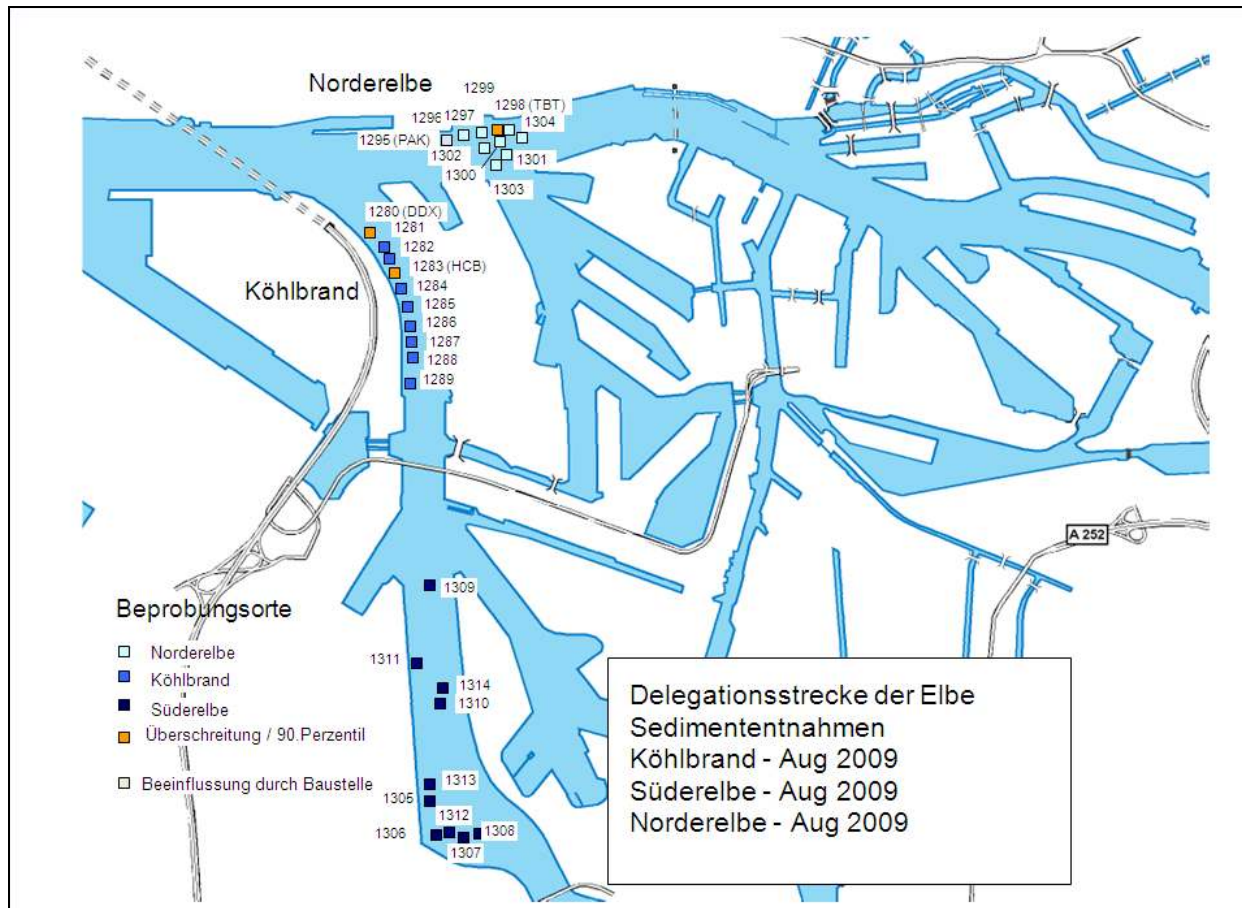


Abb. 6 Belastung der Sedimente in den Teilgebieten Norderelbe, Köhlbrand und Süderelbe im August 2009 im Vergleich zum 90. Perzentil der Belastung mit TBT, 6 DDX und / oder HCB aus den Jahren 2005-2007 (normiert auf < 20 µm)

5.2. 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. Dieses Verfahren kann nur bei den Tests angewandt werden, bei denen mit Verdünnungsreihen gearbeitet wird.

Die ökotoxikologischen Wirkungen der Proben aus dem Sommer 2009 entsprechen den Fällen 1 und 2 nach HABAK (Tab A 13 - Tab A 15). Um den im Einvernehmen geforderten Vergleich der Werte der Kampagnen der drei Baggergebiete mit denen aus den Jahren 2005 bis

2007 durchführen zu können, wurde das geometrische Mittel berechnet, das nach Ansicht der BfG der logarithmischen Natur der Daten Rechnung trägt und deshalb besser geeignet ist als das arithmetische. Demnach bewegen sich die limnischen Testergebnisse für den Sommer 2009 in der mittleren Einstufung zwischen 1,6 (Norderelbe) und 3,3 (Süderelbe) und damit im gering bis mäßig toxischen Bereich (Tab A 16). Die marinen Testverfahren liegen mit Mittelwerten zwischen 0,9 (Norderelbe) und 2,4 (Süderelbe) etwas niedriger. Ein signifikanter Unterschied des Beprobungstermins im Sommer 2009 zu den früheren wurde nicht ermittelt (Tab A 17). 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 (s. a. Kap. 7.2).

Das Sediment aus dem Frühjahr 2009 wurde nicht zur Tonne E3 verbracht. Der Vollständigkeit halber sind die Ergebnisse im Anhang aber mit aufgeführt (Tab A 10 - Tab A 12). Die statistische Prüfung ergab, dass auch dieses Baggergut nicht signifikant höher belastet war als das zwischen 2005 und 2007 verbrachte (nicht dargestellt). Proben mit pT-Werten von 5 und 6 wurden auch hier nicht ermittelt.

Mittels Amphipodentest (Hemmung des Schlickkrebsses *Corophium volutator*) wurden sowohl nicht toxische, leicht toxische als auch toxische Werte ermittelt (Tab A 10 - Tab A 15). Toxische Werte 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. Hinzu kommt, dass in 2009 methodische Probleme im Labor aufgetreten sind, die höchstwahrscheinlich mit der verwendeten Amphipoden-Population in Beziehung standen. Dies wird in Abschnitt 7 näher erläutert. 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, der Abschlussbericht wird in Kürze vorgelegt werden. Es wurde neben Ammonium als einer Wirkkomponente noch eine zweite ermittelt, bei der es sich jedoch nicht um einen Einzelstoff handelt. Diese Komponente wurde chemisch und physikalisch näher charakterisiert, konnte aber nicht eindeutig chemisch identifiziert werden.

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 im Jahr 2009 angewandt. Eine abschließende Bewertung steht noch aus und wird voraussichtlich 2011 vorliegen. Bisher hat sich herausgestellt, dass zwischen den Laboren systematische Unterschiede bestehen, deren Ursache jedoch noch nicht ermittelt werden konnte.

6. Verbleib des zur Tonne E3 verbrachten Sediments

Die Elbesedimente aus der Hamburger Delegationsstrecke wurden - wie auch bereits 2005 bis 2008 - 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 Mittel 14 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 Kapitel 7.1 dargestellte Verdriftung von feinkörnigen Anteilen des Baggerguts hat somit keine messbaren Auswirkungen auf die Meeresumwelt.

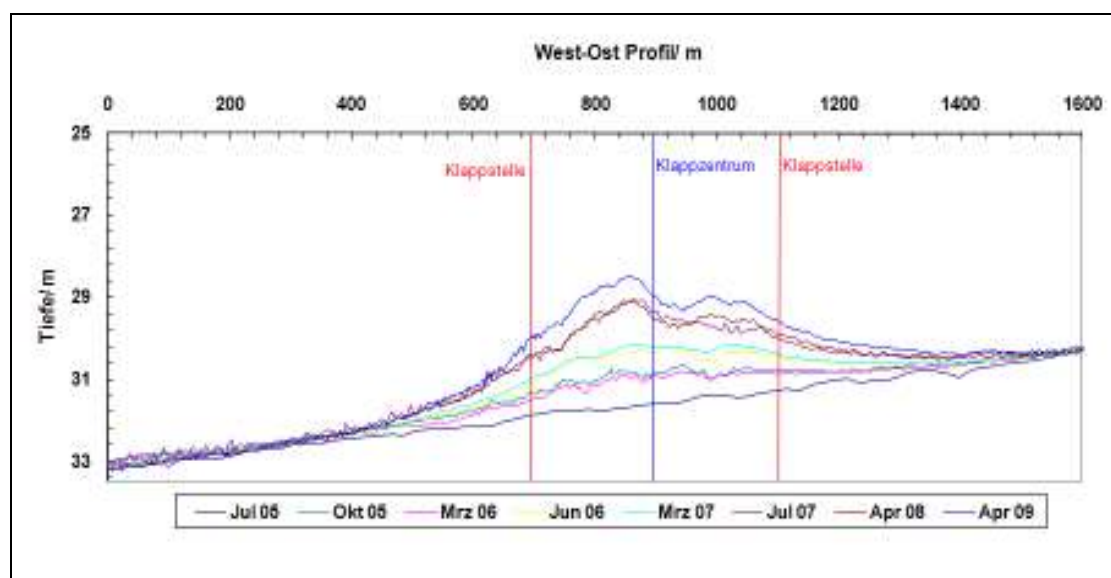


Abb. 7 Querprofile (West-Ost) der Peilungen über den Einbringbereich von 2005 bis 2009 (Darstellung stark überhöht)

6.1. Peilungen im Bereich der Einbringstelle

In den Jahren 2005 bis 2009 wurden insgesamt 9 Peilungen durchgeführt. Hierbei bestand das Hauptziel darin, die Einhaltung der geforderten Wassertiefe von mindestens 25 m zu überprüfen. Für eine Volumenermittlung des auf die Einbringstelle verbrachten Materials ist die Messgenauigkeit hingegen nicht ausreichend.

Vor Beginn der Verklappungen war das Gebiet durch einen kontinuierlichen Tiefenanstieg 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 2009 im Maximum 3,5 m betrug. 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 Erhöhung des Meeresbodens bleibt auf das Klappzentrum beschränkt. Am Außenrand der Einbringstelle ist es zu keinen messbaren Aufhöhungen gekommen (Abb. 7).

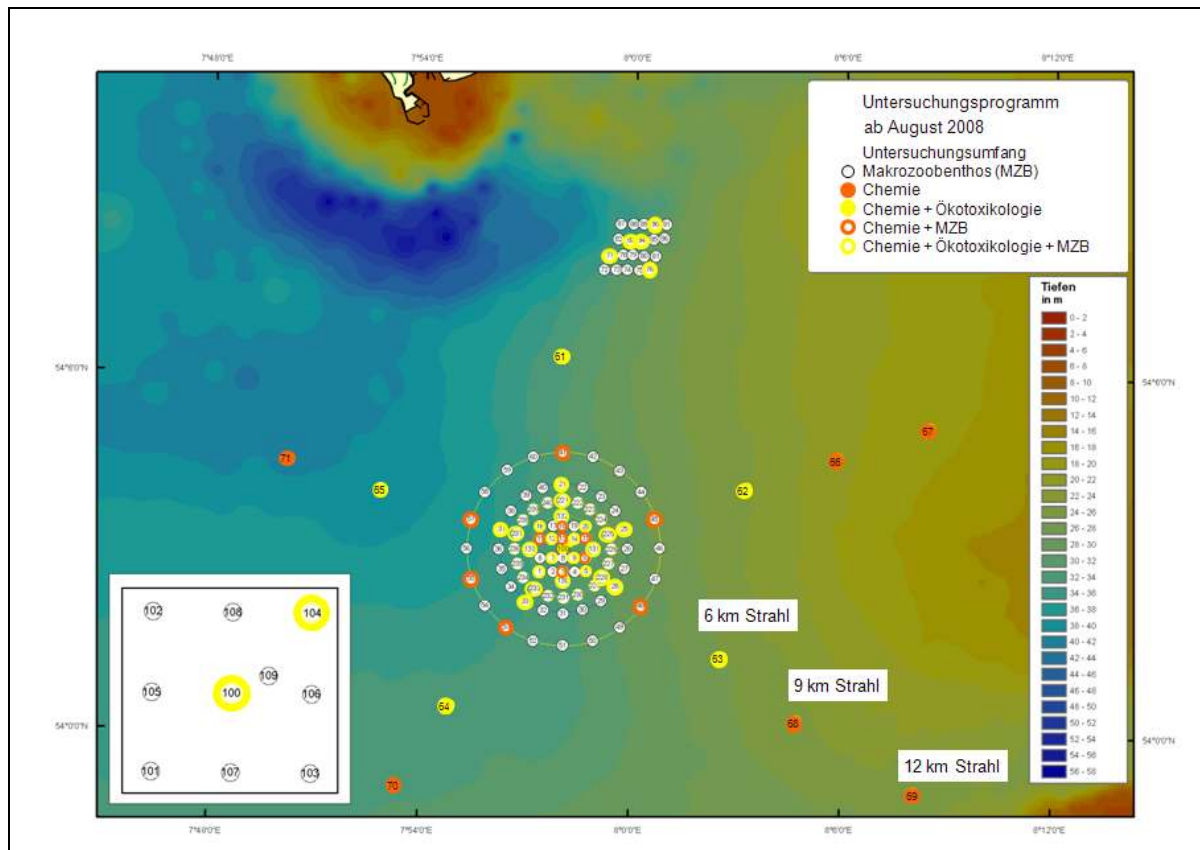


Abb. 8 Lageplan der Einbringstelle, des Außengebietes und des Referenzgebietes (Karte der BfG, verändert, Maßstab 1:125000)

7. Monitoring im Verbringungsbereich

Zur Beobachtung der mit der Einbringung verbundenen Auswirkungen werden im Rahmen des Monitorings Peilungen im Einbringungsbereich sowie Untersuchungen im Wasserkörper, an den Sedimenten, dem Makrozoobenthos sowie an der Fischfauna durchgeführt. Diese Untersuchungen umfassen physikalische, chemische, ökotoxikologische und/oder biologische Parameter.

In 2009 waren Untersuchungen im Wasserkörper während einer Verklappungskampagne vorgesehen, sofern eine Verbringung von Baggergut in den Monaten Juni bis September stattgefunden hätte. Ziel der Untersuchungen ist es, den Eintrag von Nährstoffen in der Wasserphase zu erfassen und die Einflüsse auf die Algenpopulation zu dokumentieren. Außerhalb der Sommermonate sind diese Untersuchungen nicht aussagekräftig. An den vorgesehenen Untersuchungsstationen wurden im Rahmen der Monitoringkampagne im August Wasserproben entnommen, um den Ausgangszustand zu dokumentieren. Da in 2009 die

Verbringungen erst kurz vor Jahresende erfolgten, fanden in diesem Jahr keine weiteren Untersuchungen statt.

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. 8). 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. 8).

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 x 400 m Feld im Zentrum der Einbringstelle genommen (Abb. 8). Dieses Gebiet wird im Folgenden als „Klappzentrum“ bezeichnet. Für die Positionen im Klappzentrum sowie für die in 2008 neu hinzugekommen Positionen innerhalb der Einbringstelle und im 1,5-Ring liegt somit keine Nullbeprobung vor.

Im April und im August 2009 wurden in einem abgestuften Untersuchungsprogramm an 90 Proben Benthosuntersuchungen, an 125 Proben Korngrößenanalysen, an 52 Proben chemische und an 34 Proben ökotoxikologische Untersuchungen durchgeführt. Die Sedimentproben wurden mit einem Van-Veen-Greifer mit Klappen entnommen und auf einen Parameterumfang gemäß den Anforderungen der HABAK-WSV (1999) resp. der Gemeinsamen Übergangsbestimmungen (2009) untersucht. Die Daten dieser Erhebungen werden sowohl im räumlichen als auch im zeitlichen Vergleich ausgewertet.

7.1. 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. 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 2009 verwiesen, der im zweiten Halbjahr 2010 vorliegen wird.

Neben den von der HABAK geforderten **chemischen Parametern** wurden in 2009 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 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, abhängen. Um Gehalte von Sedimenten unterschiedlicher Zusammensetzung miteinander vergleichen zu können, werden die Schwermetalle konventionell in der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ gemessen. Die organischen Verbindungen werden aus methodischen Gründen in der Gesamtfraktion ermittelt und anschließend auf die Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ ¹ umgerechnet.

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 (Jahresbericht 2008, Tab A 22). Auf eine Neuberechnung der Messunsicherheit unter Einbeziehung der Daten aus 2009

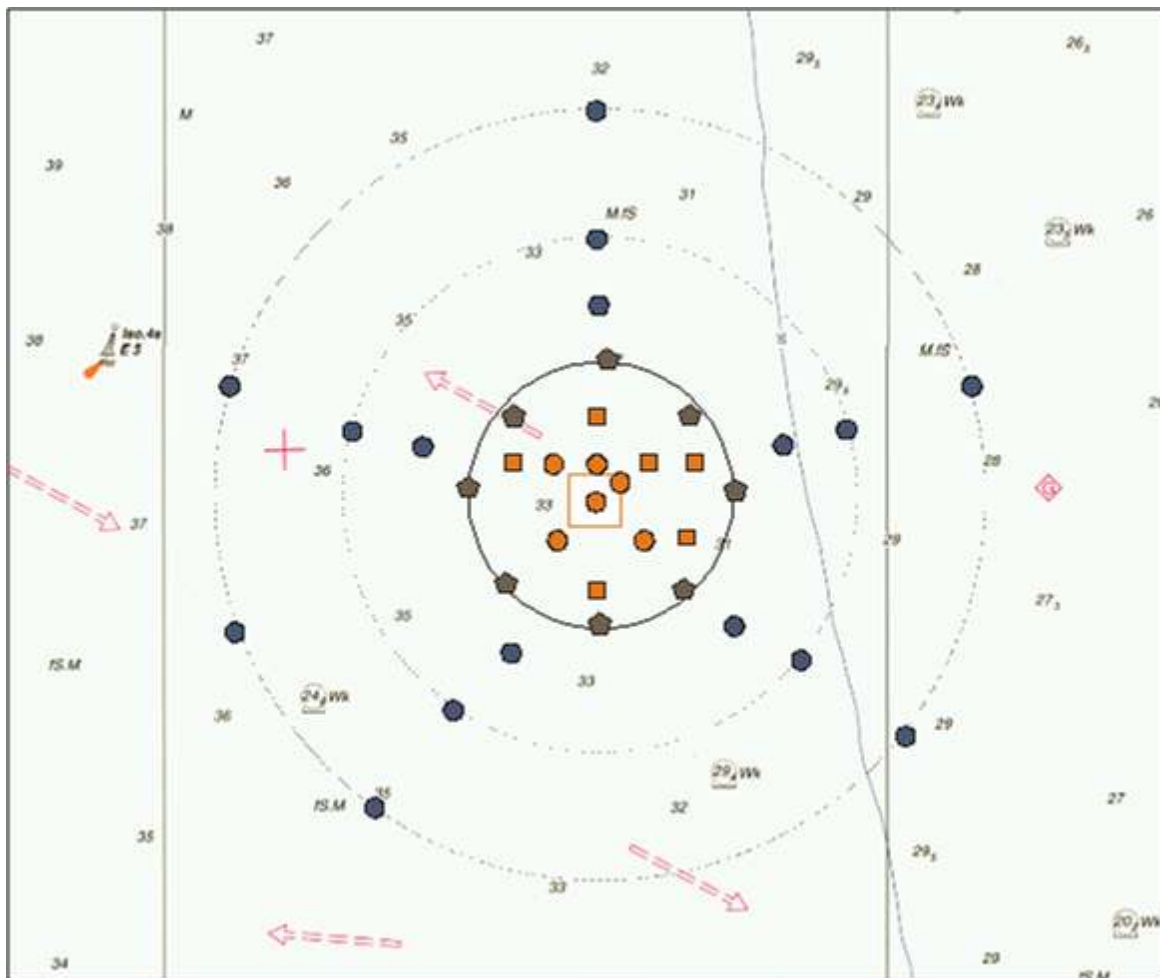


Abb. 9 Probenstellen mit / ohne Änderung der Schadstoffbelastung

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

¹ Bzw. künftig auf die $63 \mu\text{m}$ Fraktion nach den eingangs genannten Gemeinsamen Übergangsbestimmungen

wurde verzichtet, da dadurch kein weiterer Erkenntnisgewinn erwartet wird. Die Messunsicherheit bezeichnet in der vorliegenden Auswertung den Bereich, in dem der tatsächliche Wert mit einer 95%igen Wahrscheinlichkeit liegt. Hierdurch können nur Stationen verglichen werden, die in 2005 bereits Teil des Untersuchungsprogramms waren. Durch Vergleich der Untersuchungsergebnisse der verschiedenen Probenahmekampagnen wird zunächst 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. Hierbei ist die Messunsicherheit der Bestimmung der Feinfraktion $< 20 \mu\text{m}$ nicht berücksichtigt.

Um die Schadstoffgehalte der im August 2008 erstmalig aufgenommenen Stationen auf dem Rand des 1-km-Ringes und im 1,5-km-Ring bewerten zu können, obwohl für sie keine Nullbeprobung aus dem Jahr 2005 vorliegt, wurden die Gebiete beider Beprobungstermine in 2009 einer zweifaktoriellen Varianzanalyse unterzogen (Faktoren Gebiet und Termin). 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. 9). 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 18 bis Tab A 21 sind die Messergebnisse aller Parameter für die Einbringstelle E3 und deren Umgebung einschließlich des Referenzgebietes jeweils für die April- und die Augustbeprobung 2009 angegeben.

Die in 2009 vorgefundene Schadstoffbelastung im Bereich des Einbringgebietes (Radius 1 km) und der direkten Schüttstelle (400 * 400 m) zeigt gegenüber den Untersuchungsergebnissen aus den vorangegangenen Jahren keine wesentliche Veränderung. In Abb. 10 sind die im Einbringgebiet gemessenen Quecksilberkonzentrationen in den Sedimenten vor Beginn der Verbringungen (Juli 2005) denen des Jahres 2009 gegenübergestellt. Die Proben wurden in der Grafik entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu den einzelnen Gebieten gruppiert. An mehreren Probenahmepunkten der Einbringstelle ist ein Anstieg im Vergleich zur Nullbeprobung in 2005 festzustellen.

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 67 und 66) deutlich 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 gibt. Auch für weitere elbetypische Schadstoffe (u.a. Cadmium < 20 , DDT und Metabolite, PCB) werden hier höhere Werte festgestellt.

Für Quecksilber und Kupfer wird eine signifikante Erhöhung im Bereich 1-km-Mitte im Vergleich zu den übrigen Gebieten ermittelt. Bei Cadmium und Zink reicht diese Anreicherung bis in den Bereich 1-km-Außen (Abb. 10, Tabelle 1). Der Rand des 1-km-Kreises weist hingegen keine signifikante Erhöhung der Schwermetallgehalte auf. Ein Anstieg der Belastung an einzelnen Punkten des Randbereichs kann nach diesem Befund zwar nicht ausgeschlossen, aufgrund fehlender Vergleichswerte in 2005 aber auch nicht belegt werden. Für die Schwermetalle Arsen, 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. Während PAK Summe 6, PCB Summe 7, α -HCH sowie DDT und Metabolite im 1-km-Kreis signifikant erhöhte Werte aufweisen, wird bei γ -HCH und PeCB nur an jeweils einem Beprobungspunkt auf der Einbringstelle ein Wert oberhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt. HCB zeigt ebenfalls eine Erhöhung im 1-km-Kreis, die jedoch nicht signifikant ist (Tabelle 1). Im Randbereich des 1-km-Kreises, für den keine Vergleichsdaten aus 2005 vorliegen, wird keine signifikant erhöhte Konzentration dieser Parameter festgestellt.



Abb. 10 Quecksilbergehalte in der Fraktion <20 µm vom Juli 2005 (gelbe Säulen) und 2009 (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)

Maximalwerte werden im August 2009 an der Station 9-K (pp-DDD) und 10-K (HCB) ermittelt. Die dort vorgefundenen Konzentrationen liegen oberhalb der mittleren Belastung der bisher zur Tonne E3 verbrachten Sedimente, aber noch innerhalb der gesamten Konzentrationsspanne an Belastungen beider Schadstoffe, die im Zeitraum 2005 bis 2008 zur Tonne E3 verbracht wurden.

Die Konzentration an TBT und Metaboliten entspricht in etwa der der vorangegangenen Jahre. Im Bereich der Einbringstelle (1 km-Kreis Mitte und Außen) beträgt die mittlere Belastung mit TBT 20 µg/kg. An den Stationen auf dem Rand des 1-km-Kreises werden im Mittel noch 7 µg/kg festgestellt (Gebietsunterschied nicht signifikant). Die Daten zeigen auch, dass die Belastungen vor allem im Westen bis zum Rand des 1-km-Kreises vorgefunden werden (Station 5-K und 131-K).

Ein hoher TBT-Wert von 54 µg/kg wurde im 2-km-Kreis ermittelt. Eine Nachbestimmung ergab hier einen Wert von 5,4 µg/kg. Dies liegt entweder an einem fehlerhaften Wert der Doppelbestimmung oder an einem partikulären Vorkommen von TBT, das die Reproduzierbarkeit von Analyseergebnissen erschwert. Mit Ausnahme des hohen TBT-Wertes im 2-km-Kreis werden außerhalb der Einbringstelle keine auffälligen Werte festgestellt. Eine baggergutbedingte Belastung über den 1-km-Kreis ist von daher anhand der vorliegenden Daten nicht zu belegen. Für eine detailliertere Auswertung sei auf den Jahresbericht der BfG verwiesen.

Tabelle 1 Veränderung von Schadstoffgehalten im Bereich der Einbringstelle (Vergleich der Beprobungen 2009 mit der Nullbeprobung 2005)

a) Gestiegene Gehalte	b) Kein Anstieg
<ul style="list-style-type: none"> - Cadmium ** - Quecksilber * - Zink ** - Kupfer * - α-HCH * - DDT und Metabolite * - TBT und Metabolite * - Summe 7 PCB * - PAK Summe 6 (TVO) * - HCB 	<ul style="list-style-type: none"> - Nickel - Blei - Arsen - Chrom - Dioxine/Furane - Kohlenwasserstoffe
<ul style="list-style-type: none"> - PeCB (1 Wert > Bestimmungsgrenze) 	
<ul style="list-style-type: none"> - γ-HCH (1 Wert > Bestimmungsgrenze) 	

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

** Bereich 1-km-Mitte signifikant höher als andere Teilgebiete und Bereich 1-km-Außen signifikant höher als Referenzgebiet

Dioxine und Furane wurden zwischen 2005 und August 2009 an jeweils drei Stationen an der Einbringstelle und an drei Stationen im Referenzgebiet sowie an einer Station im 12-km-Strahl ermittelt. In den vergangenen Jahren war der Einfluss der Elbfahne an den Proben im 12-km-Strahl mit Werten bis zu 16 ng I-TEq (NATO/CCMS) und einem Mittelwert von 9 ng I-TEq noch deutlich zu erkennen. Im Jahr 2009 liegen die Werte aller Beprobungsstationen im Mittel beider Kampagnen hingegen zwischen 1 und 4 ng I-TEq und damit auch im Bereich der Elbfahne nicht höher als auf Einbringstelle und im Referenzgebiet. Ob diese Ergebnisse eine dauerhafte Abnahme der Dioxingehalte in der Elbfahne anzeigen oder auf räumlicher Variabilität beruhen, kann nur durch Untersuchungen in den folgenden Jahren überprüft werden. Eine durch die Verklappungen bedingte Erhöhung der Dioxingehalte auf der Einbringstelle im Vergleich zu den Werten aus 2005 wird nicht festgestellt.

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

7.2. 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.

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 Sommer 2008 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 die ermittelten sehr geringen Toxizitäten höchstwahrscheinlich auf natürliche oder analytisch bedingte Schwankungen und damit nicht auf das Verbringen von Elbesedimenten zurückzuführen.

An vier Probenahmestellen im August 2009 waren die Biotestproben nicht auswertbar (Abb. 11), da eine hohe Anzahl an Schwertmuschellarven im Sediment zu einer großen Menge abgestorbener Organismen führte, die Störungen im Testansatz verursacht haben. Aufgrund der geringen Größe der Tiere ließen sich diese nicht vor der Analyse entfernen.

Die Ergebnisse der pT-Klassenbestimmung des Jahres 2009 sind in Abb. 11 dargestellt. Wie auch in den vorangegangenen Jahren ergaben sich hier keine bis sehr geringe Toxizitäten (Klasse 0 und I). Eine ökotoxikologische Verschlechterung durch die Verbringung ist damit nicht festzustellen.

Mittels Amphipodentest wurden 2009 zu beiden Beprobungsterminen und in allen Gebieten höhere Werte als in den vorangegangenen Jahren ermittelt (Tab A 23 und Tab A 24). Zwischen 2005 und 2008 lag die Corophium-Toxizität in nahezu allen Proben unter der bisherigen vom Labor angegebenen Grenze der Einstufung in die Kategorie „leicht toxisch“ von 15 %². Im Frühjahr 2009 war die Toxizität auf im Mittel auf 19 % gestiegen (Interquartilsrange: 15 bis 23 %) und im Sommer 2009 lag sie bei 24 % (Interquartilsrange: 18-30). Dieser Anstieg wurde 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.

HPA hat zur Abklärung dieses Befundes eine erneute Beprobung zusammen mit der Klieschenuntersuchung im Herbst beauftragt. Dabei wurde von jedem Gebiet an je einer Beprobungsstation Material entnommen und bei zwei Handelslaboren getestet (Abb. 12). Die hohen Befunde von Labor 1, das die bisherigen Analysen durchgeführt hat, wurden dadurch bestätigt. Das zweite Labor stellte deutlich niedrigere Toxizitätswerte 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 gehältere Tiere handelt. Labor 2 verwendet für die Analysen Freilandorganismen. Für 2010 wird das Labor 1 eine neue Corophienpopulation aus dem Freiland entnehmen, die erneut in Dauerkultur gehältert wird. Der Testaufbau im Labor 1 wird auf Kontamination überprüft. Die Analysen der ersten Monitoringkampagne 2010 werden parallel an das Labor 2 vergeben werden.

² Die in Tab A 23 und Tab A 24 angegebene Grenze zwischen „nicht toxisch“ und „leicht toxisch“ von 20 % entspricht einer Empfehlung der BfG

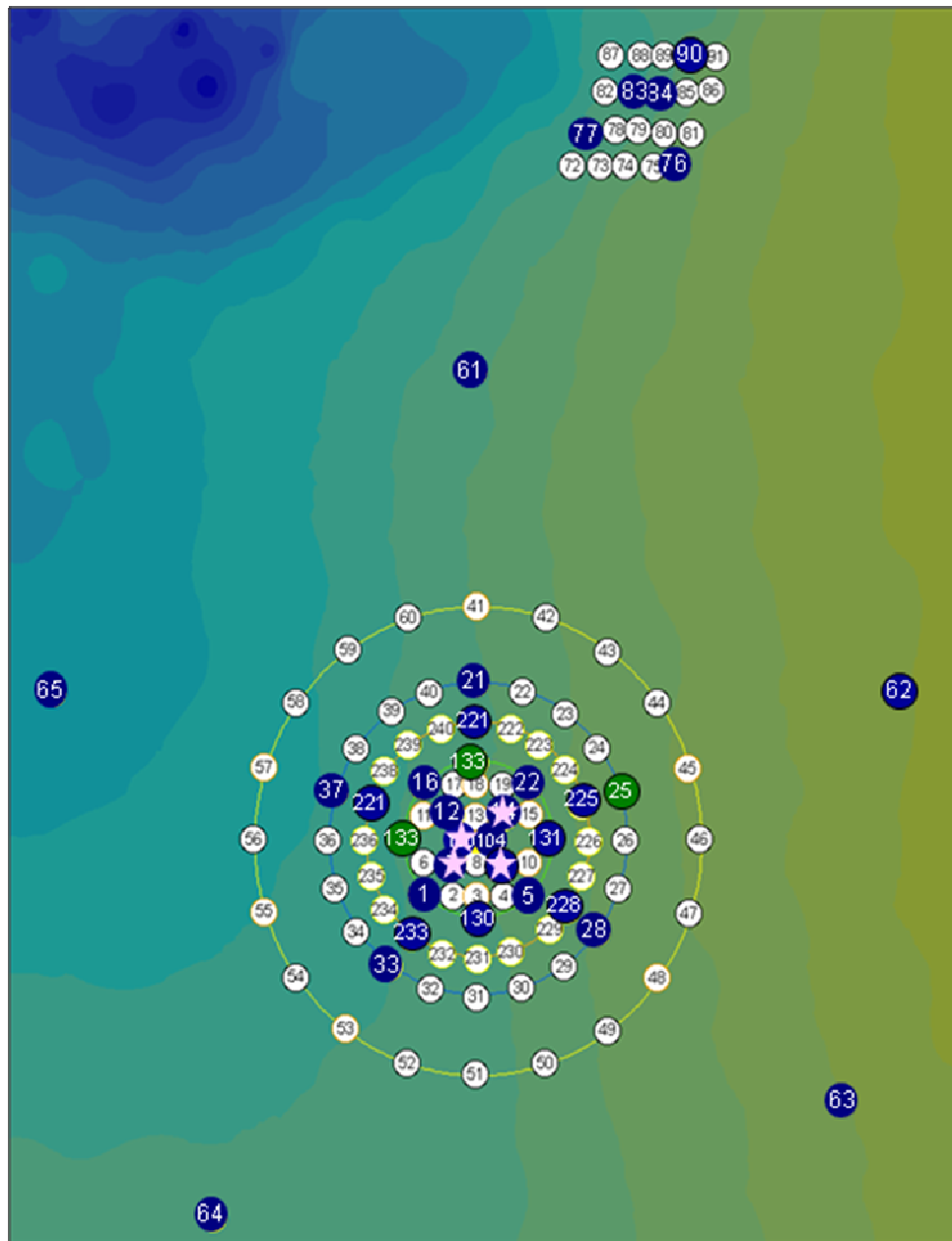


Abb. 11 Verteilungsmuster der ökotoxikologischen Befunde im Verbringungsgebiet bei E3 (2009)

- Blaue Kreise:** April und August keine Toxizität (pT 0)
- Grüne Punkte** April keine (pT 0), August sehr geringe (pT 1) Toxizität
- Blauer Punkt mit Stern** April keine Toxizität (pT 0), August nicht auswertbar (s. Text)

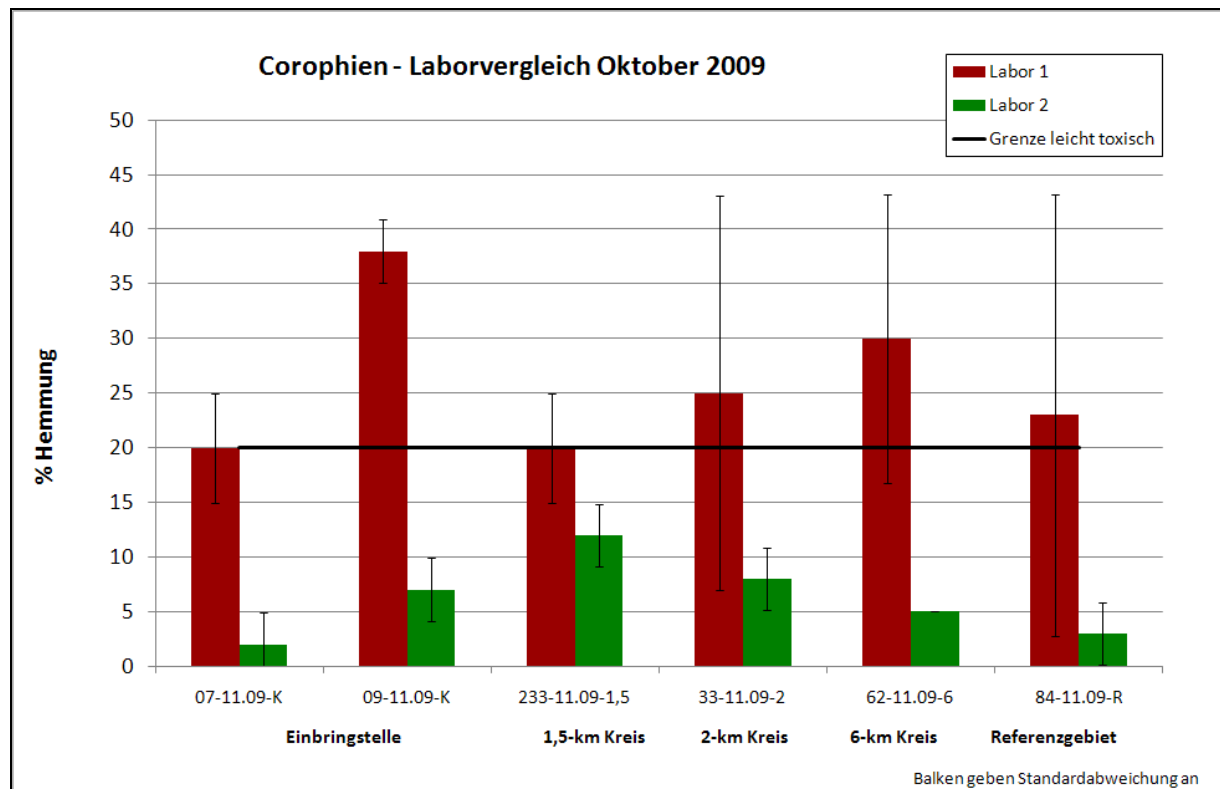


Abb. 12 Laborvergleich Amphipodentest aus dem Oktober 2009

7.3. 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 Wellhornschncke (*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.

7.3.1. Bioakkumulation in der Wellhornschncke

Wellhornschncken (*Buccinum undatum*) sind räuberisch lebende und aassessende Organismen, die in der Nahrungskette sehr weit oben stehen und daher ein hohes Bioakkumulationspotenzial aufweisen. Seit März 2006 werden Wellhornschncken 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 Be-

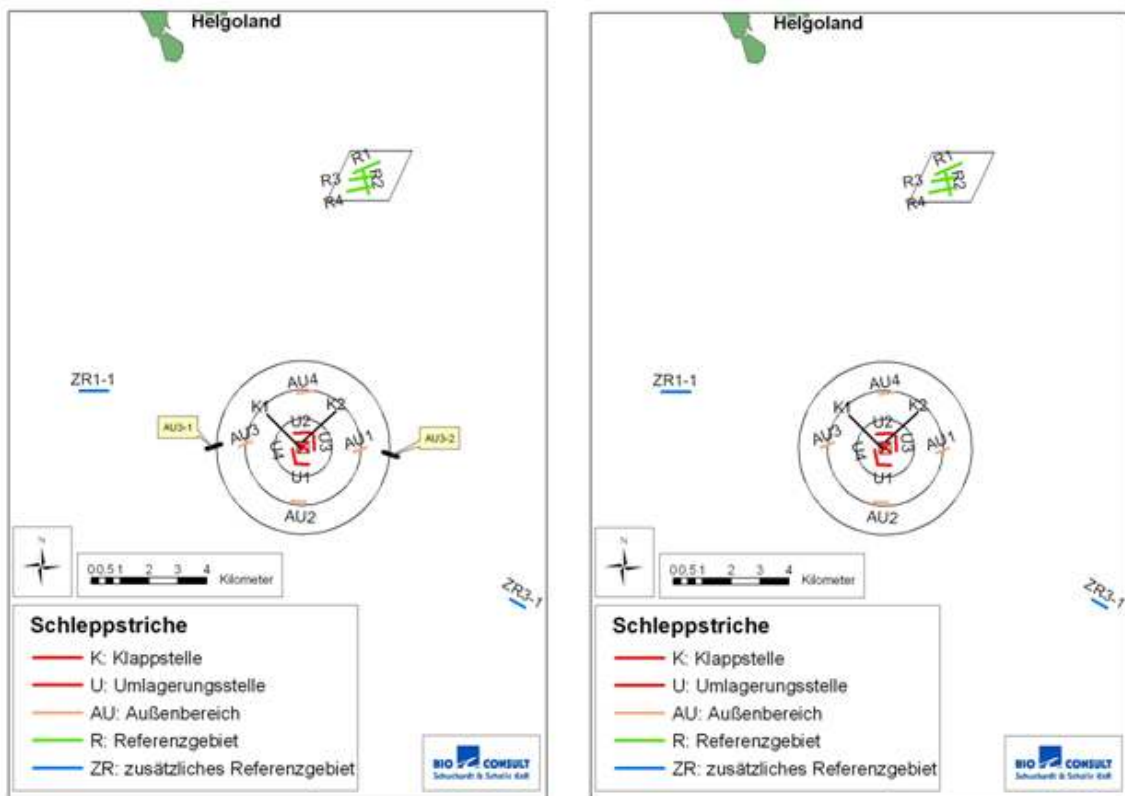


Abb. 13 **Beprobung der Wellhornschnecke im April 2009 (links) und August 2009 (rechts)**

reich einer Schifffahrtsstraße und ab April 2009 um ein drittes Referenzgebiet im Bereich der Monitoring-Station 69 erweitert.

Die Probennahmen erfolgten im April und im August 2009. Im April wurde die Untersuchung analog der Vorgehensweise im Jahr 2008 durchgeführt. Pro Gebiet wurden je 10 Tiere entnommen. Die Tiere wurden für die Analytik zu zweit gepoolt, so dass je 5 Proben pro Gebiet und damit insgesamt 30 Proben vorlagen. Im August 2009 wurde das Untersuchungsprogramm deutlich erweitert. Im direkten Klappzentrum und in den drei Referenzgebieten wurden 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 (Abb. 13, 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 diesem Termin insgesamt 180 Einzelproben vorliegen. Der Umfang der analysierten Parameter entsprach dem aus 2008 (Wassergehalt, Lipidfraktion, Arsen, Cadmium, Blei, Kupfer, Nickel, Zink, PCB Summe 7, DDT und Metabolite, Zinnorganika, Octachlorstyrol, Hexachlorbenzol, HCH-Verbindungen). Im April 2009 wurden aufgrund eines Vorschlags der BfG exemplarisch zusätzlich PAK-Verbindungen analysiert.

Die Wellhornschnecke gilt als besonders sensibel gegenüber TBT. Daher wird seit Frühjahr 2007 im Rahmen eines Effektmonitorings die Vermännlichung weiblicher Wellhornschnecken, 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.

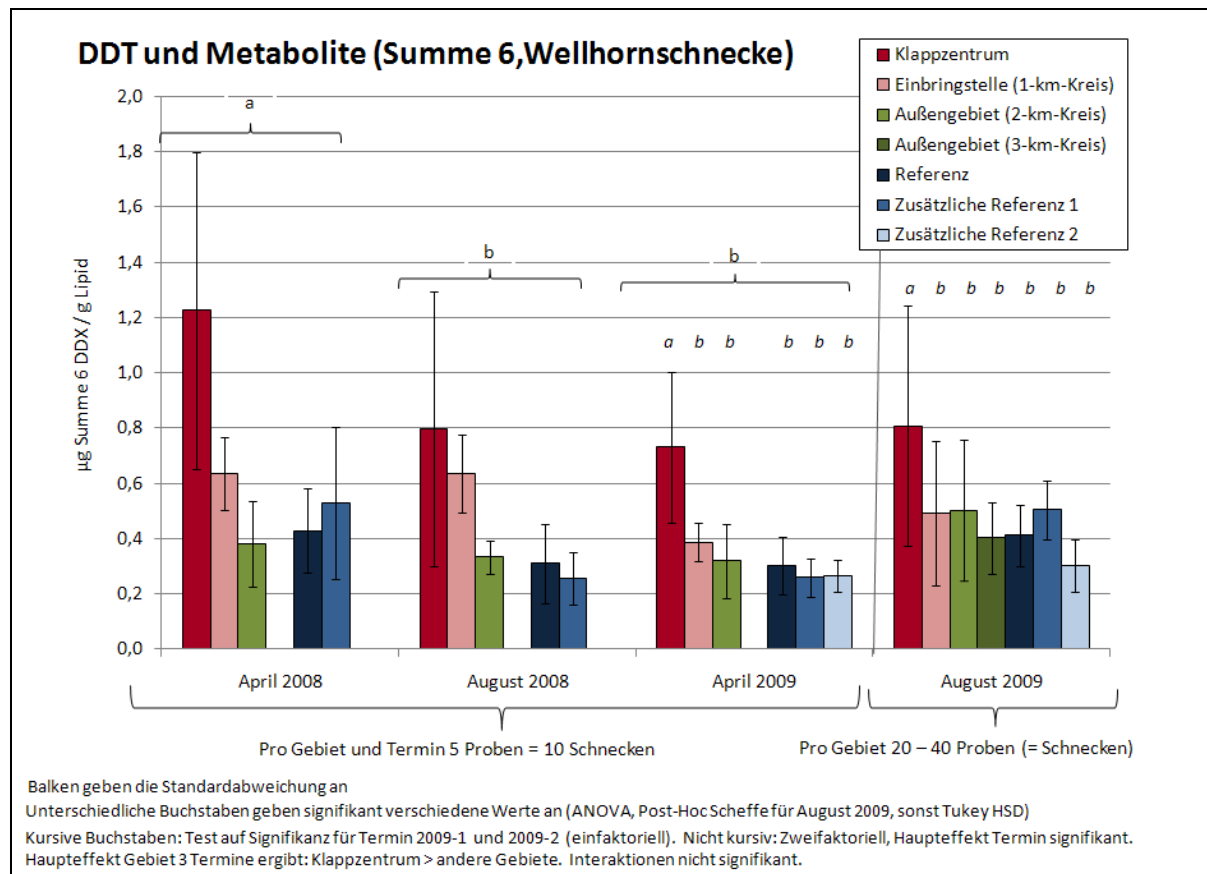


Abb. 14 Belastung der Wellhornschnecken mit DDT und Metaboliten in 2008 und 2009 (Bezugsbasis Lipid)

Die Untersuchungen zur Bestandsdichte und Altersstruktur zeigen, dass die Wellhornschnecke einige Bereiche des Untersuchungsgebietes intensiv besiedelt. Im Frühjahr 2009 lag die Besiedlungsdichte auf dem Klappzentrum, der Einbringstelle und dem Außenbereich mit über 300 Tieren/ha sehr hoch. Auf dem Klappzentrum wurde mit 370 Tieren/ha sogar der Maximalwert im bisherigen Untersuchungsprogramm ermittelt. Im Sommer 2009 waren die Werte in diesen Gebieten mit ungefähr 100 Individuen pro Hektar zwar deutlich geringer, zeigten aber immer noch eine gute Besiedlung an. Im Referenzgebiet lagen die Werte wie auch schon in den vorangegangenen Jahren mit Dichten zwischen 0 und 10 Tieren pro Hektar deutlich niedriger.

In den Jahren 2006 bis 2008 wurde wiederholt festgestellt, dass die Tiere im Klappzentrum etwas kleiner waren als in den übrigen Gebieten. Dies deutet vermutlich 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. In 2009 umfasste der Bereich, in dem kleinere Tiere auftraten, Klappzentrum, Einbringstelle und das Außengebiet. Lediglich im Referenzgebiet waren die Tiere, wie auch in den vorangegangenen Jahren, etwas größer.

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

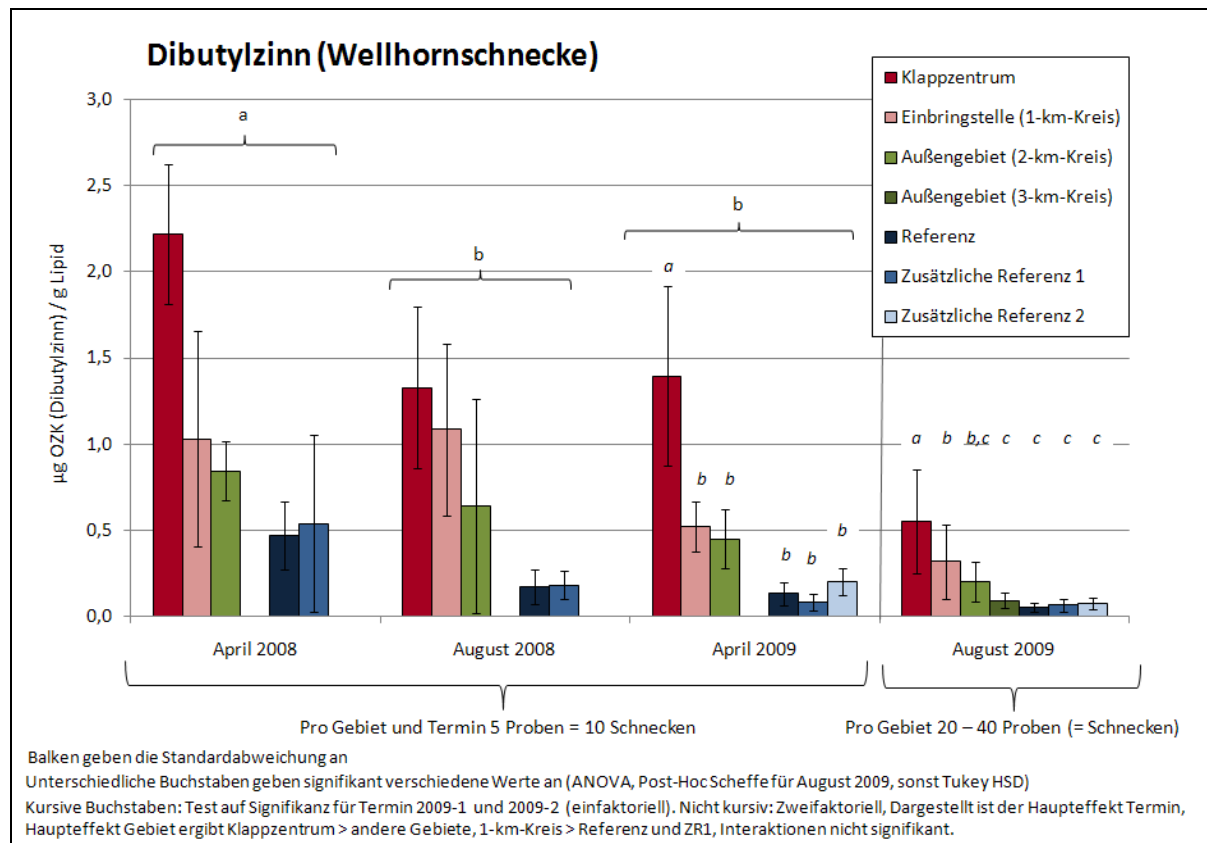


Abb. 15 Belastung der Wellhornschnecken mit Dibutylzinn in 2008 und 2009 (Bezugsbasis Lipid)

Die nur im April 2009 exemplarisch analysierten PAK-Verbindungen zeigen in der Summe ebenfalls höhere Werte in den Referenzgebieten an. Eine mögliche Ursache könnte in einer unterschiedlichen Altersstruktur der Populationen zu suchen sein. Auch z.B. eine unterschiedliche Bioverfügbarkeit könnte eine Rolle spielen.

Die Parameter pp-DDE, pp-DDD und op-DDD zeigen, wie auch bereits für 2008 festgestellt, auf dem direkten Klappzentrum eine signifikante Anreicherung in der Wellhornschnecke im Vergleich zu den anderen Gebieten. Für pp-DDT und op-DDE werden im Klappzentrum nur minimale Erhöhungen festgestellt, die nicht signifikant sind. Op-DDT wird nicht nachgewiesen. Im Unterschied zum August 2008 wird in 2009 keine erhöhte Belastung im 1-km-Kreis ermittelt. Die baggergutbedingte Anreicherung ist damit auf das Klappzentrum beschränkt und liegt in etwa doppelt so hoch wie die Hintergrundbelastung (Abb. 14).

Die HCH-Isomere bewegen sich mehrheitlich unter der Bestimmungsgrenze. Eine Anreicherung in einem der Gebiete wird nicht ermittelt. Auch für die Belastung mit Hexachlorbenzol wird kein Unterschied zwischen den Gebieten festgestellt. Octachlorstyrol zeigt eine geringfügige Anreicherung auf dem direkten Klappzentrum. Eine Signifikanz wird nur für den Termin August 2009 festgestellt, höchstwahrscheinlich aufgrund der zu diesem Termin deutlich größeren Probenanzahl.

Wie bereits für 2008 festgestellt, ist es auch im Jahr 2009 wieder zu einer signifikanten Anreicherung von MBT und DBT im direkten Klappzentrum gekommen. Im August 2009 wird auch eine signifikante Erhöhung im 1-km-Kreis im Vergleich zu den drei Referenzgebieten ermittelt (Abb. 15). Eine Anreicherung von TBT wird hingegen nicht festgestellt. TeBT wird nicht nachgewiesen.

Die Konzentrationen beider Parameter im 2-km-Kreis liegen im Mittel zu beiden Beprobungsterminen in 2009 geringfügig oberhalb der Werte des Referenzgebietes. Der Unterschied ist nicht signifikant (Abb. 15). Aus der Betrachtung der Teilgebiete Nord, Süd, Ost und West des 2-km-Kreises ist ersichtlich, dass die Werte im Norden und im Osten im Mittel in etwa doppelt so hoch liegen wie im Süden und Westen (nicht dargestellt). Bisher wurde anhand der Sedimentdaten noch keine Ausbreitung belasteten Materials bis in den 2-km-Kreis hinein ermittelt. Eine Aufnahme von belastetem Material in dieser Entfernung von der Klappstelle erscheint daher unwahrscheinlich. Sowohl durch Wanderungen der Tiere verursachte Veränderungen des Belastungsmusters als auch eine zufallsbedingte Verteilung könnten die Ursache der leichten Erhöhung sein. Dieses Ergebnis muss bei den folgenden Beprobungen überprüft werden.

Es wurde in 2009, wie auch schon in den beiden vorangegangenen Jahren, keine Erhöhung der Imposex-Rate im Verbringungsbereich festgestellt. Sowohl die Weibchen des Klappzentrums beider Termine als auch die des 1-km-Kreises im Sommer 2009 zeigten einen Imposex-Wert der Klasse B, der auf eine Exposition gegenüber einer TBT-Konzentration unter den für TBT entwickelten Umweltbewertungskriterien der OSPAR schließen lässt. In den anderen Teilgebieten zeigen Imposexwerte der Klasse C an, dass die Tiere vermutlich einer TBT-Konzentration ausgesetzt gewesen sein müssen, die über den für TBT entwickelten Umweltbewertungskriterien lag. Da die Bewertungsklasse C zu verschiedenen Zeitpunkten in allen Teilgebieten, unabhängig von der Nähe zur Klappstelle, nachgewiesen wurde, ist auf der gegenwärtigen Datenbasis und einer nicht auszuschließenden Vorbelastung ein Zusammenhang zwischen Verklappungen und den festgestellten Imposexraten und –intensitäten nicht plausibel 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 2009 zeigen eine signifikante Erhöhung der Parameter pp-DDD, op-DDD, pp-DDE, OCS, MBT und DBT auf dem direkten Klappzentrum an. Im 1-km-Kreis ist noch eine signifikante Erhöhung von MBT und DBT in den Wellhornschnecken nachweisbar. In weiterer Entfernung vom Klappzentrum wird keine signifikante Erhöhung der Bioakkumulationswerte nachgewiesen.

7.3.2. Bioakkumulation in der Pfeffermuschel

Proben der **Pfeffermuschel (*Abra alba*)** wurden zwischen 2005 und 2009 bei insgesamt 9 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.

In den Jahren 2005 bis 2007 wurden pro Termin ca. zwischen 200 und 900 Muscheln gesammelt. Im Jahr 2008 wurde die Anzahl gesammelter Tiere auf 1100 Muscheln pro Termin erhöht. Im Frühjahr 2009 wurden knapp 2000, im Sommer dann 3500 Tiere gewonnen, um die nachfolgend erläuterten Schwierigkeiten mit der Analytik zu kleiner Beprobungsmengen nach Möglichkeit zu minimieren.

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.

Die Bearbeitung der im Jahr 2008 gewonnenen Proben verzögerte sich, da ein neues Labor gefunden werden musste, das die Analyse der geringen Probenmengen in der erforderlichen Genauigkeit durchführen konnte. Diese Analysen lagen zum Zeitpunkt der Erstellung des Jahresberichtes 2008 noch nicht vor und wurden bisher nicht dargestellt.

Ungeachtet der höheren Menge an gesammelten Muscheln reichte die Probenmenge für die Analyse beim Handelslabor in 2008 nur knapp und für die Analyse des Referenzgebietes April 2008 nicht aus, da vom Handelslabor höhere Mengen benötigt werden als vom vTI (Johann Heinrich von Thünen Institut), das die Untersuchung 2005 bis 2007 durchgeführt hat, dies aber derzeit aus Kapazitätsgründen nicht mehr übernehmen kann. Im August 2008 konnten aufgrund eines vergleichsweise geringen Vorkommens der Pfeffermuschel im Referenzgebiet nur zwei Parallelen gewonnen werden.

Die Daten des Labors zeigten im August 2008 besonders hohe Werte für Chlororganika. Aufgrund der geringen Probenmenge konnten die Analysen nicht wiederholt werden. Eine Aussage über die Signifikanz dieser Werte ist damit erschwert. Insbesondere 4 Proben, die der Einbringstelle, dem 1,5-km-Kreis, dem 2-km-Kreis sowie dem 6-km-Kreis entstammten, wiesen bei Chlororganika teilweise Extremwerte auf (Proben mit Pfeilen markiert in Abb. 16). Eine dieser Proben aus dem 1,5-km Kreis wurde parallel von der BfG nach einer anderen Methode überprüft. Da diese Analyse deutlich niedrigere Werte ergab, wurden die Chlororganik-Ergebnisse dieser 4 Proben als „Ausreißer“ eingestuft und in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt. Aber auch die übrigen Proben dieses Termins zeigten noch eine deutliche Variabilität der Chlororganik-Gehalte (Abb. 16).

Aufgrund der benannten Probleme wurde die statistische Prüfung für jeden Termin getrennt durchgeführt, wobei für April 2008 nur ein Vergleich der Gebiete 1-km, 2-km und 6-km erfolgen kann. Die Auswertung wurde als Ergänzung auch graphisch durchgeführt. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass im August 2008, 7 Monate nach der letzten Verklappung,

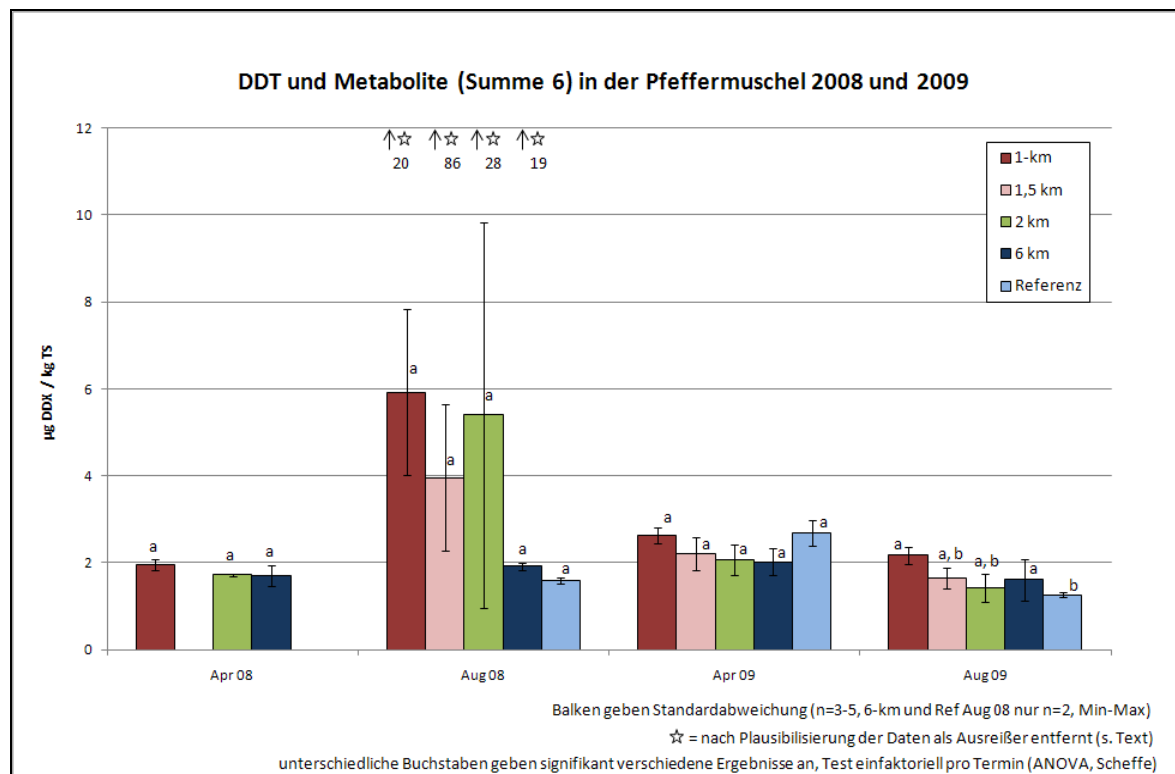


Abb. 16 Belastung der Pfeffermuschel mit DDT und Metaboliten in 2008 und 2009

eine nicht signifikante Erhöhung mehrerer Chlororganika im Bereich Einbringstelle bis zum 2-km-Kreis aufgetreten ist, die aufgrund der erheblichen und nicht plausiblen Variabilität der Gehalte vermutlich durch methodische Probleme beeinflusst wurde und die zudem im April 2008, erst drei Monate nach der letzten Verklappung, nicht festgestellt wurde.

Im Jahr 2009 konnte die Analyse auch der chlororganischen Verbindungen nach einer nochmaligen Erhöhung der Materialmenge problemlos durchgeführt werden. Dabei wurden jedoch systematische Unterschiede in der Höhe der Gehalte an HCB und g-HCH beider Jahre ermittelt, die nach Einschätzung der BfG methodisch bedingt sind.

Die Daten des Jahres 2009 können als zuverlässig eingestuft werden. Hier werden signifikante Differenzen zwischen der Einbringstelle und dem geringer belasteten Referenzgebiet für HCB (April 09) und DDX (August 09) ermittelt, die in ihrer absoluten Höhe für DDX mit einer maximalen Differenz von 1 µg/kg TS zwischen den Gebieten niedrig, im Falle von HCB mit einer maximalen Differenz von 0,04 µg/kg TS vernachlässigbar sind (Abb. 16). Ob es sich bei der Differenz der DDX-Gehalte um einen Effekt der Baggergutverbringung handelt, ist vor dem Hintergrund der Datenlage nicht abschließend zu sagen (keine signifikante Differenz zwischen Einbringungsstelle und 6-km-Kreis, geringer Unterschied in der Höhe, nur zu einem der beiden Termine aufgetreten). Bei den HCH-Verbindungen und bei OCS werden keine Anreicherungen im Bereich der Einbringstelle ermittelt.

Hinweise auf eine baggergutbedingte Anreicherung der Schwermetalle Quecksilber, Kupfer, Cadmium und Zink sowie der PCB-Verbindungen in 2008 und 2009 liegen nicht vor. Lediglich Blei zeigt im April 2008 signifikant höhere Werte auf der Einbringstelle im Vergleich zum 2-km und zum 6-km Kreis. Für das Referenzgebiet existieren aufgrund des sehr geringen Vorkommens der Pfeffermuschel zu diesem Termin keine Werte. Die Werte der Einbringstelle im April 2008 sind jedoch denen des Referenzgebietes im August 2008 vergleichbar. Hinweise auf eine baggergutbedingte Anreicherung von Blei sind aus diesen Daten daher nicht abzuleiten.

Vor der nächsten Kampagne in 2010 werden die möglichen Ursachen für systematische Serienunterschiede (HCB, g-HCH) sowie methodische Probleme der Aufbereitung mit der BfG und dem Labor geklärt, um die Analytik weiter zu verbessern. Für eine ausführlichere Dokumentation der Thematik sei auf den Jahresbericht der BfG verwiesen. Es ist beabsichtigt, in Zukunft nach Möglichkeit 5 Parallelen pro Gebiet mit einer ausreichenden Einwaage zu erhalten, um die Ergebnisabsicherung weiter zu verbessern.

7.3.3. Bioakkumulation in Fischen

Im Einvernehmen mit dem Land Schleswig-Holstein vom 1. August 2008, geändert am 28. Juli 2009, wird ein zusätzliches **Schadstoffmonitoring 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 vorkommenden Bodenfische, wie Schollen und Flundern. Es wurden die vier Gebiete Einbringstelle, Außengebiet, erstes Referenzgebiet und drittes Referenzgebiet (bei Station 69) 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. Die Probenahme erfolgte Ende Oktober 2009. Pro Gebiet wurden 30 weibliche Tiere der Größenklasse 19 bis 25 cm

entnommen. Das Lebergewebe von je drei Tieren wurde vereinigt, um eine ausreichende Menge für die Analysen zu erhalten, so dass insgesamt 10 Proben pro Gebiet vorliegen. Zusätzlich wurden pro Gebiet an je 5 Tieren Muskelgewebe entnommen und analysiert. Der Parameterumfang entspricht dem der Bioakkumulationsuntersuchung der Wellhornschnecke.

Die Lebern waren mit einem Lipidgehalt von 60 % TS (entsprechend ca. 25 % des Frischgewichts) erwartungsgemäß sehr fetthaltig. Die Muskelproben wiesen deutlich geringere Fettgehalte von 8 % TS (entsprechend ca. 2 % des Frischgewichts) auf. Die statistische Analyse wurde für die chlororganischen Verbindungen bezogen auf den Lipidgehalt durchgeführt. Für die Schwermetalle wurden sowohl auf Trockensubstanz als auch auf Lipid bezogene Daten verwendet.

Für keinen der untersuchten Parameter (DDT und Metabolite, Zinnorganika, PCB Summe 7, Quecksilber, Blei, Cadmium, Kupfer, Zink, OCS, HCH-Verbindungen, HCB) wurde eine signifikante Erhöhung aus dem Gebiet der Einbringstelle im Vergleich zu den übrigen Gebieten gefunden. Im Außengebiet war die PCB-Konzentration der Leberproben signifikant höher als im Referenzgebiet. Für pp-DDT der Leberproben ergibt sich ein schwach signifikanter Unterschied zwischen den Referenzgebieten. Die Muskelproben zeigen eine schwach signifikante Erhöhung an g-HCH im Bereich des zusätzlichen Referenzgebietes. Weitere Unterschiede zwischen den Gebieten wurden nicht ermittelt. Eine maßnahmebedingte Bioakkumulation konnte in den Fischen somit nicht nachgewiesen werden.

7.4. 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 neu 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. 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 ergab für das Makrozoobenthos das zu erwartende, für diesen Teil der Nordsee typische Artenspektrum einer *Nucula-nitidosa*-Gemeinschaft. Während der Nulluntersuchung in 2005 wurden keine Hinweise auf eine besondere Bedeutung des Einbringgebietes für die Makrozoobenthos-Gemeinschaft gefunden.

Auch nach der sechsten Verbringungskampagne ist es im Klappzentrum nicht zu einer starken Verödung der Makrozoobenthosgemeinschaft gekommen. Die Besiedlungskennwerte (Artenzahl, Diversität, mit Einschränkungen Besiedlungsdichte) liegen in diesem Teilgebiet allerdings signifikant niedriger als in den umliegenden Gebieten. Die Ergebnisse zeigen auch, dass diese verklappungsbedingten Beeinträchtigungen über die Zeit relativ konstant geblieben sind. Im Sommer 2009 war das Klappzentrum durch eine Massenansiedlung juveniler *Ensis americanus* (amerikanische Schwertmuschel) charakterisiert. Dadurch wird dem Klappzentrum zu diesem Termin die höchste Besiedlungsdichte aller Teilgebiete zugeordnet. Die Biomasse ist zu beiden Terminen die zweithöchste aller Teilgebiete. Dies ist auf das

Vorkommen der biomassereichen Seeigel und der Schwertmuschel zurückzuführen. Auch in den vergangenen Jahren wurden mehrfach Massenvorkommen von Organismen (*Polychaet Scalibregma inflatum* Sommer 2006, *Polychaet Owenia fusiformis* Sommer 2008) auf dem direkten 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.

In der das Klappzentrum umgebenden Einbringstelle (1 km-Kreis) werden im Frühjahr 2009 eine signifikant geringere mittlere Artenzahl und geringe Diversität festgestellt als in den umgebenden Gebieten. Im Sommer 2009 sind diese Unterschiede jedoch wieder ausgeglichen. Die Biomasse ist, bedingt durch das häufige Vorkommen von Seeigel und Schwertmuschel, jeweils die höchste aller Teilgebiete. Damit sind örtlich und zeitlich begrenzte, verklappungsbedingte Wirkungen in nahe dem Klappzentrum befindlichen Teilbereichen nicht gänzlich auszuschließen, anhand der vorliegenden Daten jedoch auch nicht sicher zu belegen. Im 1,5-km-Kreis, im Außengebiet und im Referenzgebiet werden keine Hinweise auf verklappungsbedingte Wirkungen ermittelt.

7.5. *Fischfauna*

Zur Erfassung der **Fischfauna**, insbesondere der am Boden lebenden Fischarten, wurden zu den Beprobungsterminen im April und im August 2009 auf der Einbringstelle, im Referenzgebiet und im Außenbereich jeweils vier sowie auf dem kleineren, direkten Verklappungsbereich von 400 x 400 m jeweils 2 Fischzüge (Hols) mit einem kommerziellen Schollengeschirr durchgeführt. Alle Fische wurden 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 wurde das für diesen Teil der Nordsee typische Artenspektrum ermittelt. Als dominante Arten wurden Scholle, Steinpicker, Flunder und Kliesche ausgewiesen, die die Artengemeinschaft mit über 70 % dominierten. Auch Zwergzunge, Lammzunge, Wittling und Gestreifter Leierfisch waren relativ häufig anzutreffen. Im Sommer 2009 wurden auf der Klapp- und der Einbringstelle sowie im Außengebiet hohe Schollenanteile von über 45 % festgestellt. Auf dem Referenzgebiet war hingegen zu beiden Beprobungen der Steinpicker mit über 50 % der Gesamtabundanz die häufigste Art. Eine besondere ökologische Bedeutung des Einbringgebietes als Laich-, Nahrungs- und Überwinterungsgebiet wurde nicht festgestellt.

Die vorliegenden Befunde zeigen keine erkennbaren baggergutbedingten Beeinträchtigungen der Fischfauna. Dies gilt auch für das eigentliche Klappzentrum. Während in 2005 bei der Analyse der Parameter Gesamtabundanz und –biomasse sowie artspezifische Abundanz und Biomasse Hinweise auf verklappungsbedingte Wirkungen an Klapp- und Einbringstelle festgestellt wurden, galt dies in 2006 für die Parameter Diversität und Äquität und beschränkte sich auf das eigentliche Klappzentrum. Diese Befunde wurden in den folgenden Jahren jedoch nicht bestätigt.

Die für die Jahre 2005 und 2006 vermuteten Verklappungswirkungen könnten – retrospektiv betrachtet - damit sowohl durch natürliche oder fangmethodische Variabilität bedingt sein als auch durch die Verbringungen hervorgerufene, vorübergehende Störungen anzeigen. Eine fortschreitende Degradierung der Klappstelle mit zunehmender Verklappungsdauer lässt sich anhand der Daten nicht belegen.

Die Untersuchung der „Fischkrankheiten“ umfasste alle äußerlich sichtbaren Krankheitsanzeichen. Insgesamt wiesen im Frühjahr knapp 2 % der im Untersuchungsgebiet erfassten Fische äußere Krankheitssymptome auf. Im Sommer 2009 wurden – im Unterschied zum Frühjahr – auch sehr schwache Pigmentstörungen mit als Krankheitsanzeichen aufgenommen. Dadurch stieg die Anzahl betroffener Fische auf 8,5 %. Die Mehrzahl der im Untersuchungsgebiet festgestellten Symptome trat zu beiden Terminen eher selten auf, oftmals waren nur einzelne Individuen betroffen. Innerhalb des Untersuchungsgebietes lassen sich bei den Fischkrankheiten keine Unterschiede zwischen den Teilgebieten erkennen, die auf einen Zusammenhang mit den Verklappungswirkungen hinweisen. 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 vom vTI festgestellten Befallsraten verschiedener Krankheiten bei der Kliesche in der Nordsee (u.a. Lang und Wosniak, 2008; www.bsh.de/de/Das_BSH/Veranstaltungen/MUS/2008/Dokumente/Lang_P.pdf).

Im Rahmen des Monitorings wurden Wirkungen in Bezug auf Seevögel und Meeressäuger nicht speziell untersucht, da eine direkte Beeinträchtigung durch die Verklappungen zu vernachlässigen ist. Nach Auswertung der derzeitigen Datenlage und jetzigem Wissensstand wird auch eine Anreicherung von Schadstoffen über die Nahrungskette bei diesen Top-Prädatoren nicht messbar sein, da ihre Nahrungsgebiete im Vergleich zum Verbringungsbe- reich wesentlich größer sind. Eine eingehendere Erläuterung wird in dem nächsten BfG-Bericht enthalten sein, der in der 2. Jahreshälfte 2010 vorliegen wird.

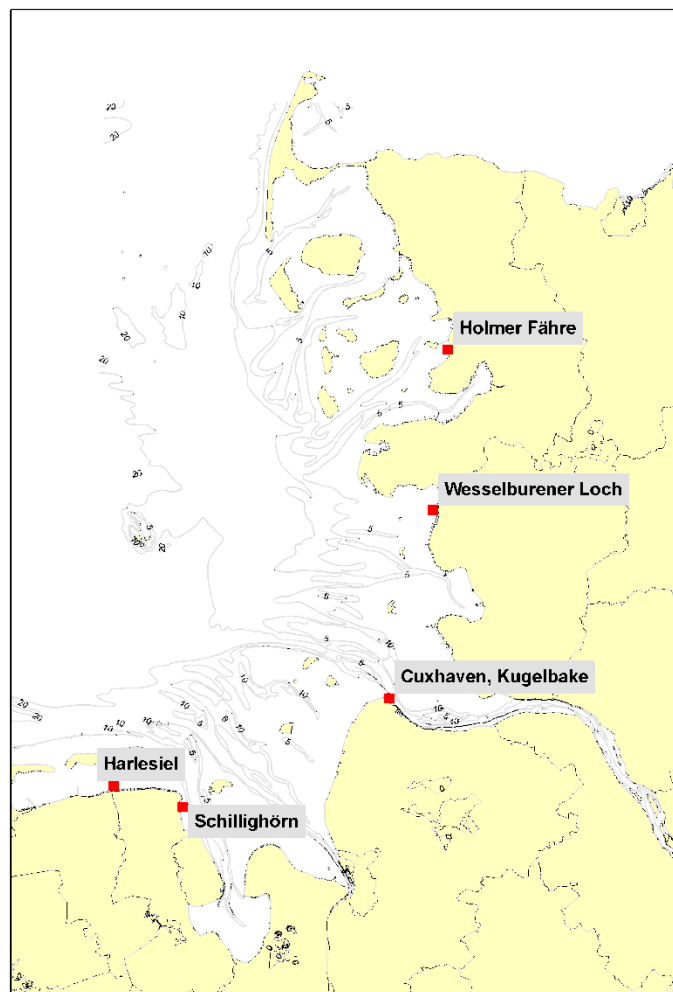


Abb. 17 **Wattmessstellen**

7.6. *Wattmessstellen*

Mit Beginn 2007 wurde das Monitoringprogramm um Monitoringpunkte im Niedersächsischen und im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer erweitert. Die Lage der Stationen ist Abb. 17 zu entnehmen. Mittels chemischer Analysen soll überprüft werden, ob eine messbare, u. U. verklappungsbedingte, Erhöhung von Schadstoffgehalten im Bereich des Wattenmeeres nachzuweisen ist. Alle Flächen werden vier Mal im Jahr beprobt.

An den Schleswig-Holsteinischen Wattflächen im Wesselburener Loch und der Holmer Fährde lassen sich keine Einflüsse aus der Verklappung von Baggergut an der Tonne E3 erkennen. Die Sedimente der Messstation Wesselburener Loch weisen mit 3 bis 15 % geringe Feinkornanteile $< 20 \mu\text{m}$ auf. Dies wurde ebenfalls in den Jahren 2007 und 2008 festgestellt. Bei der Holmer Fährde liegen die Feinkornanteile $< 20 \mu\text{m}$ im ersten und vierten Quartal mit 55 und 73 % deutlich höher, im zweiten und dritten Quartal mit Werten von 15 und 11 % hinge-

gen ebenfalls niedrig. Die vorgefundenen Metallgehalte der Fraktion < 20 µm unterscheiden sich nicht von dem bekannten Verteilungsmuster der Metallbelastung von Wattsedimenten (Tab A 25). Eine Zunahme über die Zeit wird nicht festgestellt. Verklappungsbedingte Effekte werden somit nicht ermittelt.

Die organischen Schadstoffe bewegen sich mehrheitlich unterhalb der Bestimmungsgrenze. An der Station Holmer Fähre werden im vierten Quartal, zu dem der Feinkornanteil sehr hoch lag, geringfügige Überschreitungen der Bestimmungsgrenze bei PAK, PCB und Zinnorganika ermittelt. Zinnorganische Verbindungen werden zudem in drei weiteren Proben nachgewiesen, wobei die Werte mit maximal 4 µg OZK/kg jedoch gering sind. Zudem liegen einzelne PAK-Verbindungen der Proben aus der Station Wesselburener Loch geringfügig oberhalb der Bestimmungsgrenze. DDT und Metabolite, Mineralöl, HCH-Verbindungen und Hexachlorbenzol werden in keiner der Proben nachgewiesen.

Die Analysen der Messstationen aus dem **Niedersächsischen Wattenmeer** werden von der BfG im Rahmen ihres Jahresberichts 2009 ausgewertet und in der 2. Jahreshälfte 2010 vorgelegt. Die Station Wilhelmshaven ist nicht mehr Bestandteil des Messprogramms, da nach Einschätzung der BfG dort eine Vorbelastung aus dem Hafensbetrieb nicht ausgeschlossen werden konnte. Das Messprogramm wurde dafür um eine Messstelle an der Kugelbake in Cuxhaven ergänzt, die von der BfG bereits seit mehreren Jahren betrieben wird (Abb. 17).

8. Übersicht über die Erfüllung der Maßgaben der Einvernehmenserklärung

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 2009 auf folgende zulässige Jahreshöchstmengen: Norderelbe 400.000 m³ / Süderelbe 800.000 m³ / Köhlbrand 800.000 m³ // Summe Baggermenge Einvernehmensbereich: 2,0 Mio m³.**

Aus dem Köhlbrand wurden in 2009 224.000 m³ verbracht und damit sowohl die Teil- wie die Gesamtmenge für das Jahr 2009 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.**

Die chemische und ökotoxikologische Qualität der entsprechenden Teilbereiche wurde gemäß HABAK-WSV und der darin enthaltenen chemischen Parameterliste sowie ökotoxikologischen Untersuchungsanforderungen ermittelt. Die HABAK-WSV wurde in 2009 durch die „Gemeinsame Übergangsbestimmungen“ 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.

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)

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.

Die anfallenden Sedimente der drei Teilbereiche aus der Delegationsstrecke werden mit ihren chemischen Eigenschaften (Tab A 1- Tab A 9) und toxischen Wirkungen (Tab A 10 - Tab A 17) 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.

Die Probenanzahl der drei Teilbereiche entsprach den Anforderungen der HABAK/BLABAK. Die Anzahl der einzelnen Analysen pro Teilgebiet ist in Tab A 6 bis Tab A 8 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.

Bei der Beprobung im August 2009 wurde ein höher mit PAK belasteter Bereich im Bereich einer Baustelle ermittelt. Dieser wurde gesondert entnommen und entsorgt. 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 entsorgt.

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.

Die Daten wurden jeweils per e-Mail am 4.9.2009 (Daten der Frühjahrsuntersuchung in der Delegationsstrecke), am 15.12.09 (Daten der Freigabeuntersuchung für die Verbrin-

gung 2009/2010) sowie am 1.2.1010 (Daten aus dem Monitoringprogramm bei der Tonne E3 2009) 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.

Ab Juni 2009 wurde die Beprobung mit 10 Proben pro Teilstrecke und pro Baggerkampagne durchgeführt. Im März 2009, vor Änderung des Einvernehmens in der oben zitierten Fassung, wurden jeweils 8 Proben pro Teilstrecke untersucht.

Die Bewertung erfolgte nach Teilbereichen getrennt. Die arithmetischen Mittelwerte der chemischen Parameter wurden mit den Mittelwerten aus den Jahren 2005-2007 statistisch verglichen. Für die ökotoxikologischen Parameter wurden in Abstimmung mit dem MLUR-SH die geometrischen Mittelwerte statt der arithmetischen verwendet, um der logarithmischen Natur der Daten Rechnung zu tragen (s. Tab A 16, Tab A 17). Für die Daten der Beprobungen aus dem Juni/Juli sowie dem August 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.

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

Baggerygut mit dieser TBT-Belastung wurde an einem Punkt in der Norderelbe vorgefunden. Dieser wurde gesondert entnommen (siehe auch Ziffer 9).

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

Eine ökotoxikologische Verschlechterung der Sedimentqualität an der Einbringstelle wurde nicht festgestellt. Anfang 2009 vorliegende Daten aus dem Jahr 2008 wiesen bei einer von zwei untersuchten Arten (Wellhornschncke) auf eine signifikante Bioakkumulation an der Einbringungsstelle hin. Eine signifikante Bioakkumulation außerhalb der Einbringstelle wurde hingegen nicht festgestellt. Im ersten Halbjahr 2009 wurde deshalb zunächst kein Baggerygut zur Tonne E3 verbracht. Die festgestellte Bioakkumulation im Klappstellenbereich erforderte zuvor eine Bewertung zur ökosystemaren Relevanz dieses Befundes sowie eine Erweiterung des Monitorings und der Maßgaben der Einvernehmensregelung. Das zu Ersterem erstellte Gutachten der BfG kommt zu dem

Ergebnis, dass weder Hinweise auf eine Gefährdung des Ökosystems noch auf eine Beeinträchtigung der Wellhornschneckenpopulation vorliegen. Das Einvernehmen wurde daraufhin in der oben aufgeführten Weise geändert.

Die Daten der Bioakkumulation aus den Untersuchungskampagnen des Jahres 2009 zeigen weiterhin eine signifikante Bioakkumulation auf der Einbringstelle an. Eine Bioakkumulation außerhalb der Einbringstelle wird hingegen nicht festgestellt.

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.

Die Ergebnisse der Testverfahren zur Chemie und zur Ökotoxikologie wurden an den unter 9. genannten Terminen an das MLUR versandt. Die statistischen Testverfahren zur Bioakkumulation wurden im Februar und März 2010, direkt nach Vorliegen der Daten für 2009, durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Auswertung wurden dem MLUR am 12.3.2010 übermittelt.

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). In 2008 und 2009 wurde das Untersuchungsprogramm jeweils ausgeweitet. Der für 2009 zugrunde gelegte Stand des Monitoringkonzeptes datiert vom 10.07.2008 (erste Jahreshälfte 2009) und vom 30.4.2009 (zweite Jahreshälfte 2009). Weitere Änderungen des Konzeptes wurden in der zweiten Jahreshälfte 2009 sowie ersten Jahreshälfte 2010 zwischen den Teilnehmern der Monitoringarbeitsgruppe abgestimmt. Auf der Grundlage dieser Besprechungsergebnisse wird derzeit ein aktuelles Monitoringkonzept erstellt.

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 HPA-Jahresbericht 2006) 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 10.3.2009 sowie am 10.12.2009 statt. Das Protokoll der Sitzung vom 10.12.2009 wurde aufgrund des erforderlichen Abstimmungsprozesses am 12.03.2010 fertiggestellt. Das aktuelle (ggf. halbjährlich) fortzuschreibende Monitoringkonzept wird im Oktober 2010 von der BfG vorgelegt.

- 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 50 Proben im Jahr 2008 auf 180 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. Es wurde 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 durchgeführt.

In 2008 wurde teilweise zu wenig Material der Pfeffermuschel für eine zuverlässige statistische Analytik gewonnen. In 2009 konnte hingegen von allen drei untersuchten Arten hinreichend Material gewonnen werden, um die Untersuchungsergebnisse entsprechend abzusichern.

- 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 in der 2. Jahreshälfte 2010.

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.

In Anbetracht der Revision des Einvernehmens im Juli 2009 wurde mit MLUR vereinbart, den populärwissenschaftlich verständlichen Zwischenbericht für den Zeitraum August 2008 bis Ende 2009 vorzulegen. Der Entwurf eines derartigen Berichts wurde MLUR im Dezember 2009/rev. Mai 2010 vorgelegt und befindet sich derzeit in der Endbearbeitung. Er wird im August 2010 in seiner abschließenden Fassung dem MLUR übermittelt. Der erste halbjährliche Kurzbericht für das Jahr 2010 wurde dem MLUR im Juni 2010 im Entwurf vorgelegt und befindet sich zurzeit in der Abstimmung.

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 2010 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 Umsetzungsbericht wurde MLUR im Dezember 2009 vorgelegt.

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).

2009 wurden sechs Befliegungen zwischen 02.01. und 16.04. durchgeführt. Hiermit konnte das gesamte Gebiet wie vereinbart erfasst werden. Die Daten sind eine Grundlage für die Weiterentwicklung des Sedimentmanagementkonzeptes. Sie wurden dem MLUR am 24.08.09 übersandt.

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.

Für das Jahr 2009 noch nicht relevant.

Fazit:

Die Auswirkungen liegen, soweit erkennbar, im prognostizierten Rahmen und werden in der Gesamtabwägung als vertretbar angesehen.

Die Maßgaben der Einvernehmensregelungen sind für das Jahr 2009 im Wesentlichen erfüllt.

9. Ausblick

Grundlage des Handelns ist weiterhin das von HPA und Bundeswasserstraßenverwaltung im Juni 2008 vorgelegte „Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tideelbe“, dem unter anderem auch die Umweltminister von Niedersachsen und Schleswig-Holstein zugestimmt haben.

In der Flussgebietsgemeinschaft Elbe (FGG Elbe) hat sich eine länderübergreifende Arbeitsgruppe mit dem Schadstoffthema befasst und dafür ein so genanntes Hintergrundpapier erstellt, welches durch die zehn Länder der FGG Elbe und den Bund unterstützt wird:

FGG Elbe [2009]: Hintergrundpapier zur Ableitung der überregionalen Bewirtschaftungsziele für die Oberflächengewässer im deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Belastungsschwerpunkt „Schadstoffe“, Magdeburg, 27 S.

http://fgg-elbe.de/pdf/Veroeffentlichungen/papier_fgg-elbe_schadstoffe.pdf

In der Umsetzung der EG Wasserrahmenrichtlinie hat die Flussgebietsgemeinschaft Elbe in 2009 den

Bewirtschaftungsplan nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe

verabschiedet (<http://fgg-elbe.de/iab/iab/html/index.htm>). Dort werden u.a. folgende Aussagen getroffen:

Der Schadstofftransfer aus dem gesamten Elbegebiet führt zu erheblichen Einschränkungen im Umgang mit Sedimenten im Tideelbebereich.

... wurden Gebiete ausgewiesen, von denen aufgrund der Menge, des Ausmaßes der Kontamination und der Mobilisierbarkeit der dort lagernden Sedimente für stromabwärts gelegene Regionen (z. B. die Meeresumwelt) ein besonderes Risiko ausgeht („Risikogebiete“). Die identifizierten Risikogebiete lassen sich regional hauptsächlich dem tschechischen Teil des Elbegebiets, der Mulde und der Saale zuordnen.

Die Reduzierung der Belastungen des marinen Ökosystems durch zu hohe Nähr- und Schadstoffeinträge ist ein überregionales Umweltziel, das nur durch Maßnahmen im gesamten Einzugsgebiet zu erreichen ist.

Kontaminierte Sedimente im gesamten Elbelauf stellen eine weitere Quelle für anhaltende Schadstoffeinträge in die Küstenregionen dar. ... Mit den zur Sicherung eines ausgewogenen Sedimenthaushalts und aus wirtschaftlichen Gründen notwendigen Umlagerungen erfolgt ein Transfer der an den Sedimenten haftenden Schadstoffe in die Meeresumwelt. Um diesen Widerspruch zu den Zielen der WRRL, den naturschutzfachlichen Zielsetzungen und der Meeresstrategierahmenrichtlinie zu überwinden, ist die Erarbeitung eines flussgebietsweiten Konzepts vorgesehen, in dem Maßnahmen der Quellen- bzw. Eintragsanierung mit Rahmenbedingungen für den Umgang mit zu baggernden Sedimenten verknüpft werden.

Entsprechende Aussagen finden sich im „Internationalen Bewirtschaftungsplan für die Flussgebietseinheit Elbe“ der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe.

Entsprechend hat die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe IKSE im Jahr 2009 eine Ad-hoc-Expertengruppe „Sedimentmanagement“ eingerichtet, die national durch die Ad hoc-AG „Schadstoffe/Sedimentmanagement“ der FGG Elbe unterstützt wird. Ziel ist unter anderem die Ausarbeitung von Maßnahmenvorschlägen zum Umgang mit schadstoffbelasteten Sedimenten im Elbestrom und den relevanten Nebenflüssen.

In Hamburg wurde auf Senatorebene zwischen der Behörde für Wirtschaft und Arbeit und der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt beschlossen, ein Projekt „Schadstoffsanierung Elbesedimente“ einzurichten. Die Federführung liegt bei der BSU. Die Aufgaben des Projektes umfassen u.a. die Initialisierung und finanzielle Unterstützung sowie fachliche Begleitung von Sanierungsmaßnahmen zur Verbesserung der Schadstoffsituation, insbesondere der Sedimente, im Elbegebiet. In Anbetracht der Bedeutung für die Wassertiefenunterhaltung im Hamburger Hafen stellt die HPA für Personal und Maßnahmen, die der Zielerreichung dienen, finanzielle Mittel in einer Höhe von 11 Mio. Euro zur Verfügung.

HPA und WSD Nord beabsichtigen, unter anderem in Anbetracht des Ende 2011 auslaufenden Einvernehmens des Landes Schleswig-Holstein zur Verbringung von Elbesedimenten aus dem Hamburger Bereich zur Tonne E3, das „Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tideelbe“ unter Hinzuziehung externen Sachverständigen weiterzuentwickeln und darauf aufbauend konkrete Handlungsempfehlungen abzuleiten und schnellstmöglich umzusetzen.

Unter diesen Bedingungen kann die Verbringung von Elbesedimenten aus dem Hamburger Raum im Rahmen des bestehenden Einvernehmens mit dem Land Schleswig-Holstein bis 2011 weitergeführt werden.

ANHANG

Verzeichnis der Abbildungen im Anhang

Abbildung A 1	Bathymetrie im 2 km-Umkreis um die Klappstelle vom April 2009	46
---------------	---	----

Verzeichnis der Anhangstabellen

Tab A 1	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus dem Köhlbrand (Februar/März 2009).....	47
Tab A 2	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Süderelbe (Februar/März 2009).....	49
Tab A 3	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Norderelbe (Februar/März 2009)	51
Tab A 4	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus dem Köhlbrand (Juni 2009)	53
Tab A 5	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Süderelbe (Juni/Juli 2009)	55
Tab A 6	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus dem Köhlbrand (August 2009).....	57
Tab A 7	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Süderelbe (August 2009)	59
Tab A 8	Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Norderelbe (August 2009).....	61
Tab A 9	Vergleich der chemischen Analyse der Sedimente aus der Delegationsstrecke 2009 (2. Jahreshälfte) mit den Beprobungskampagnen 2005 bis 2007.....	63
Tab A 10	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus dem Köhlbrand (Frühjahr 2009).....	65
Tab A 11	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Süderelbe (Frühjahr 2009).....	66
Tab A 12	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Norderelbe (Frühjahr 2009)	67
Tab A 13	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus dem Köhlbrand (Sommer 2009).....	68
Tab A 14	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Süderelbe (Sommer 2009).....	69
Tab A 15	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Norderelbe (Sommer 2009)	70
Tab A 16	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Delegationsstrecke über die Zeit – limnische Testbatterie	71
Tab A 17	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Delegationsstrecke über die Zeit – marine Testbatterie	71

Tab A 18	Statistik der chemischen Analysen an der Einbringstelle E3 (1-km-Ring, April 2009)	72
Tab A 19	Statistik der chemischen Analysen im Umfeld der Einbringstelle E3 (April 2009)	74
Tab A 20	Statistik der chemischen Analysen an der Einbringstelle E3 (August 2009)76
Tab A 21	Statistik der chemischen Analysen im Umfeld der Einbringstelle (August 2009)	78
Tab A 22	Ermittlung der Messunsicherheit anhand von Doppelbestimmungen (Daten 2005 bis 2008)80
Tab A 23	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Einbringstelle E3 und Umfeld (April 2009)81
Tab A 24	Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Einbringstelle E3 und Umfeld (Sommer 2009)82
Tab A 25	Belastung der Sedimente der Wattmessstellen Schleswig-Holsteins in 2009 (gemessen in der Fraktion < 20 µm)83

Klappstelle 7°58' E 54°03' N

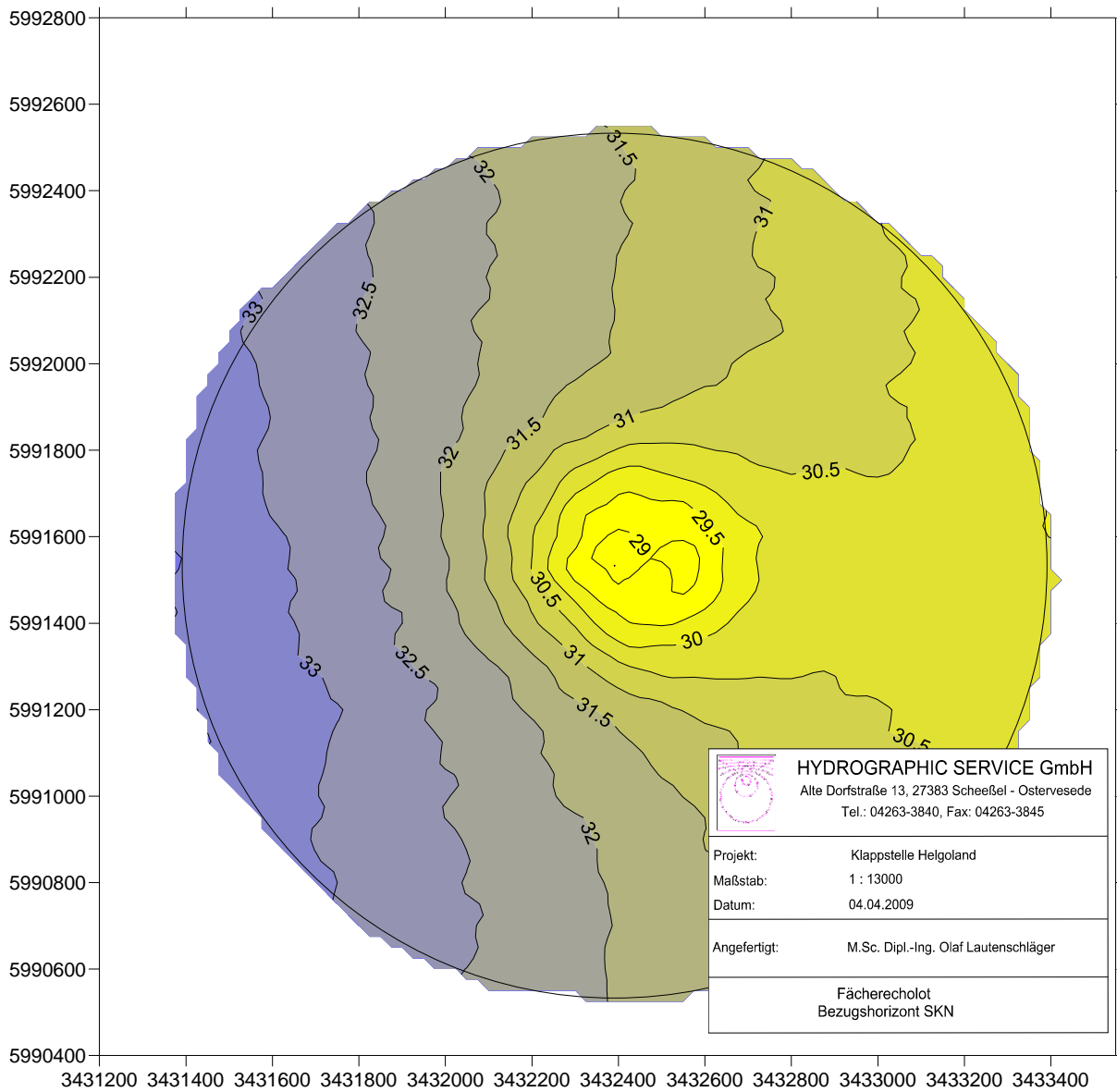


Abbildung A 1 Bathymetrie im 2 km-Umkreis um die Klappstelle vom April 2009

Tab A 1 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus dem Köhlbrand (Februar/März 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	8	0	47,7	55,4	55,1	n<10	65,2
TOC (C)	Gew.% TS	8	0	1,4	2,3	2,3	n<10	2,9
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	8	0	17,1	31,9	31,6	n<10	41,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	8	0	15,4	23,3	21,9	n<10	25,6
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	8	0	16,5	18,1	18,3	n<10	21,4
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	8	0	12,7	21	21,3	n<10	38,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	8	0	2,3	5,2	5,7	n<10	12,7
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	8	6	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	2,4
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	8	6	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	1,7
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	8	6	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	2,7
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	8	0	32,5	54,5	53,4	n<10	65,9
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	8	0	1460	2510	2529	n<10	3390
Phosphor	mg/kg TS	8	0	710	1000	1005	n<10	1200
Schwefel	mg/kg TS	8	0	1600	2700	2613	n<10	3100
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	8	0	10	15	15	n<10	19
Blei	mg/kg TS	8	0	22	35	35	n<10	45
Cadmium	mg/kg TS	8	0	0,75	0,90	0,90	n<10	1,1
Chrom	mg/kg TS	8	0	24	38	37	n<10	48
Kupfer	mg/kg TS	8	0	23	32	31	n<10	37
Nickel	mg/kg TS	8	0	13	21	21	n<10	26
Quecksilber	mg/kg TS	8	0	0,44	0,7	0,7	n<10	0,84
Zink	mg/kg TS	8	0	153	209	209	n<10	249
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	8	0	33	36	37	n<10	42
Blei <20 µm	mg/kg TS	8	0	72	80	80	n<10	92
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	8	0	1,6	2,0	2,0	n<10	2,6
Chrom <20 µm	mg/kg TS	8	0	60	66	68	n<10	80
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	8	0	56	66	65	n<10	77
Nickel <20 µm	mg/kg TS	8	0	38	40	41	n<10	44
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	8	0	1,3	1,6	1,6	n<10	1,9
Zink <20 µm	mg/kg TS	8	0	506	622	636	n<10	765
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	8	1	<50	87	88	n<10	130
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	8	8	<25	<25	k.MW	n<10	<25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	8	1	<25	79	75	n<10	114
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	8	0	0,798	0,96	0,96	n<10	1,15
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	8	5	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	0,65
PCB 52	µg/kg TS	8	2	<0,5	0,6	0,6	n<10	0,71
PCB 101	µg/kg TS	8	0	0,79	1,2	1,1	n<10	1,5
PCB 118	µg/kg TS	8	1	<0,5	0,7	0,7	n<10	0,85
PCB 138	µg/kg TS	8	0	1,5	2	1,9	n<10	2,6
PCB 153	µg/kg TS	8	0	2	2,7	2,7	n<10	3,8
PCB 180	µg/kg TS	8	0	1,3	1,7	1,7	n<10	2,4
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	8	0	7,1	9,4	9,2	n<10	12,5

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	8	0	0,2	0,3	0,3	n<10	0,43
gamma-HCH	µg/kg TS	8	5	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	0,13
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	8	0	1,6	2,3	2,2	n<10	3
p,p'-DDD	µg/kg TS	8	0	4	5,7	5,6	n<10	6,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	8	0	0,52	1,5	2,1	n<10	5,2
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	8	1	<0,5	0,8	0,8	n<10	0,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	8	0	3,4	4,3	5	n<10	11
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	24	53	46,4	n<10	62
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	9,5	20,5	18,8	n<10	26
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	35	66,5	71,8	n<10	117
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	6,3	14	12,9	n<10	16
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	8	<1	<1	k.MW	n<10	<1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	8	<1	<1	k.MW	n<10	<1
Sonstige								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	5	0	15	16	16,6	n<10	21
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	8	0	0,44	0,79	0,77	n<10	1,07
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	8	1	<50	290	254	n<10	348
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	8	0	1,21	1,57	1,67	n<10	2,86
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	8	5	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	1,8
PCB 52	µg/kg TS	8	2	<0,5	1,6	1,5	n<10	2,6
PCB 101	µg/kg TS	8	0	2,7	3,7	3,7	n<10	4,6
PCB 118	µg/kg TS	8	1	<0,5	1,9	1,8	n<10	2,6
PCB 138	µg/kg TS	8	0	4,5	6,1	6,3	n<10	8,8
PCB 153	µg/kg TS	8	0	6	8,6	8,7	n<10	11,7
PCB 180	µg/kg TS	8	0	3,7	5,3	5,5	n<10	7,6
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	8	0	18,8	26,2	26,6	n<10	33,7
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	8	0	0,6	1,1	1,1	n<10	1,9
gamma-HCH	µg/kg TS	8	5	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	0,4
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	8	8	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	<0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	8	0	5,7	6,4	7,4	n<10	10,9
o,p-DDD	µg/kg TS	8	0	5,3	6	6,9	n<10	9,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	8	0	14,2	17,1	18,6	n<10	25
o,p-DDT	µg/kg TS	8	7	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	2,1
p,p'-DDT	µg/kg TS	8	0	1,3	5,5	7,1	n<10	16,6
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	8	1	<0,5	2,5	2,2	n<10	2,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	8	0	10,2	12,5	16,9	n<10	31,3

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 2 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Südelbe (Februar/März 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	8	0	40,8	49,4	49,3	n<10	58,6
TOC (C)	Gew.% TS	8	0	2,3	3,1	3,1	n<10	4
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	8	0	25,4	35,1	34,9	n<10	42,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	8	0	12,9	31,4	27,6	n<10	36,8
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	8	0	8,3	13,7	13,6	n<10	20,9
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	8	0	9,7	10,6	12,9	n<10	24,4
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	8	0	2,2	4	6,3	n<10	20,1
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	8	1	<0,1	0,5	1,4	n<10	4,3
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	8	4	<0,1	0,3	1,1	n<10	4,7
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	8	5	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	16,8
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	8	0	40	67,3	62,4	n<10	73,6
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	8	0	2690	3225	3545	n<10	4730
Phosphor	mg/kg TS	8	0	1100	1500	1513	n<10	1900
Schwefel	mg/kg TS	8	0	2900	3350	3388	n<10	4000
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	8	0	14	19	19	n<10	21
Blei	mg/kg TS	8	0	33	45	45	n<10	54
Cadmium	mg/kg TS	8	0	1,5	1,9	1,9	n<10	2,3
Chrom	mg/kg TS	8	0	30	41	42	n<10	48
Kupfer	mg/kg TS	8	0	35	46	45	n<10	55
Nickel	mg/kg TS	8	0	17	24	24	n<10	27
Quecksilber	mg/kg TS	8	0	0,77	1,1	1	n<10	1,2
Zink	mg/kg TS	8	0	257	340	337	n<10	408
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	8	0	34	36	36	n<10	40
Blei <20 µm	mg/kg TS	8	0	77	88	87	n<10	93
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	8	0	2,8	3,8	3,7	n<10	4,4
Chrom <20 µm	mg/kg TS	8	0	56	61	62	n<10	73
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	8	0	72	86	85	n<10	94
Nickel <20 µm	mg/kg TS	8	0	35	38	39	n<10	46
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	8	0	1,7	2,1	2	n<10	2,2
Zink <20 µm	mg/kg TS	8	0	656	824	787	n<10	893
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	8	1	<50	125	121	n<10	180
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	8	7	<25	<25	k.MW	n<10	25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	8	0	45	110	106	n<10	153
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	8	0	1,03	1,42	1,44	n<10	1,96
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	8	1	<0,5	0,7	0,7	n<10	1
PCB 52	µg/kg TS	8	0	0,65	0,9	0,9	n<10	1,2
PCB 101	µg/kg TS	8	0	1,3	1,7	1,7	n<10	2,4
PCB 118	µg/kg TS	8	0	0,69	1,0	1,0	n<10	1,2
PCB 138	µg/kg TS	8	0	2,1	2,9	2,9	n<10	4,1
PCB 153	µg/kg TS	8	0	2,9	4,0	4,0	n<10	5,6
PCB 180	µg/kg TS	8	0	1,9	2,7	2,7	n<10	4,1
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	8	0	10,1	13,8	13,9	n<10	19,3

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	8	0	0,43	0,6	0,6	n<10	0,81
gamma-HCH	µg/kg TS	8	0	0,13	0,2	0,2	n<10	0,27
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	8	0	3,1	4,2	4,3	n<10	5,9
p,p'-DDD	µg/kg TS	8	0	8,5	10,5	11,4	n<10	15
p,p'-DDT	µg/kg TS	8	0	2,9	4,3	4,9	n<10	9,2
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	8	0	0,98	1,3	1,4	n<10	2
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	8	0	4,9	7,5	8,1	n<10	14
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	48	71	68,8	n<10	77
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	19	22	23,4	n<10	31
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	52	74,5	72,8	n<10	91
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	16	20	21,8	n<10	31
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	8	<1	<1	k.MW	n<10	<1
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	8	<1	<1	k.MW	n<10	<1
Sonstige								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	8	0	17	23,5	24,4	n<10	34
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	8	0	0,687	0,94	0,92	n<10	1,191
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	8	1	<50	356	340	n<10	512
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	8	0	1,34	2,16	2,04	n<10	2,58
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	8	1	<0,5	2,2	2	n<10	2,4
PCB 52	µg/kg TS	8	0	1,9	2,7	2,6	n<10	3,1
PCB 101	µg/kg TS	8	0	4,1	4,9	4,9	n<10	6,0
PCB 118	µg/kg TS	8	0	2,2	2,9	2,8	n<10	3,5
PCB 138	µg/kg TS	8	0	7,2	8,3	8,4	n<10	10,3
PCB 153	µg/kg TS	8	0	9,8	11,4	11,4	n<10	14,1
PCB 180	µg/kg TS	8	0	6,5	7,5	7,7	n<10	10,3
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	8	0	33	39,3	39,7	n<10	48,4
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	8	0	1,3	1,7	1,8	n<10	2,6
gamma-HCH	µg/kg TS	8	0	0,4	0,6	0,6	n<10	0,8
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	8	8	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	<0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	8	0	9,2	13,1	12,4	n<10	13,8
o,p-DDD	µg/kg TS	8	0	9,5	13	12,3	n<10	14,2
p,p'-DDD	µg/kg TS	8	0	24,7	35,1	32,9	n<10	39,4
o,p-DDT	µg/kg TS	8	1	<0,5	2,5	2,9	n<10	7,2
p,p'-DDT	µg/kg TS	8	0	8	12,9	14	n<10	23,1
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	8	0	2,9	4,2	3,9	n<10	4,7
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	8	0	14,5	20,3	23,7	n<10	43,3

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 3 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Nordereibe (Februar/März 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	8	0	59,3	65	65,5	n<10	73
TOC (C)	Gew.% TS	8	0	0,78	1,10	1,10	n<10	1,50
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	8	0	7,4	9,3	10,9	n<10	21,5
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	8	0	10,3	12,3	12,2	n<10	14
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	8	0	15,7	26,5	24,3	n<10	30,1
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	8	0	36,6	47	47,4	n<10	60,3
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	8	0	1,3	3,7	4,8	n<10	12,6
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	8	0	0,1	0,4	0,4	n<10	1
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	8	2	<0,1	0,1	0,1	n<10	0,2
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	8	7	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	0,1
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	8	0	18,2	21,4	23,1	n<10	35,5
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	8	0	1080	1440	1379	n<10	1620
Phosphor	mg/kg TS	8	0	480	580	584	n<10	770
Schwefel	mg/kg TS	8	0	1200	1400	1413	n<10	1800
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	8	0	6,9	8	8	n<10	11
Blei	mg/kg TS	8	0	14	16	17	n<10	23
Cadmium	mg/kg TS	8	0	0,38	0,50	0,50	n<10	0,65
Chrom	mg/kg TS	8	0	16	20	20	n<10	27
Kupfer	mg/kg TS	8	0	16	20	22	n<10	34
Nickel	mg/kg TS	8	0	9,3	11	11	n<10	16
Quecksilber	mg/kg TS	8	0	0,26	0,30	0,30	n<10	0,43
Zink	mg/kg TS	8	0	95	111	115	n<10	151
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	8	0	35	39	38	n<10	41
Blei <20 µm	mg/kg TS	8	0	85	90	90	n<10	95
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	8	0	2,0	2,4	2,4	n<10	2,9
Chrom <20 µm	mg/kg TS	8	0	78	82	82	n<10	90
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	8	0	69	77	79	n<10	99,7
Nickel <20 µm	mg/kg TS	8	0	42	45	45	n<10	48
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	8	0	1,6	1,8	1,7	n<10	2,0
Zink <20 µm	mg/kg TS	8	0	614	687	686	n<10	767
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	8	8	<50	<50	k.MW	n<10	<50
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	8	8	<25	<25	k.MW	n<10	<25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	8	7	<25	<25	k.MW	n<10	26
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	8	0	0,33	0,51	0,52	n<10	0,70
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	8	8	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	<0,5
PCB 52	µg/kg TS	8	8	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	<0,5
PCB 101	µg/kg TS	8	1	<0,5	0,6	0,7	n<10	1,1
PCB 118	µg/kg TS	8	8	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	<0,5
PCB 138	µg/kg TS	8	0	0,82	1,2	1,2	n<10	2,1
PCB 153	µg/kg TS	8	0	1,2	1,6	1,7	n<10	2,9
PCB 180	µg/kg TS	8	0	0,76	0,9	1,1	n<10	2,2
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	8	0	4,8	5,8	6,2	n<10	9,8

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max							
Hexachlorcyclohexane															
alpha-HCH	µg/kg TS	8	2	<0,1	0,1	0,1	n<10	0,3							
gamma-HCH	µg/kg TS	8	8	<0,1	<0,1	k.MW	n<10	<0,1							
DDT + Metabolite															
p,p'-DDE	µg/kg TS	8	0	0,8	1,0	1,0	n<10	1,4							
p,p'-DDD	µg/kg TS	8	0	1,8	2,6	2,5	n<10	3,5							
p,p'-DDT	µg/kg TS	8	4	<0,5	0,6	1,0	n<10	2,6							
Chlorbenzole															
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	8	8	<0,5	<0,5	k.MW	n<10	<0,5							
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	8	0	0,9	1,7	2,1	n<10	5,9							
Organozinnverbindungen															
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	15	19,5	21,6	n<10	41							
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	5,7	8	9	n<10	15							
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	26	34	33,6	n<10	47							
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	0	3,9	5,4	6	n<10	12							
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	8	<1	<1	k.MW	n<10	<1							
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	8	8	<1	<1	k.MW	n<10	<1							
Sonstige															
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	4	0	4,2	5,6	5,8	n<10	7,8							
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	8	0	0,34	0,46	0,5	n<10	0,75							
umgerechnet auf < 20 µm															
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm															
Mineralöl	mg/kg TS	Berechnung auf < 20 µm gem. HABAK-WSV nicht erfolgt, da Anteil an Feinfraktion < 20 µm unter 10 % bei 6 von 8 Proben.													
Polycyclische Aromaten <20µm															
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS														
Polychlorierte Biphenyle <20µm															
PCB 28	µg/kg TS														
PCB 52	µg/kg TS														
PCB 101	µg/kg TS														
PCB 118	µg/kg TS														
PCB 138	µg/kg TS														
PCB 153	µg/kg TS														
PCB 180	µg/kg TS														
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS														
Hexachlorcyclohexane <20µm															
alpha-HCH	µg/kg TS														
gamma-HCH	µg/kg TS														
DDT + Metabolite <20µm															
o,p DDE	µg/kg TS														
p,p'-DDE	µg/kg TS														
o,p-DDD	µg/kg TS														
p,p'-DDD	µg/kg TS														
o,p-DDT	µg/kg TS														
p,p'-DDT	µg/kg TS														
Chlorbenzole <20µm															
Pentachlorbenzol	µg/kg TS														
Hexachlorbenzol	µg/kg TS														

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 dem Köhlbrand (Juni 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	10	0	40,5	50,4	51,29	63,13	67
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	0,91	2,50	2,30	2,83	3,10
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	11,5	20,6	20,7	30,8	32,8
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	10	0	12	23,6	22,46	29,26	30,7
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	10	0	10,7	22,8	21,72	25,66	28
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	10	0	17,3	28,3	32,26	52,61	53,6
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	10	0	1,1	2,5	2,66	3,88	6,4
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	10	4	<0,1	0,1	0,12	0,12	0,3
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	10	5	<0,1	0,1	0,12	0,12	0,3
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	10	7	<0,1	<0,1	k.MW	0,11	0,2
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	23,5	48,25	43,15	55,19	56
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	1260	3035	2723	3351	3990
Phosphor	mg/kg TS	10	0	500	995	938	1120	1300
Schwefel	mg/kg TS	10	0	1000	2500	2190	2710	2800
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	10	0	7,6	15	13,89	17,1	18
Blei	mg/kg TS	10	0	16	30	27,8	35,1	36
Cadmium	mg/kg TS	10	0	0,75	1,1	1,211	1,55	2
Chrom	mg/kg TS	10	0	16	32,5	28,7	35,5	40
Kupfer	mg/kg TS	10	0	15	24	22,8	26,6	32
Nickel	mg/kg TS	10	0	8,6	18	16,46	21,1	22
Quecksilber	mg/kg TS	10	0	0,25	0,69	0,61	0,74	0,88
Zink	mg/kg TS	10	0	122	220	218	268	333
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	32	35,5	36,5	40,1	41
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	75	84,5	82,4	87,2	89
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,6	3,6	3,4	4,6	4,6
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	67	78,5	79,5	87	87
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	49	63	62,9	70,7	77
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	36	44,5	43,4	46,1	47
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,2	1,7	1,68	1,81	1,9
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	454	656	657	821	827
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	10	2	<50	100	91,6	121	130
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	10	5	<25	25	25,5	27	27
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	10	1	<25	79,5	70,4	99,6	105
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	10	0	0,60	1,11	1,22	1,70	2,40
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	10	4	<0,5	0,55	0,59	0,73	0,74
PCB 52	µg/kg TS	10	4	<0,5	0,55	0,57	0,65	0,72
PCB 101	µg/kg TS	10	1	<0,5	1,35	1,23	1,60	1,60
PCB 118	µg/kg TS	10	1	<0,5	0,78	0,74	0,92	0,94
PCB 138	µg/kg TS	10	0	0,82	2,30	2,16	2,81	2,90
PCB 153	µg/kg TS	10	0	1,1	3,25	2,94	3,72	3,90
PCB 180	µg/kg TS	10	0	0,66	2,05	1,94	2,52	2,70
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	10	0	4,58	11,16	10,16	13,00	13,23

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,24	0,42	0,47	0,64	1,10
gamma-HCH	µg/kg TS	10	2	<0,1	0,13	0,15	0,18	0,31
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	0,9	2,8	2,6	3,5	4,2
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	3,2	8,2	8,0	11,2	13
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	1	<0,5	2	3,4	7,2	9,9
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	2	<0,5	0,8	0,8	1,0	1,2
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	1,8	4,8	4,8	7,4	8,7
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	9	20	18	21	22
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	8	12	12	16	17
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	33	49	55	82	96
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	6	10	10	12	14
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								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	3	0	13	15	15	n<10	16
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	10	0	0,53	1,15	1,09	1,40	1,51
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	10	2	<50	483,5	432,7	637,5	894
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	10	0	1,5	2,8	3,2	3,8	8,5
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	10	4	<0,5	2,1	2,2	4,0	5,9
PCB 52	µg/kg TS	10	4	<0,5	2,2	2,0	3,2	5,2
PCB 101	µg/kg TS	10	1	<0,5	6,3	5,9	8,4	11,4
PCB 118	µg/kg TS	10	1	<0,5	3,8	35	4,7	5,6
PCB 138	µg/kg TS	10	0	6,7	11,0	10,9	14,6	17,9
PCB 153	µg/kg TS	10	0	9,5	14,4	15,0	20,6	27,6
PCB 180	µg/kg TS	10	0	5,7	9,6	9,9	14,1	17,9
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	10	0	24,4	49,5	49,4	69,6	91,5
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,7	2,5	2,42	4,02	4,2
gamma-HCH	µg/kg TS	10	2	<0,1	0,65	0,61	1,11	1,2
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	13,55	13,29	17,93	23,6
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	7,9	15,95	15,21	20,26	24,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	19,2	41,7	40,99	56,97	67,5
o,p-DDT	µg/kg TS	10	8	<0,5	<0,5	k.MW	4,93	7,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	1	<0,5	11,95	17,92	39,9	56,1
Summe 6 DDX	µg/kg TS	10	0	35,6	89,9	89,6	130,1	180,0
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	2	<0,5	3,75	3,43	5,15	7,4
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	8,8	23,2	24,34	36,92	40,7

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 5 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Süderelbe (Juni/Juli 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	10	0	29,7	41,8	43,2	53,2	57,8
TOC (C)	Gew.% TS	10	0	1,8	3,6	3,5	4,2	5,3
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	10	0	15,9	26,6	25,5	33,9	35,7
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	10	0	20,1	26,8	26,5	30,0	38,5
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	10	0	8,0	13,6	15,7	26,3	31,2
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	10	0	8,3	16,5	16,9	22,1	23,2
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	10	0	3,5	15,0	12,7	20,6	23,2
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	10	0	0,2	0,7	1,3	2,9	3,6
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	10	0	0,1	0,5	0,8	1,4	3,6
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	10	2	< 0,1	0,1	0,8	1,0	6,4
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	10	0	40,4	48,2	52,0	63,5	72,2
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	10	0	1790	3890	3918	4822	6550
Phosphor	mg/kg TS	10	0	950	1500	1465	1800	1800
Schwefel	mg/kg TS	10	0	2200	3600	3430	3910	4000
Metalle aus der Gesamtfraktion								
Arsen	mg/kg TS	10	0	13	21	21	24	25
Blei	mg/kg TS	10	0	26	49	46	56	57
Cadmium	mg/kg TS	10	0	0,85	2,3	2,2	2,9	3,3
Chrom	mg/kg TS	10	0	27	41	40	47	50
Kupfer	mg/kg TS	10	0	27	45	45	52	63
Nickel	mg/kg TS	10	0	15	24	24	28	29
Quecksilber	mg/kg TS	10	0	0,54	1,15	1,09	1,32	1,50
Zink	mg/kg TS	10	0	187	401	380	465	517
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	10	0	31	35	35	37	37
Blei <20 µm	mg/kg TS	10	0	78	91	89	96	104
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	10	0	2,3	4,0	3,9	4,6	4,7
Chrom <20 µm	mg/kg TS	10	0	59	67	66	74	77
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	10	0	65	82	82	93	94
Nickel <20 µm	mg/kg TS	10	0	38	39	39	40	43
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	10	0	1,6	2,0	2,0	2,2	2,2
Zink <20 µm	mg/kg TS	10	0	525	717	697	773	803
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	10	0	69	155	155	203	230
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	10	0	19	30	30	40	42
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	10	0	50	132	127	164	194
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	10	0	1,09	2,02	1,94	2,49	2,57
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	10	0	0,6	1,0	1,0	1,1	1,3
PCB 52	µg/kg TS	10	1	< 0,5	0,7	0,8	1,0	1,2
PCB 101	µg/kg TS	10	0	1,0	1,7	1,6	2,0	2,4
PCB 118	µg/kg TS	10	0	0,6	1,0	1,0	1,3	1,4
PCB 138	µg/kg TS	10	0	1,5	3,0	2,8	3,4	4,2
PCB 153	µg/kg TS	10	0	2,0	4,0	3,9	4,6	5,9
PCB 180	µg/kg TS	10	0	1,2	2,7	2,6	3,2	3,9
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	10	0	7,4	14,0	13,6	16,5	20,3

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	0,4	0,8	0,7	1,0	1,4
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	1,5	4,2	3,9	4,6	5,6
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	5,3	13,5	14,3	21,5	26,0
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	0	0,7	5,4	5,5	9,0	12,0
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	0,6	1,5	1,3	1,6	1,7
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	2,7	9,0	8,2	11,2	13,0
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	17,0	28,5	28,9	39,2	41,0
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	8,0	16,5	18,8	29,2	31,0
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	34,0	48,0	46,6	54,3	57,0
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	0	7,0	14,5	16,3	21,6	36,0
Triphenylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	5	< 1	< 1	1,0	1,0	1,0
Tricyclohexylzinn (OZK)	µg /kg TS	10	5	< 1	< 1	1,0	1,0	1,0
Sonstige								
Sum PCDD/F(I-TE(NATO/CCMS))	ng/kg TS	5	0	9,0	21,0	18,0	23,2	24,0
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	10	0	0,6	1,6	1,4	1,9	2,0
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	10	0	356	593	611	779	813
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	10	0	2,66	4,18	3,95	4,82	4,91
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	10	0	2,5	3,8	3,9	4,9	6,2
PCB 52	µg/kg TS	10	1	< 0,5	3,0	3,0	4,3	4,5
PCB 101	µg/kg TS	10	0	4,9	6,3	6,6	8,2	8,5
PCB 118	µg/kg TS	10	0	3,1	4,0	4,0	5,0	5,1
PCB 138	µg/kg TS	10	0	7,4	11,6	11,1	13,4	14,8
PCB 153	µg/kg TS	10	0	9,9	15,9	15,5	19,6	20,9
PCB 180	µg/kg TS	10	0	5,9	10,6	10,3	12,6	13,8
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	10	0	36,5	55,5	54,6	68,4	71,7
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	10	0	1,9	2,6	3,0	3,9	5,0
gamma-HCH	µg/kg TS	10	0	0,6	0,9	0,9	1,2	1,3
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	10	4	< 0,5	0,5	0,7	0,7	2,1
p,p'-DDE	µg/kg TS	10	0	7,4	15,6	15,8	20,3	23,3
o,p-DDD	µg/kg TS	10	0	8,4	17,5	17,5	22,1	23,9
p,p'-DDD	µg/kg TS	10	0	26,1	53,0	56,2	77,4	95,2
o,p-DDT	µg/kg TS	10	3	< 0,5	0,5	1,4	3,0	3,3
p,p'-DDT	µg/kg TS	10	0	3,6	19,1	21,1	34,7	35,6
Summe 6 DDX	µg/kg TS	10	0	46,5	109,6	112,7	149,8	161,0
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	3,2	5,3	5,2	6,0	6,9
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	10	0	13,3	32,3	31,8	36,7	45,9

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

Tab A 6 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus dem Köhlbrand (August 2009)

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 Gesamtfraction								
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
Mineralölkohlenwasserstoffe								
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 7 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Süderelbe (August 2009)

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 Gesamtfraction								
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
Mineralölkohlenwasserstoffe								
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 8 Statistik der chemischen Analyse der verbrachten Sedimente aus der Nordereibe (August 2009)

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 Gesamtfraction								
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
Mineralölkohlenwasserstoffe								
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 9 Vergleich der chemischen Analyse der Sedimente aus der Delegationsstrecke 2009 (2. Jahreshälfte) mit den Beprobungskampagnen 2005 bis 2007

Parameter	Einheit	NORDERELBE											
		2005		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
Fraktion<20	Gew. %	28,9 a	8	16,5 a,b	6	12,9 b	5	24,5 a,b	12	24,2 a,b	9	19,9 a,b	8
Stickstoff	mg/kg TS	1825 a,b	8	1508 a,b	6	916 b	5	2088 a	12	2127 a,b	9	1530 a,b	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	76,5 a,b	12	71,2 a,b	9	75,4 a,b	8
Nickel	mg/kg TS	40,4 a,b	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 a,b	6	95,2 a,b	5	51,6 b	12	82,7 a,b	9	99,3 a,b	8
KWST	mg/kg TS	276,9 b	8	1248,1 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

Test ohne NE-1295 und NE-1298, da extra zu verbringen. Test zT ohne 1297, da Fraktion < 20 µm weniger 10 %

Parameter	Einheit	SÜDERELBE											
		2005		2006-1		2006-2		2007-1		2007-2		2009-2	
		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
Fraktion<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	39,2 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	106,9 a,b	5	133,3 a	4	114,9 a,b	5	34,9 c	6	70,3 b,c	6	69,4 b,c	10
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

SÜDERELBE (Fortsetzung)													
Parameter	Einheit	2005		2006-1		2006-2		2007-1		2007-2		2009-2	
		X	(n)	x	(n)	x	(n)	x	(n)	x	(n)	x	(n)
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	35,4 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	35,5 a,b	5	31,8 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

KÖHLBRAND													
Parameter	Einheit	2005		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
Fraktion<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	35,7 a,b	6	37,2 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	75,8 a,b	6	78,7 a,b	6	83,1 a,b	8	57,3 b	8
Kupfer	mg/kg TS	69,7 b	7	68,7 b	6	88,2 a	6	71,5 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	604,3 a,b	7	523,8 b	6	696,3 a	6	525,2 b	6	613,5 a,b	8	600,5 a,b	8
TBT	mg/kg TS	156,6 a,b	7	191,7 a	6	64,8 b,c	6	42,6 c	6	78,6 b,c	8	74,5 b,c	8
KWST	mg/kg TS	352 a	7	605,8 a	6	449,5 a,b	4	239,2 c	6	280,2 a	8	201,6 c	8
PAK6	mg/kg TS	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

Test ohne 1280 und 1283, da extra zu verbringen

Alle Parameter außer TOC und TBT bezogen auf die Fraktion < 20 µm

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

a,b,c: unterschiedliche Buchstaben bezeichnen signifikant verschiedene Werte innerhalb einer Zeile (α < 0,05)

Grau: Keine signifikanten Unterschiede von Terminen, KWST Kohlenwasserstoffe

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

Limnische Biotests (n = 8)				
pT-Stufe	Porenwasser (PW)	Leucht- bakterientest	Algentest	Daphnientest
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	Anzahl
pT0	PW	8	3	1
	EL	8	7	4
pT1	PW	0	5	5
	EL	0	1	4
pT2	PW	0	0	1
	EL	0	0	0
pT3	PW	0	0	1
	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	1
I	5
II	1
III	1
IV	0
V	0
VI	0

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

Marine Biotests (n = 8)				
pTStufe	Porenwasser (PW)	Leuchtbakterientest	Algentest	Toxizitätsklasse
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	Anzahl
pT0	PW	-	2	2
	EL	8	7	
pT1	PW	-	4	4
	EL	0	1	
pT2	PW	-	2	2
	EL	0	0	
pT3	PW	-	0	0
	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	4	4	0

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch nach Einklassifizierung der BfG
Toxizität s. Text Abschnitt 7.2

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

Limnische Biotests (n = 8)				
pT-Stufe	Porenwasser (PW)	Leucht- bakterientest	Algentest	Daphnientest
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	Anzahl
pT0	PW	8	0	0
	EL	7	1	0
pT1	PW	0	4	0
	EL	1	5	3
pT2	PW	0	4	5
	EL	0	1	5
pT3	PW	0	0	3
	EL	0	1	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	0
II	5
III	3
IV	0
V	0
VI	0

Limnischer Kontakttest	Hemmung (Anzahl)	
Arthrobacter globiformis	< 40 %	> 40 %
Hemmung 1g FG [%]	6	2
Hemmung 2g FG [%]	0	8
Hemmung 3g FG [%]	0	8

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

Mariner Amphipodentest	Hemmung (Anzahl)		
	< 20 %	> 20 %	> 40 %
Mortalität Corophium volutator (%)			
Anzahl n = 8	3	2	3

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)
Toxizität s. Text Abschnitt 7.2

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

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

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

Limnischer Kontakttest	Hemmung (Anzahl)	
Arthrobacter globiformis	< 40 %	> 40 %
Hemmung 1g FG [%]	8	0
Hemmung 2g FG [%]	7	1
Hemmung 3g FG [%]	4	4

Marine Biotests (n = 8)				
pTStufe	Porenwasser (PW)	Leuchtbakterientest	Algentest	Toxizitätsklasse
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	Anzahl
pT0	PW	-	0	0
	EL	8	8	
pT1	PW	-	5	5
	EL	0	0	
pT2	PW	-	2	2
	EL	0	0	
pT3	PW	-	1	1
	EL	0	0	
pT4	PW	-	0	0
	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 13 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus dem Köhlbrand (Sommer 2009)

Limnische Biotests (n = 8)				
pT-Stufe	Porenwasser (PW)	Leucht- bakterientest	Algentest	Daphnientest
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	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)	Leuchtbakterientest	Algentest	Toxizitätsklasse
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	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 Abschnitt 7.2

Tab A 14 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Süderelbe (Sommer 2009)

Limnische Biotests (n = 8)				
pT-Stufe	Porenwasser (PW)	Leucht- bakterientest	Algentest	Daphnientest
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	Anzahl
pT0	PW	7	0	0
	EL	6	1	1
pT1	PW	1	0	1
	EL	2	6	6
pT2	PW	2	0	7
	EL	1	1	1
pT3	PW	0	6	0
	EL	0	0	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	0
III	6
IV	2
V	0
VI	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)	Leucht- bakterientest	Algentest	Toxizitätsklasse
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	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 <i>Corophium volutator</i> (%)	< 20 %	> 20 %	> 40 %
Anzahl n = 8	8	0	0

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

Tab A 15 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten aus der Norderelbe (Sommer 2009)

Limnische Biotests (n = 8)				
pT-Stufe	Porenwasser (PW)	Leucht- bakterientest	Algentest	Daphnientest
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	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)	Leuchtbakterientest	Algentest	Toxizitätsklasse
	Eluate (EL)	Anzahl	Anzahl	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 = 8	8	0	0

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

Tab A 16 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Delegationsstrecke über die Zeit – limnische Testbatterie

Zahlenwerte geben die geometrischen Mittelwerte der jeweiligen Toxizitätsklassen an

Beprobungstermin	Köhlbrand		Norderelbe		Süderelbe	
	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n
2005-1	2,0 a	6	2,0 a	6	3,4 a	4
2006-1	0,8 a	6	3,3 a	6	1,9 a	4
2006-2	3,1 a	6	3,2 a	5	3,0 a	5
2007-1	2,9 a	6	3,1 a	10	2,9 a	5
2007-2	3,0 a	6	2,7 a	5	3,3 a	5
2009-2	2,9 a	8	1,6 a	8	3,2 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 17 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Delegationsstrecke über die Zeit – marine Testbatterie

Zahlenwerte geben die geometrischen Mittelwerte der jeweiligen Toxizitätsklassen an

Beprobungstermin	Köhlbrand		Norderelbe		Süderelbe	
	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n	Klassenmittel	Proben n
2005-1	1,4 a,b	6	1,2 a,b	6	2,6 a	4
2006-1	0,6 b	6	0,1 b	6	1,6 a	4
2006-2	1,3 b	6	2,5 a,b	5	2,0 a	5
2007-1	3,4 a,b	6	2,4 a	11	3,5 a	6
2007-2	4,0 a	6	0,5 a,b	5	2,2 a	5
2009-2	2,3 a,b	8	0,9 a,b	8	2,4 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 18 Statistik der chemischen Analysen an der Einbringstelle E3 (1-km-Ring, April 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	20	0	56,3	61,0	61,9	67,8	73,4
TOC (C)	Gew.% TS	20	0	0,7	1,0	1,0	1,4	1,4
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	20	0	7,7	26,0	23,7	31,2	35,1
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	20	0	9,3	21,5	21,0	27,9	30,1
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	20	0	6,6	21,7	23,5	30,9	54,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	20	0	8,7	24,5	26,4	44,9	56,2
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	20	0	1,8	3,4	4,6	7,7	19,1
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	20	0	0,1	0,4	0,4	0,8	0,9
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	20	0	0,1	0,3	0,3	0,4	1,0
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	20	7	<0,1	0,1	0,2	0,2	0,9
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	20	0	17,0	47,7	44,8	59,4	64,7
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	20	0	721	1305	1255	1532	1820
Phosphor	mg/kg TS	20	0	290	410	401	451	480
Schwefel	mg/kg TS	20	0	1100	2950	2890	3850	5200
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	20	0	4,8	9,1	9,1	11,1	12,0
Blei	mg/kg TS	20	0	7,4	22,0	20,4	26,0	27,0
Cadmium	mg/kg TS	20	0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
Chrom	mg/kg TS	20	0	8,5	26,5	25,1	32,1	34,0
Kupfer	mg/kg TS	20	0	6,4	10,5	11,3	13,4	21,0
Nickel	mg/kg TS	20	0	4,9	11,0	10,8	13,1	15,0
Quecksilber	mg/kg TS	20	0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2
Zink	mg/kg TS	20	0	47,0	78,5	76,1	84,2	87,0
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	20	0	23	26	27	30	31
Blei <20 µm	mg/kg TS	20	0	60	68	68	74	83
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,4	0,6	0,8	1,2	1,8
Chrom <20 µm	mg/kg TS	20	0	52	72	72	82	89
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	20	0	23	31	36	49	101
Nickel <20 µm	mg/kg TS	20	0	29	34	34	36	42
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,2	0,5	0,5	0,8	1,4
Zink <20 µm	mg/kg TS	20	0	167	216	241	311	433
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	20	20	<50	<50	k.MW	<50	<50
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	20	20	<25	<25	k.MW	<25	<25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	20	17	<25	<25	k.MW	27	29
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	20	0	0,4	0,6	0,6	0,8	1,1
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 52	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 101	µg/kg TS	20	13	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	0,9
PCB 118	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 138	µg/kg TS	20	0	0,5	0,7	0,8	1,1	1,5
PCB 153	µg/kg TS	20	0	0,8	0,9	1,1	1,5	2,5
PCB 180	µg/kg TS	20	9	<0,5	0,5	0,7	0,9	1,3
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	20	0	3,8	4,0	4,6	5,5	7,7

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
a-HCH	µg/kg TS	20	11	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,2
g-HCH	µg/kg TS	20	20	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	20	16	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	0,8
p,p'-DDD	µg/kg TS	20	5	<0,5	1,2	1,2	1,7	3,4
p,p'-DDT	µg/kg TS	20	18	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	4,5
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	8	<0,5	0,6	0,7	1,1	1,4
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	0	4,6	7,5	7,7	9,7	12,0
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	0	2,4	3,8	4,0	5,2	8,2
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	0	3,2	12,0	14,3	31,2	33,0
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	13	<1	<1	k.MW	1,9	2,4
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	2,3	3,5	3,3	4,0	4,1
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	4	0	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	19	19	<50	<50	k.MW	<50	<50
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	19	0	0,6	1,2	1,2	2,0	2,3
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	19	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 52	µg/kg TS	19	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 101	µg/kg TS	19	13	<0,5	<0,5	k.MW	3,3	4,2
PCB 118	µg/kg TS	19	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 138	µg/kg TS	19	0	1,5	2,7	3,4	6,1	7,7
PCB 153	µg/kg TS	19	0	2,3	3,7	4,8	8,3	12,3
PCB 180	µg/kg TS	19	11	<0,5	<0,5	k.MW	5,6	6,4
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	19	0	6,3	9,0	13,2	24,8	31,8
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	19	11	<0,1	<0,1	k.MW	1,0	1,5
gamma-HCH	µg/kg TS	19	19	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	19	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	19	15	<0,5	<0,5	k.MW	2,2	5,2
o,p-DDD	µg/kg TS	19	12	<0,5	<0,5	k.MW	3,7	8,4
p,p'-DDD	µg/kg TS	19	5	<0,5	4,3	5,4	10,1	23,8
o,p-DDT	µg/kg TS	19	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
p,p'-DDT	µg/kg TS	19	17	<0,5	<0,5	k.MW	1,9	31,5
Summe 6 DDX	µg/kg TS	19		<3,0	6,8	11,6	17,7	69,9
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	19	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	19	8	<0,5	2,0	2,7	5,5	9,8

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

Tab A 19 Statistik der chemischen Analysen im Umfeld der Einbringstelle E3 (April 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	32	0	51,4	58,9	59,6	66,0	69,2
TOC (C)	Gew.% TS	32	0	0,5	1,1	1,1	1,3	1,7
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	32	0	11,3	25,5	26,0	37,7	42,5
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	32	0	13,8	27,2	27,1	38,9	46,1
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	32	0	10,0	20,8	22,3	31,8	38,1
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	32	0	2,4	16,2	18,3	30,0	55,2
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	32	0	0,5	3,1	5,5	12,8	24,5
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	32	1	<0,1	0,4	0,5	1,1	2,1
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	32	1	<0,1	0,2	0,3	0,6	1,5
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	32	18	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,7
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	32	0	26,8	54,8	53,1	73,6	79,6
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	32	0	706	1200	1237	1536	1900
Phosphor	mg/kg TS	32	0	260	430	424	518	670
Schwefel	mg/kg TS	32	0	1400	3600	3719	5570	6500
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	32	0	5,4	11	10,5	14	16
Blei	mg/kg TS	32	0	11,0	23,5	22,6	26,0	38,0
Cadmium	mg/kg TS	32	0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5
Chrom	mg/kg TS	32	0	15,0	28,5	27,8	33,0	35,0
Kupfer	mg/kg TS	32	0	4,2	8,8	9,1	12,0	21,0
Nickel	mg/kg TS	32	0	6,4	12,0	12,1	15,0	16,0
Quecksilber	mg/kg TS	32	0	0,01	0,10	0,11	0,17	0,37
Zink	mg/kg TS	32	0	37	73	71	83	115
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	32	0	20,0	25,0	25,4	29,9	32,0
Blei <20 µm	mg/kg TS	32	0	47,0	67,0	65,3	78,3	82,0
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,3	0,5	0,5	0,7	1,5
Chrom <20 µm	mg/kg TS	32	0	50,0	74,0	71,2	83,0	89,0
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	32	0	19,0	25,5	26,2	31,8	35,0
Nickel <20 µm	mg/kg TS	32	0	28,0	34,0	34,1	37,0	40,0
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,3	0,5	0,5	0,7	1,0
Zink <20 µm	mg/kg TS	32	0	136,0	183,5	186,8	223,1	272,0
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	32	31	<50	<50	k.MW	<50	50
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	32	32	<25	<25	k.MW	<25	<25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	32	22	<25	<25	k.MW	29	38
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	32	0	0,3	0,4	0,5	0,5	1,1
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	0,8
PCB 52	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	0,5
PCB 101	µg/kg TS	32	27	<0,5	<0,5	k.MW	0,5	1,1
PCB 118	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	0,5	1,1
PCB 138	µg/kg TS	32	10	<0,5	0,6	0,7	0,9	1,6
PCB 153	µg/kg TS	32	5	<0,5	0,8	0,9	1,3	2,7
PCB 180	µg/kg TS	32	24	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	1,3
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	32	0	3,5	3,8	4,2	5,1	9,2

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	32	32	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	1,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	32	24	<0,5	<0,5	k.MW	0,8	1,8
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	30	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	0,8
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	0,5	0,7
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	0	1,6	4,5	4,4	5,9	7,3
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	9	<1	1,6	1,7	2,7	3,0
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	9	<1	2,0	2,3	4,1	5,5
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	2,4	3,2	3,1	3,6	3,8
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	5	0	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	32	31	<50	<50	k.MW	<50	122
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	32	0	0,4	0,7	0,8	1,4	2,1
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	2,0
PCB 52	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	1,3
PCB 101	µg/kg TS	32	27	<0,5	<0,5	k.MW	2,2	3,9
PCB 118	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	1,8	2,7
PCB 138	µg/kg TS	32	10	<0,5	2,0	2,1	3,9	7,2
PCB 153	µg/kg TS	32	5	<0,5	2,9	3,2	5,7	9,4
PCB 180	µg/kg TS	32	24	<0,5	<0,5	k.MW	3,1	5,4
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	32	0	3,5	7,4	9,1	15,9	29,5
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	30	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,3
gamma-HCH	µg/kg TS	32	32	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	2,3
o,p-DDD	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	1,5
p,p'-DDD	µg/kg TS	32	24	<0,5	<0,5	k.MW	3,1	5,1
o,p-DDT	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	30	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	4,4
Summe 6 DDX	µg/kg TS	32		<3,0	<3,0	3,9	5,7	10,6
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	1,3	3,3

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

Tab A 20 Statistik der chemischen Analysen an der Einbringstelle E3 (August 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	20	0	54,5	63,1	63,8	70,2	73,6
TOC (C)	Gew.% TS	20	0	0,6	1,1	1,0	1,3	1,4
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	20	0	12,9	34,7	30,9	42,4	45,4
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	20	0	7,3	19,2	18,4	23,4	26,5
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	20	0	18,9	26,3	26,7	32,7	35,9
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	20	0	5,5	14,6	18,0	32,5	34,4
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	20	0	1,5	3,0	5,0	10,2	25,0
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	20	0	0,1	0,5	0,6	1,2	2,2
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	20	1	<0,1	0,3	0,3	0,5	0,9
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	20	8	<0,1	0,1	0,2	0,2	2,5
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	20	0	20,2	53,4	49,2	64,1	71,9
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	20	0	491	837	881	1122	1450
Phosphor	mg/kg TS	20	0	290	380	372	410	450
Schwefel	mg/kg TS	20	0	860	2850	2773	4440	4900
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	20	0	4,1	9,1	8,7	11,0	13,0
Blei	mg/kg TS	20	0	8,6	20,0	18,8	25,1	27,0
Cadmium	mg/kg TS	20	0	0,17	0,26	0,26	0,30	0,31
Chrom	mg/kg TS	20	0	9,2	16,5	16,1	22,1	23,0
Kupfer	mg/kg TS	20	0	8,3	11,0	11,6	15,1	20,0
Nickel	mg/kg TS	20	0	4,9	10,3	9,4	13,0	13,0
Quecksilber	mg/kg TS	20	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4
Zink	mg/kg TS	20	0	51	74	74	88	102
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	20	0	21,0	23,0	23,7	25,1	29,0
Blei <20 µm	mg/kg TS	20	0	58,0	65,5	65,1	69,1	71,0
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,4	0,7	0,8	1,1	1,5
Chrom <20 µm	mg/kg TS	20	0	40,0	46,5	47,9	53,5	58,0
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	20	0	23,0	31,5	32,8	46,1	59,0
Nickel <20 µm	mg/kg TS	20	0	25,0	29,0	29,4	32,1	36,0
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	20	0	0,4	0,5	0,6	0,8	1,1
Zink <20 µm	mg/kg TS	20	0	147	195	218	300	355
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	20	13	<50	<50	k.MW	56	66
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	20	20	<25	<25	k.MW	<25	<25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	20	2	<25	34	34	45	47
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	20	0	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 52	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 101	µg/kg TS	20	15	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	0,9
PCB 118	µg/kg TS	20	16	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	0,9
PCB 138	µg/kg TS	20	1	<0,5	0,7	0,9	1,4	2,0
PCB 153	µg/kg TS	20	1	<0,5	1,0	1,2	1,9	2,4
PCB 180	µg/kg TS	20	9	<0,5	0,5	0,7	1,1	1,9
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	20	0	3,5	4,2	4,8	6,6	8,8

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	20	13	<0,1	<0,1	k.MW	0,2	0,2
gamma-HCH	µg/kg TS	20	19	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	20	13	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	0,8
p,p'-DDD	µg/kg TS	20	1	<0,5	1,3	1,6	2,0	7,9
p,p'-DDT	µg/kg TS	20	17	<0,5	<0,5	k.MW	0,6	8,6
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	20	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	0,6
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	7	<0,5	0,6	1,3	1,2	11,0
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	0	3,7	5,2	6,1	7,4	17,0
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	1	<1	2,6	3,4	4,5	12,0
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	0	1,9	9,5	13,8	25,6	58,0
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	20	13	<1	<1	k.MW	2,0	3,1
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	2,3	4,4	3,7	4,5	4,5
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	4	0	0,3	0,6	0,6	0,8	0,9
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	20	13	<50	<50	k.MW	222,8	276,2
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	20	0	0,5	0,7	1,0	1,5	3,6
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 52	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
PCB 101	µg/kg TS	20	15	<0,5	<0,5	k.MW	2,4	5,5
PCB 118	µg/kg TS	20	16	<0,5	<0,5	k.MW	1,3	1,9
PCB 138	µg/kg TS	20	1	<0,5	2,4	3,2	4,9	13,2
PCB 153	µg/kg TS	20	1	<0,5	3,3	4,1	6,5	14,7
PCB 180	µg/kg TS	20	9	<0,5	1,3	2,0	4,5	9,3
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	20	0	3,5	8,8	12,0	20,5	44,2
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	20	13	<0,1	<0,1	k.MW	1,0	1,1
gamma-HCH	µg/kg TS	20	19	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,6
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	20	20	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	20	13	<0,5	<0,5	k.MW	2,9	4,4
o,p-DDD	µg/kg TS	20	11	<0,5	<0,5	k.MW	3,4	14,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	20	1	<0,5	4,1	7,0	11,1	44,4
o,p-DDT	µg/kg TS	20	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	4,0
p,p'-DDT	µg/kg TS	20	17	<0,5	<0,5	k.MW	3,6	18,9
Summe 6 DDX	µg/kg TS	20		<3,0	9,4	13,1	23,0	64,3
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	20	19	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	3,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	20	7	<0,5	1,8	4,5	5,8	42,6

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

Tab A 21 Statistik der chemischen Analysen im Umfeld der Einbringstelle (August 2009)

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Trockensubstanz	Gew.% OS	32	0	48,3	60,1	60,5	69,1	70,4
TOC (C)	Gew.% TS	32	0	0,5	1,2	1,1	1,4	1,5
Siebanalyse								
Fraktion < 20 µm	Gew.-% TS	32	0	15,2	38,4	37,9	48,0	51,0
Fraktion 20 - 63 µm	Gew.-% TS	32	0	9,4	22,1	22,8	32,5	40,9
Fraktion 63 - 100 µm	Gew.-% TS	32	0	8,5	22,1	24,8	38,8	54,5
Fraktion 100 - 200 µm	Gew.-% TS	32	0	0,8	8,8	10,0	19,9	25,7
Fraktion 200 - 630 µm	Gew.-% TS	32	0	0,5	2,7	3,6	5,6	19,8
Fraktion 630 - 1000 µm	Gew.-% TS	32	0	0,1	0,4	0,5	0,9	2,4
Fraktion 1000-2000 µm	Gew.-% TS	32	2	<0,1	0,2	0,3	0,6	1,4
Fraktion > 2000 µm	Gew.-% TS	32	21	<0,1	<0,1	k.MW	0,1	0,3
Fraktion < 63 µm	Gew.-% TS	32	0	26,5	65,8	60,7	79,2	88,2
Summenparameter								
Stickstoff	mg/kg TS	32	0	423	1025	1025	1367	1810
Phosphor	mg/kg TS	32	0	240	380	383,4	440	560
Schwefel	mg/kg TS	32	0	1300	4100	3819	5200	6900
Metalle aus der Gesamtfraction								
Arsen	mg/kg TS	32	0	4,6	11,0	10,5	13,0	18,0
Blei	mg/kg TS	32	0	9,6	21,5	22,1	26,0	40,0
Cadmium	mg/kg TS	32	1	<0,1	0,2	0,2	0,3	0,4
Chrom	mg/kg TS	32	0	9,7	20,0	20,6	25,9	33,0
Kupfer	mg/kg TS	32	0	4,0	9,8	9,4	11,0	17,0
Nickel	mg/kg TS	32	0	4,5	12,0	11,6	14,0	17,0
Quecksilber	mg/kg TS	32	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5
Zink	mg/kg TS	32	0	32,0	71,5	71,2	87,5	138,0
Metalle aus der Fraktion <20 µm								
Arsen <20 µm	mg/kg TS	32	0	20	24	25	30	32
Blei <20 µm	mg/kg TS	32	0	40	62	63	74	87
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,3	0,5	0,5	0,8	1,0
Chrom <20 µm	mg/kg TS	32	0	39	47	51	68	94
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	32	0	17	23	23	30	35
Nickel <20 µm	mg/kg TS	32	0	25	28	29	34	39
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	32	0	0,2	0,4	0,4	0,6	0,9
Zink <20 µm	mg/kg TS	32	0	108	162	167	205	254
Mineralölkohlenwasserstoffe								
Mineralöl	mg/kg TS	32	18	<50	<50	k.MW	66	110
Mineralöl C10-C20	mg/kg TS	32	32	<25	<25	k.MW	<25	<25
Mineralöl C21-C40	mg/kg TS	32	2	<25	34	38	55	91
Polycyclische Aromaten								
PAK Summe 16 g.BG	mg/kg TS	32	0	0,3	0,4	0,5	0,6	1,3
Polychlorierte Biphenyle								
PCB 28	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	0,5	0,9
PCB 52	µg/kg TS	32	30	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	0,7
PCB 101	µg/kg TS	32	27	<0,5	<0,5	k.MW	0,7	1,2
PCB 118	µg/kg TS	32	27	<0,5	<0,5	k.MW	0,7	1,4
PCB 138	µg/kg TS	32	9	<0,5	0,6	0,7	1,2	2,0
PCB 153	µg/kg TS	32	5	<0,5	0,9	1,1	1,9	3,6
PCB 180	µg/kg TS	32	24	<0,5	<0,5	k.MW	0,9	1,5
PCB Summe 7 g.BG	µg/kg TS	32	0	3,5	4,0	4,5	6,5	11,3

Parameter	Einheit	Anzahl	n<BG	Min	Median	Mittel	90.P	Max
Hexachlorcyclohexane								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	32	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	32	31	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,1
DDT + Metabolite								
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	0,5	1,2
p,p'-DDD	µg/kg TS	32	10	<0,5	0,6	0,8	1,2	2,8
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Chlorbenzole								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	29	<0,5	<0,5	k.MW	0,5	0,8
Organozinnverbindungen								
Monobutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	2	<1	3,9	4,1	5,3	18,0
Dibutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	20	<1	<1	k.MW	2,2	7,9
Tributylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	13	<1	1,7	2,0	3,7	7,0
Tetrabutylzinn (OZK)	µg /kg TS	32	27	<1	<1	k.MW	2,0	3,3
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	0,4	2,2	2,3	4,1	4,5
O ₂ -Zehrung n. 180 min	g O ₂ /kg TS	5	0	0,4	0,5	0,5	0,7	0,7
umgerechnet auf < 20 µm								
Mineralölkohlenwasserstoffe <20µm								
Mineralöl	mg/kg TS	32	18	<50	<50	k.MW	174	218
Polycyclische Aromaten <20µm								
PAK Sum6 g.BG	mg/kg TS	32	0	0,2	0,5	0,6	0,8	1,4
Polychlorierte Biphenyle <20µm								
PCB 28	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	1,3	1,8
PCB 52	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	1,3
PCB 101	µg/kg TS	32	27	<0,5	<0,5	k.MW	1,5	2,4
PCB 118	µg/kg TS	32	27	<0,5	<0,5	k.MW	1,9	2,7
PCB 138	µg/kg TS	32	9	<0,5	1,5	1,6	3,3	3,9
PCB 153	µg/kg TS	32	5	<0,5	2,1	2,5	4,9	7,1
PCB 180	µg/kg TS	32	24	<0,5	<0,5	k.MW	2,1	3,2
PCB Summe7 g. BG	µg/kg TS	32	0	3,5	6,0	7,7	15,7	22,1
Hexachlorcyclohexane <20µm								
alpha-HCH	µg/kg TS	32	32	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	<0,1
gamma-HCH	µg/kg TS	32	31	<0,1	<0,1	k.MW	<0,1	0,3
DDT + Metabolite <20µm								
o,p DDE	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
p,p'-DDE	µg/kg TS	32	28	<0,5	<0,5	k.MW	1,1	2,4
o,p-DDD	µg/kg TS	32	31	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	2,0
p,p'-DDD	µg/kg TS	32	10	<0,5	1,6	1,7	3,0	5,8
o,p-DDT	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
p,p'-DDT	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Summe 6 DDX	µg/kg TS	32		<3,0	4,1	4,4	6,2	11,3
Chlorbenzole <20µm								
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	32	32	<0,5	<0,5	k.MW	<0,5	<0,5
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	32	29	<0,5	<0,5	k.MW	0,5	2,4

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

Tab A 22 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 23 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Einbringstelle E3 und Umfeld (April 2009)

April 2009 Marine Bioteste (n=34)		Leuchtbakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Gesamttoxizität Anzahl	
Einbringstelle (n=14) pT 0	PW	14	14	14	
	EL	14	14		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	
1,5-km Ring (n=5) pT 0	PW	5	5	5	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	
2-km Ring (n=5) pT 0	PW	5	5	5	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	
6-km Ring (n=5) pT 0	PW	5	5	5	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	
Referenz (n=5) pT 0	PW	5	5	5	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	

PW = Porenwasser, EL = Eluat, Leuchtbakterientest mit *Vibrio fischeri*, Algentest mit *Phaeodactylum tricornutum*

Ergebnisse des Amphipodentests nicht plausibel (s. Text Abschn. 7.2)

Mariner Amphipodentest (Anzahl n = 34)	Anzahl der Proben		
	≤ 20 % (≤ 15 %) (Prozent Hemmung)	>20 % (> 15 %) (Prozent Hemmung)	> 40 % (Prozent Hemmung)
Einbringstelle (n=14)	4 (3)	10 (11)	0
1,5-km Ring (n=5)	5 (5)	0 (0)	0
2-km Ring (n=5)	4 (2)	1 (3)	0
6-km Ring (n=5)	3 (0)	2 (5)	0
Referenz (n=5)	3 (3)	2 (2)	0

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)
 Hemmung > 15 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach Labor)

Tab A 24 Ergebnisse der ökotoxikologischen Testbatterien an Sedimenten der Einbringstelle E3 und Umfeld (Sommer 2009)

Sommer 2009 Marine Bioteste (n=30*)		Leuchtbakterientest Anzahl	Algentest Anzahl	Gesamttoxizität Anzahl	
Einbringstelle (n=10) pT 0	PW	10	9	8	
	EL	10	9		
	pT 1	PW	0	1	2
		EL	0	1	
1,5-km Ring (n=5) pT 0	PW	5	5	5	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	
2-km Ring (n=5) pT 0	PW	5	4	4	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	1	1
		EL	0	0	
6-km Ring (n=5) pT 0	PW	5	5	5	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	
Referenz (n=5) pT 0	PW	5	5	5	
	EL	5	5		
	pT 1	PW	0	0	0
		EL	0	0	

PW = Porenwasser, EL = Eluat, Leuchtbakterientest mit *Vibrio fischeri*, Algentest mit *Phaeodactylum tricornutum*

* Bei vier Proben von der Einbringstelle wurde das Ergebnis nicht gewertet, da hoher Anteil verwesender Organismen (siehe Text)

Ergebnisse des Amphipodentests nicht plausibel (s. Text Abschn. 7.2)

Mariner Amphipodentest (Anzahl n = 34)	Anzahl der Proben		
	≤ 20 % (≤ 15 %) (Prozent Hemmung)	>20 % (> 15 %) (Prozent Hemmung)	> 40 % (Prozent Hemmung)
Einbringstelle (n=14)	4 (2)	6 (8)	0
1,5-km Ring (n=5)	3 (3)	2 (2)	0
2-km Ring (n=5)	3 (0)	2 (5)	0
6-km Ring (n=5)	1 (1)	2 (2)	(2)
Referenz (n=5)	1 (0)	4 (5)	0

Hemmung > 20 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach einer Empfehlung der BfG)
 Hemmung > 15 % leicht toxisch, > 40 % toxisch (Klassifikation nach Labor)

Tab A 25 Belastung der Sedimente der Wattmessstellen Schleswig-Holsteins in 2009 (gemessen in der Fraktion < 20 µm)

Metalle (Frakt. <20µm)		Anzahl	Min	Median	Mittel	Max	Vergleich*
Arsen <20 µm	mg/kg TS	8	24	29	29	34	24/29**
Blei <20 µm	mg/kg TS	8	43	52	52	60	9-74
Cadmium <20 µm	mg/kg TS	8	0,19	0,39	0,40	0,52	0,12-0,86
Chrom <20 µm	mg/kg TS	8	47	54	65,8	93	
Kupfer <20 µm	mg/kg TS	8	16	31	30	44	14-31
Nickel <20 µm	mg/kg TS	8	28	31	34	48	34/40**
Quecksilber <20 µm	mg/kg TS	8	0,16	0,29	0,30	0,47	0,04-0,40
Zink <20 µm	mg/kg TS	8	139	190	201	354	90-250
Organische Schadstoffe (Gesamtfraktion)							
Mineralöl	mg/kg TS	8	< 50	< 50	< 50	< 50	
PAK Summe 16	mg/kg TS	8	< 0,32	< 0,32	0,340	0,495	
PCB Summe 7	mg/kg TS	8	< 3,5	< 3,5	< 3,5	3,7	
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	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
p,p'-DDE	µg/kg TS	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
o,p'-DDD	µg/kg TS	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
p,p'-DDD	µg/kg TS	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
o,p'-DDT	µg/kg TS	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
p,p'-DDT	µg/kg TS	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Pentachlorbenzol	µg/kg TS	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Hexachlorbenzol	µg/kg TS	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	
Monobutylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	1,4	2,9	
Dibutylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	1,1	1,3	
Tributylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	1,4	3,7	
Tetrabutylzinn	µg OZK/kg	8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	

* 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)

PAK-Summe 16 und PCB Summe 7 mit ganzer Bestimmungsgrenze