BfG-1691

Untersuchungen zur Dynamik von Feststoffen und feststoffgebundenen Schadstoffen für den Verbringbereich bei Elbe-km 688/690

Ergebnisse der Monitoringkampagnen vom Oktober 2008 und März 2009

Koblenz, den 27.07.2010

Auftraggeber: Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg

SAP Nr.: M39600000116, M39620100369

Der Bericht darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung
und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung der BfG.

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz
Telefon: 0261 1306-0
Telefax: 0261 1306-5302
E-mail: posteingang@bafg.de
Internet: http://www.bafg.de

Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
Moorweidenstr. 14
20148 hamburg
Telefon: 040 44110-0
Telefax: 040 44110-365
E-mail: wsa-hamburg@wsv.bund.de
Internet: http://www.wsa-hamburg.wsv.de/

Bearbeiter(Innen) in der BfG:

Federführung:	Dr. Birgit Schubert

Fachliche Bearbeitung:

Morphologie :	Dr.-Ing. Axel Winterscheid
Schadstoffe:	Dr. Carmen Pies, Dr. Birgit Schubert

Bearbeiter im WSA Hamburg:

Vorhabensbeschreibung:	Dr.-Ing. Ingo Entelmann

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung 5
2 Untersuchungsziele 6
3 Probenahmen und Untersuchungsumfang 6
4 Mengen, Korngrößenverteilung und Qualität des im Verbringbereich bei km 688/690 umgelagerten Baggergutes 9
4.1 Baggermengen und Korngrößenverteilung 10
4.1.1 Charakterisierung des Baggergutes aus den verschiedenen Baggerbereichen 12
4.1.2 Baggergut aus dem Sedimentfang vor Wedel 13
4.2 Baggergutqualität 15
4.2.1 Baggergut und Schwebstoffe bei Wedel 16
4.2.2 Sedimente aus dem Sedimentfang 16
4.2.3 Schwebstoffe bei Brunsbüttel 19
4.2.4 Zusammenfassung der Belastungssituation 20
5 Ergebnisse der Untersuchungen auf den Verbringstellen bei km 688/690 22
5.1 Morphologie 22
5.1.1 Untersuchung der Verbringstelle VS689R 22
5.1.2 Untersuchung der südlichen Verbringstellen VS690, VS690_2.1 und VS690_2.2 27
5.2 Schadstoffe 31
5.2.1 Proben aus den Verbringstellen 31
5.2.2 Proben aus dem Umfeld der Verbringstellen 32
6 Ergebnisse der Untersuchungen in den Seitenbereichen zur Ermittlung von Verdriftwegen 35
6.1 Morphologie 35
6.1.1 Auswertung der Trübungsmessungen an der Dauermessstelle LZ1 35
6.1.2 Vergleich der Kernproben stromauf- und stromabwärts der Verbringstellen im Bereich km 690 37
6.2 Schadstoffe 40
6.2.1 Zeitliche Trends in den Schadstoffbelastungen an den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel 40
6.2.2 Schadstoffbelastung im Längsverlauf der Elbe 42
6.2.3 Schadstoffbelastung der Sedimentkerne stromauf der Verbringstellen bei km 688/690 44
6.2.4 Schadstoffgehalte der Sedimentkerne im Nahfeld der Verbringstellen bei km 688/690 45
6.2.5 Schadstoffgehalte der Sedimentkerne stromab der Verbringstellen bei km 688/690 46
6.3 Vergleich der Sedimentkerne 2008/2009 46
6.4 Vergleich der Sedimentkerne 1998/2008 48
7 Zusammenfassung, Bewertung und Schlussfolgerungen 52
7.1 Fortschreibung Monitoringkonzept 58
7.2 Ausblick 59
8 Literatur 60

Anhang

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Umgelagerte Baggermengen in m³ Laderaumvolumen von 2005-2008 in den Bereichen Hetlingen bis Elbe-km 690 11

Tab. 2: Zusammenfassung der charakteristischen Eigenschaften von Baggergut aus verschiedenen Baggerbereichen – basierend auf dem BfG Bericht 1373 12

Tab. 3: Schadstoffgehalte in Sedimenten des Baggerbereiches Wedel und in Schwebstoffen an der Dauermessstelle Wedel (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) 16

Tab. 4: Schadstoffdaten (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) des Sedimentfangsaus der Nullerhebung und der Freigabeuntersuchung am 29.09.2008 18

Tab. 5: Schadstoffgehalte in Sedimenten (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) der Dauermessstation Brunsbüttel 20

Tab. 6: Feinkornanteil und Schwermetallgehalte der Sedimente (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) der Probenahmepositionen im Verbringbereich km 688/690, März 2009 33

Tab. 7: Feinkornanteil und organische Schadstoffgehalte in feinen Sedimenten (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) der Probenahmepositionen im Verbringbereich km 688/690, März 2009 34

Tab. 8: Zusammenfassung der Ergebnisse zu morphologischen Tendenzen und der Vergleichbarkeit der Schadstoffbelastung mit den typischen Belastungen an den Dauermessstellen (DMS) Wedel (repräsentativ für Wedeler Baggergut) oder Brunsbüttel 39

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lagen und Bezeichnungen der verschiedenen Verbringstellen im Elbabschnitt km 688/690 7

Abb. 2: Karte mit Stationen der Kernproben in den Seitenbereichen 8

Abb. 3: Greiferproben im Verbringbereich km 688/690, Kampagne im März 2009 9

Abb. 4: Mengen des aus verschiedenen Baggerbereichen nach km 688/690 verbrachten Baggergutes 10

Abb. 5: Beprobungspunkte und Korngrößenverteilung des Baggergutes aus dem Sedimentfang vor Wedel 14

Abb. 6: Dauermessstationen an der Tideelbe (Bunthaus, Seemannshöft und Grauerort sind Stationen der ARGE Elbe) 15

Abb. 7: Gegenüberstellung von mittleren Quecksilber-, Cadmium- und p,p'-DDD-Konzentration an den Dauermessstelle Brunsbüttel und Wedel in den Jahren 2003-2008 21

Abb. 8: Gewässertopographie im Bereich VS689R (in Abbildung bezeichnet als 690_3) und Längsprofil der Gewässersohle auf Datengrundlage der Peilung vom März 2009, Höhenbezug ist Normalhöhennull 22

Abb. 9: Sieblinie der untersuchten Sedimentproben im Bereich der VS689R 23

Abb. 10: Vergleich der Korngrößenverteilungen der Einzelprobenahmen aus dem Bereich VS689R 24

Abb. 11: Sieblinien der untersuchten Sedimentproben stromauf (schwarze Stützstellen), neben (graue Stützstellen) und stromab (weiße Stützstellen) der VS689R 25

Abb. 12: Sieblinien der untersuchten Sedimentproben im Bereich der südlichen Verbringstellen VS690, VS690_2.1 und VS690_2.2 28

Abb. 13: Gemeinsame Darstellung der im Sedimentkataster registrierten Probenahme-stellen zusammen mit den im März 2009 entnommenen Greiferproben 29

Abb. 14: Sieblinien der untersuchten Sedimentproben im Bereich des südlichen Ufers 31

Abb. 15: Auswertung der Trübungsmessungen an Dauermessstelle LZ1 (km 693,6) während Umlagerung an VS689R von Baggergut aus dem Sedimentfang vor Wedel 35

Abb. 16: Auswertung Trübungsmessungen an Dauermessstelle LZ1 (km 693,6) während einer umlagerungsfreien Zeit an VS689R 36

Abb. 17: Kornverteilung in unterschiedlichen Schichttiefen an der Probenahmeposition Nordkehdinger Watt, Buhne 25-27, Kern 20, Vergleich der Kernproben aus Oktober 2008 und März 2009 37

Abb. 18: Kornverteilung in unterschiedlichen Schichttiefen an der Probenahmeposition Brunsbüttel Kraftwerk, Kern 21, Vergleich der Kernproben aus Oktober 2008 und März 2009 38

Abb. 19: Trend der Cadmiumgehalte an den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel 41

Abb. 20: Längsverlauf der Cadmiumgehalte, gemessen in der Fraktion <20 µm, vom Nordkehdinger Watt (K1) bis Glückstadt (K13) mit Tiefenverteilung, Probenahmekampagne vom Oktober 2008 42

Abb. 21: Längsverlauf der Hexachlorbenzolgehalte, normiert auf die Fraktion <63 µm vom Nordkehdinger Watt (K1) bis Glückstadt (K13) mit Tiefenverteilung, Probenahmekampagne vom Oktober 2008 43

Abb. 22: Tiefenverteilung von Cadmium (Cd), Zink (Zn) und Quecksilber (Hg) in Kern 14 (km 677) an der südlichen Störmündung. 44

Abb. 23: Tiefenverteilung von Cadmium (Cd), Zink (Zn) und Quecksilber (Hg) in Kern 23 (km 683,7) Brokdorf. 45

Abb. 24: Vergleich der Schwermetalle der Sedimente aus den Kernen 17 (km 681, Allwördener Außendeich) von 2009 und 2008 47

Abb. 25: Karte der Probenahmepunkte der Kerne 1, 2 und 4 von 1998, 2008 und 2009 48

Abb. 26: Vergleich Cadmiumgehalte in den Kernen von 1998 und vom Oktober 2008 an der Position K2 49

Abb. 27: Vergleich Cadmiumgehalte in den Kernen von 1998 und vom Oktober 2008 an der Position K4 50

Abb. 28: a) Probenahme 1998 auf dem Watt, b) Probenahme 2008 mit Vibrocorer vom Schiff 50

Abb. 29: Bewertung der Schadstoffniveaus in der obersten 5cm Schicht der im Oktober 2008 genommenen Sedimentkerne 55

Abb. 30: Bewertung der Schadstoffniveaus in der Schicht 5 – 10 cm der im Oktober 2008 genommenen Sedimentkerne 55

Abb. 31: Bewertung der Schadstoffniveaus in der obersten 5cm Schicht der im März 2009 genommenen Sedimentkerne 56

Abb. 32: Bewertung der Schadstoffniveaus in der Schicht 5 – 10 cm der im Oktober 2008 genommenen Sedimentkerne. 56

Abb. 33: Bewertung der Schadstoffbelastung an Probenahmepositionen im Verbringbereich bei km 690 57

1 Veranlassung

Die Sedimentdynamik der Tideelbe erfordert regelmäßige Unterhaltungsbaggerungen, um die planmäßig festgestellte Fahrwassertiefe aufrecht zu erhalten. Seit dem Jahr 2000 ist es im Vergleich zur Vergangenheit im Zuständigkeitsbereich des WSA Hamburg zu einer Verschiebung der Baggerschwerpunkte stromaufwärts in den Bereich Wedel gekommen. Gleichzeitig stiegen die Baggermengen im Zuständigkeitsbereich der Hamburg Port Authority (HPA) (Delegationsstrecke und Hamburger Hafen).

Es wird nach derzeitigem Kenntnisstand angenommen, dass im Abschnitt von Glückstadt/ Störbogen bis zum Hamburger Hafen aufgrund von überwiegender Flutstromdominanz Stromauftransporte vorherrschen. Zugleich wurde in der Vergangenheit Baggergut aus dem Baggerbereich Wedel bevorzugt auf die nahe gelegenen Verbringstellen Hetlingen, Lühebogen und Pagensand sowie Baggergut aus dem Bereich der Delegationsstrecke auf die Verbringstelle Neßsand umgelagert. Es wird vermutet, dass das Zusammenwirken der Faktoren Flutstromdominanz und Baggergutverbringung in diesem Bereich einen Sediment- und Baggerkreislauf bewirkt hat, in dem die Ursache sowohl für die Verschiebung der Baggerschwerpunkte als auch für die Zunahme der Baggergutmengen gesehen wird.

Daher wurde die Umlagerungsstrategie der WSV im Jahr 2006 geändert. Ziel dieser Änderung ist das Durchbrechen von Sedimentkreisläufen. Dazu lagert die WSV Baggergut, überwiegend aus dem Baggerbereich Wedel, nun stromab von Glückstadt/Störbogen in ebbstromdominierte Bereiche, derzeit schwerpunktmäßig bei km 688/690 um. Auf diese Weise soll der Stromauftransport des verbrachten Baggergutes verhindert bzw. reduziert werden. Mit dem gleichen Ziel verbringt HPA seit Oktober 2005 ein Teil des Baggergutes aus dem Hamburger Hafen an die Tonne E3 in der Nordsee. WSV-seitig wurden in der „BfG-Systemstudie“ zum Umgang mit Wedeler Baggergut Prognosen u.a. für die mit der geänderten Umlagerungsstrategie verbundenen ökologischen Auswirkungen untersucht (BfG, 2008a).

In der Vergangenheit wurde an km 688/690 vorrangig Baggergut aus nahe gelegenen Baggerabschnitten verbracht, welches eine ähnliche Schadstoffbelastung wie die hier bereits anstehenden Sedimenten der Gewässersohle hatte. Bei einer Verdriftung der Feinanteile, die überwiegend die Schadstoffe tragen, in strömungsberuhigte Bereiche (u. U. Seitenbereiche) war keine Auswirkung auf das Belastungsniveau zu erwarten. Aufgrund der seit dem Jahr 2006 geänderten Umlagerungsstrategie wird nun mehr und zugleich höher belastetes Unterhaltungsbaggergut aus dem Baggerabschnitt Wedel bei km 688/690 verbracht. Ebenfalls wird seit 2008 Baggergut aus dem im Rahmen des Strombau- und Sedimentmanagementkonzept der WSV und der HPA errichteten Sedimentfang bei Wedel in den Bereich bei km 688/690 umgelagert (HPA et al. 2008). Im Zuge der weiteren Fahrrinnenanpassung wird seitens des WSA Hamburg mit einer Zunahme der in diesem Bereich zu verbringenden Baggergutmenge um ca. 0,9 Mio. m³ auf ca. 5 bis 5,5 Mio. m³ jährlich gerechnet.

Mit Schreiben vom 19.11.2008 beauftragte das WSA Hamburg die BfG mit der Durchführung eines Monitorings zur Untersuchung der Dynamik der Feststoffe und des feststoffgebundenen Schadstofftransports im Bereich der Baggergutverbringstellen bei Elbe-km 688/690.

2 Untersuchungsziele

Die „BfG-Systemstudie“ (BfG, 2008a) hatte zum Ziel, „Umlagerungsstrategien auf einer die ganze Tideelbe einschließenden Grundlage vergleichend zu bewerten“. Hierbei wurden ökologische Auswirkungen der Umlagerung von Wedeler Baggergut in vier verschiedene Bereiche der Tideelbe abgeschätzt. Das Schadstoffmonitoring 688/690 schließt unmittelbar an die Betrachtungen der Systemstudie an. Das Monitoring ist als ein maßnahmenbezogenes Monitoring zur geänderten Umlagerungstrategie zu verstehen und soll außerdem dazu dienen, grundlegende Datensätze, z.B. aus der Systemstudie, zu ergänzen. Die ehemaligen Verbringbereiche Amtsgrenze (AG) und Scheelenkuhlen (SK) sind nicht Untersuchungsgegenstand des Monitorings, da sie in 2008 nur noch zu einem geringen Anteil und seit 2009 gar nicht mehr mit Baggergut beaufschlagt werden.

Ziel des Monitorings ist es, das Verständnis der Sedimentdynamik im gesamten Bereich der Verbringstellen zu verbessern. Es soll überwacht werden, ob die vermehrte Umlagerung Wedeler Baggergutes eine maßnahmebedingte Erhöhung der Schadstoffbelastung in Sedimenten der Seitenbereiche stromab bzw. stromauf des Verbringbereichs verursacht. Vorrangig ist zunächst eine Untersuchung zu den Verdriftungswegen des umgelagerten Baggergutes.

Im Rahmen des Monitorings werden Sedimentproben im Bereich Osterriff bis Rhinplate genommen und auf morphologische Veränderungen (Deposition, Erosion und Veränderung der Sedimentzusammensetzung) sowie Schadstoffbelastungen untersucht. Die erhobenen Analysedaten finden gleichzeitig im Rahmen einer parallel beauftragten Untersuchung nach den „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern“ (GÜBAK) (Anonymus 2009) für den Verbringbereich 686/690 Verwendung.

3 Probenahmen und Untersuchungsumfang

Das Monitoringprogramm sieht eine Beprobung der Verbringstellen 690, 690_2.1, 690_2.2 und VS689R (auch als 690_3 bezeichnet) im Bereich km 688/690 sowie eine Beprobung der Seitenbereiche von km 676 bei Glückstadt (Rhinplate) bis km 704 bei Cuxhaven (Osteriff) vor. Bisher wurden dazu in drei Kampagnen Sedimentproben zur Untersuchung morphologischer Entwicklungen, der Schadstoffbelastung der Sohlsedimente und der Verdriftwege von Baggergut genommen und analysiert. In Abb. 1 ist die Lage und die Bezeichnung aller Verbringstellen im untersuchten Elbeabschnitt dargestellt.

Letzte Untersuchungen der ehemaligen Verbringstellen AG1-3 (Amtsgrenze) und SK1-5 (Scheelenkuhlen) sowie der Verbringstelle 690 wurden für den BfG-Bericht Nr. 1373 (Dezember 2006) durchgeführt. Bis 2005 wurde an den Verbringstellen AG1-3 Baggergut aus dem Baggerbereich Rhinplate umgelagert. Bei den damals im Verbringbereich beprobten Sohlsedimenten handelte es sich um eng gestufte Mittelsande. Auf SK1-5 wurde hauptsächlich Baggergut aus der letzten Fahrrinnenanpassung verbracht, auf die Verbringstelle 690 bis 2005 Baggergut aus den Baggerbereichen Brunsbüttel und Osteriff. Das hier zuletzt im Jahr 2000 beprobte Sohlsediment zeigt Mittelsande mit geringen Anteilen von Feinsand und Grobsand.

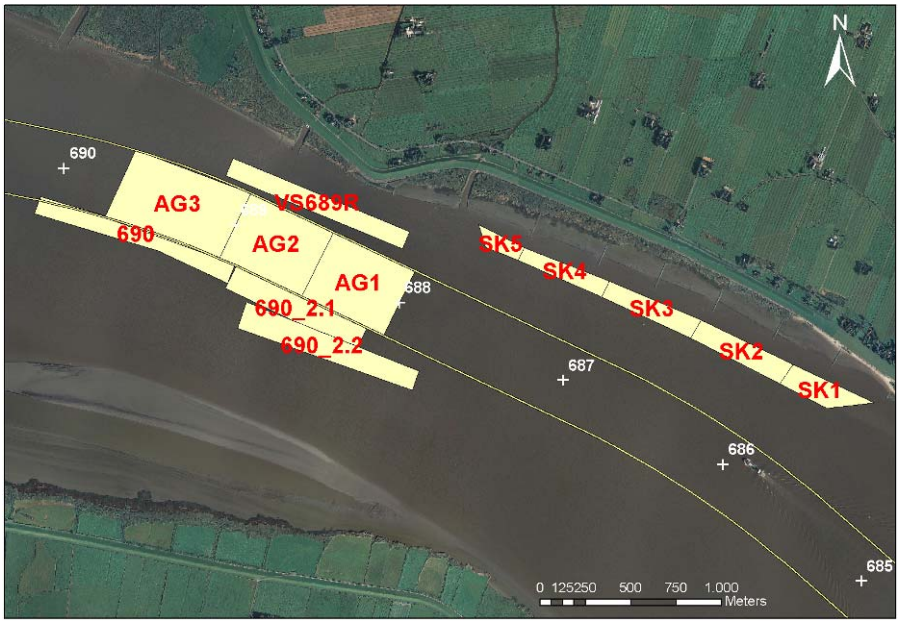


Abb. 1: Lagen und Bezeichnungen der verschiedenen Verbringstellen im Elbabschnitt km 688/690

Für die Erstellung dieses Berichts wurde im März 2009 (24.03.-26.03.) der Verbringbereich bei km 688/690 mittels van-Veen-Greifer an insgesamt 21 Stationen beprobt (siehe Abb. 3). Die Greiferproben repräsentieren nur die oberflächennahen Sedimentverhältnisse. Aufgrund des verwendeten Greifertyps wurde bei dieser Probenahme eine Eindringtiefe des Greifers von ca. 20 cm bis 30 cm erreicht. Weiterhin haben das WSA Hamburg und die BfG im Oktober (29.10.-30.10.) 2008 und im März (09.03.-11.03.) 2009 mittels Vibrocorer (siehe Abb. 28b, S. 50) Sedimentkerne an insgesamt 12 bzw. 14 Stationen (Abb. 2) in den Seitenbereichen stromauf und stromab des untersuchten Verbringbereichs entnommen. Die Sedimentkerne hatten eine maximale Länge von 120 cm. Für die weitere Analyse wurden die Sedimentkerne in Schichten aufgeteilt. Die obersten 10 cm des Sedimentkerns wurden in 2 cm Schichten aufgeteilt und die nachfolgende Länge in 5 cm, 10 cm bzw. 15 cm dicke Schichten. Anhang 1 zeigt die Aufteilung der Kerne mit den jeweiligen Koordinaten der Probenahmepositionen.

Die Kernproben vom Oktober 2008 wurden in ihrer gesamten Länge untersucht. Von den Proben aus dem März 2009 wurden zunächst die obersten 40 cm analysiert. Der Untersuchungsumfang der Sedimentproben (Kerne + Greifer) umfasste folgende Parameter:

- Korngrößenverteilung
- Organischer Kohlenstoffgehalt (TOC)
- Schwermetalle und Arsen
- Organische Schadstoffe und Organozinnverbindungen.

Aufgrund der geringen Feinanteile in den Greiferproben von der Verbringstelle wurde auf die Analyse der organischen Schadstoffe und Organozinnverbindungen verzichtet. In diesen sandigen Proben sind keine Ergebnisse größer der Bestimmungsgrenze zu erwarten.

Schwermetalle und die hier untersuchten organischen Schadstoffe reichern sich bevorzugt in der Feinkornfraktion < 20 µm von Sedimenten und Schwebstoffen an. Schadstoffgehalte in Gesamtproben, d.h. in der Fraktion < 2 mm, werden daher deutlich vom Feinkornanteil beeinflusst. Dieser kann durch unterschiedliche Strömungsbedingungen und je nach Probenahmeort und -stelle variieren. So kann ein Gewässerabschnitt, der einheitlich mit

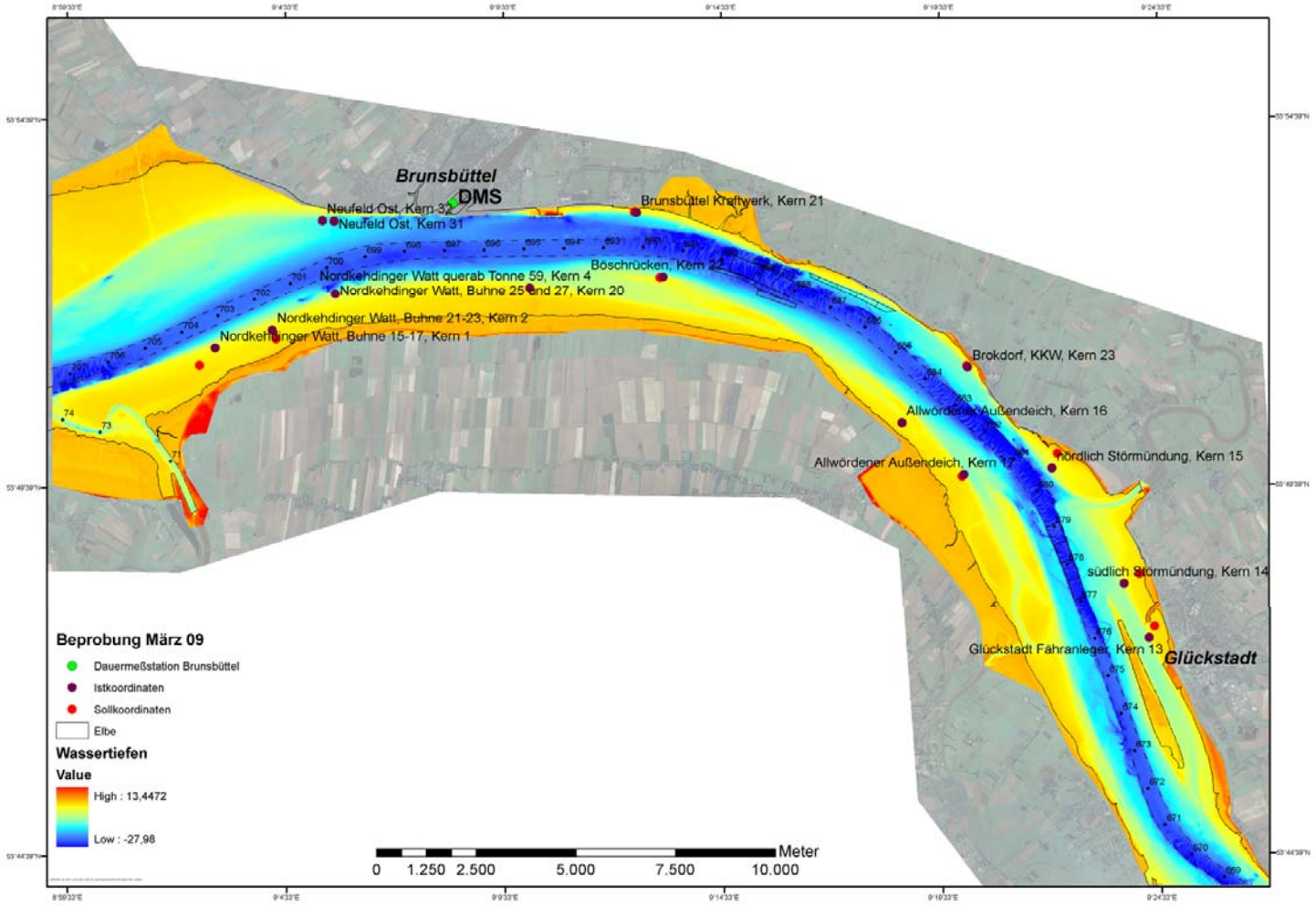


Abb. 2: Karte mit Stationen der Kernproben in den Seitenbereichen
Soll-Koordinaten entsprechen Kampagne vom Oktober 2008, Ist-Koordinaten entsprechen der Kampagne vom März 2009

Schadstoffen belastet ist, durch die Messung der Schadstoffgehalte in Gesamtproben nur aufgrund unterschiedlicher Anteile unbelasteten sandigen Materials stark schwanken. Deshalb wurden die Schwermetalle zur Korrektur des Korngrößeneffektes in der abgetrennten Feinkornfraktion < 20 µm analysiert und bewertet. Die in der Fraktion < 2 mm gemessenen Gehalte der organischen Schadstoffe wurden entsprechend auf die Fraktion < 20 µm normiert, sofern der Anteil < 20 µm > 10 % betrug. Bei einem Anteil < 10 % wurde auf die Fraktion < 63 µm normiert. Lagen die Gehalte unter der Bestimmungsgrenze, wurde die halbe Bestimmungsgrenze als Konzentration für weitere Berechnungen verwendet.

Die Untersuchungen der Schadstoffe und Korngrößen wurden vom Rahmenvertragslabor der BfG (Gesellschaft für Bioanalytik Hamburg mbH (GBA), Pinneberg) durchgeführt. An der BfG wurden ausgewählte Proben zur Qualitätssicherung und ein Großteil der Proben auf Schwermetalle und einige der Proben auf organische Schadstoffe untersucht.

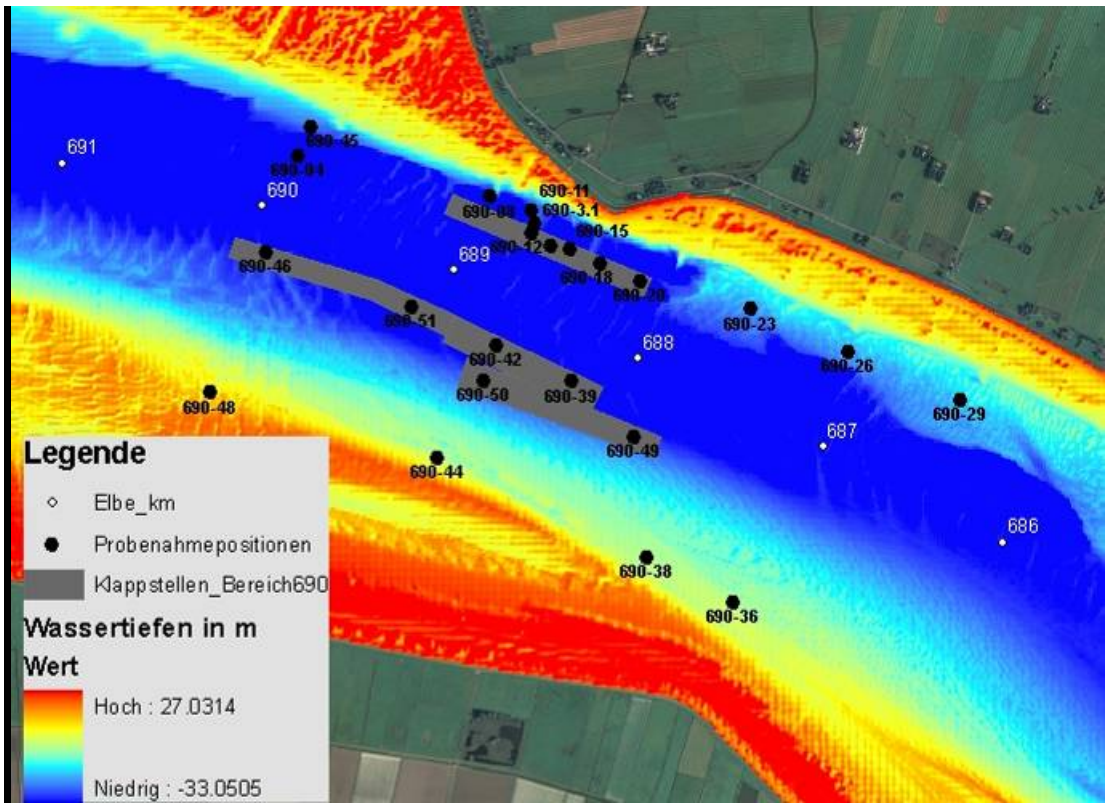


Abb. 3: Greiferproben im Verbringbereich km 688/690, Kampagne im März 2009

4 Mengen, Korngrößenverteilung und Qualität des im Verbringbereich bei km 688/690 umgelagerten Baggergutes

Auf die zu untersuchenden Verbringstellen bei km 688/690 wird gegenwärtig Baggergut sowohl durch die WSÄ Hamburg und Cuxhaven als auch durch die Hamburg Port Authority (HPA) umgelagert. Hauptursprung des derzeitigen Baggergutes ist der Baggerbereich Wedel. Weiteres Unterhaltungsbaggergut stammt auch aus anderen Baggerbereichen, jedoch in weitaus geringeren Mengen.

4.1 Baggermengen und Korngrößenverteilung

Die ursprüngliche Verbringstelle 690 liegt im Amtsbereich Cuxhaven südlich der Fahrrinne bei km 690. Sie wurde von 2001 bis 2005 mit Baggergut aus den Baggerbereichen Brunsbüttel, Osteriff, Altenbruch, Medemgrund und Östliche Mittelrinne beaufschlagt. Dabei stammten die größten Mengen aus Brunsbüttel (Tab. 1, Abb. 3). Zu Elbe-km 690 verbrachte Sedimente aus seewärts von Brunsbüttel gelegenen Baggerbereichen sind aufgrund geringer Sedimentmengen und/oder Schadstoffgehalte nicht in Tab. 1 und Abb. 4 dargestellt.

Seit der Änderung der Umlagerungsstrategie im Jahr 2006 wurden auf die Verbringstelle 690 zunehmend größere Mengen und höher schadstoffbelastetes Baggergut aus dem Baggerbereich Wedel verbracht. Das aus Wedel stammende Baggergut wurde bis 2005 weiter stromauf an den Verbringstellen Lühebogen, Hetlingen und Pagensand umgelagert (Tab. 1). Anschließend erfolgte zunächst eine Umlagerung im Bereich des Störbogens. Aus dem Baggerbereich Brunsbüttel wurde ab 2006 weniger Baggergut auf der Verbringstelle 690 umgelagert. Eine Übersicht über die Entwicklung der auf die Verbringstellen im Bereich km 688/690 verbrachten Baggergutmengen ist in der nachfolgenden Tab. 1 bzw. in Abb. 4 gegeben.

Aufgrund von starken Auflandungen auf der Verbringstelle 690 wurde diese im Frühjahr 2008 nach Osten in den Amtsbereich Hamburg verlegt und mit 690_2 bzw. später mit 690_2.1 bezeichnet. Sedimenteintreibungen in den Fahrrinnenbereich machten eine weitere Verlegung der Verbringstelle weg vom Tonnenstrich nach Süden erforderlich und es wurde dort die Verbringstelle 690_2.2 eingerichtet. Außerdem wurde ab Oktober 2008 eine am nördlichen Fahrrinnenrand nahe der Amtsgrenze zwischen WSA Hamburg und WSA Cuxhaven gelegene Verbringstelle eingerichtet (690_3 bzw. VS689R) Abb. 13, S. 29. Sie beginnt bei km 688,11 und endet bei km 689,17.

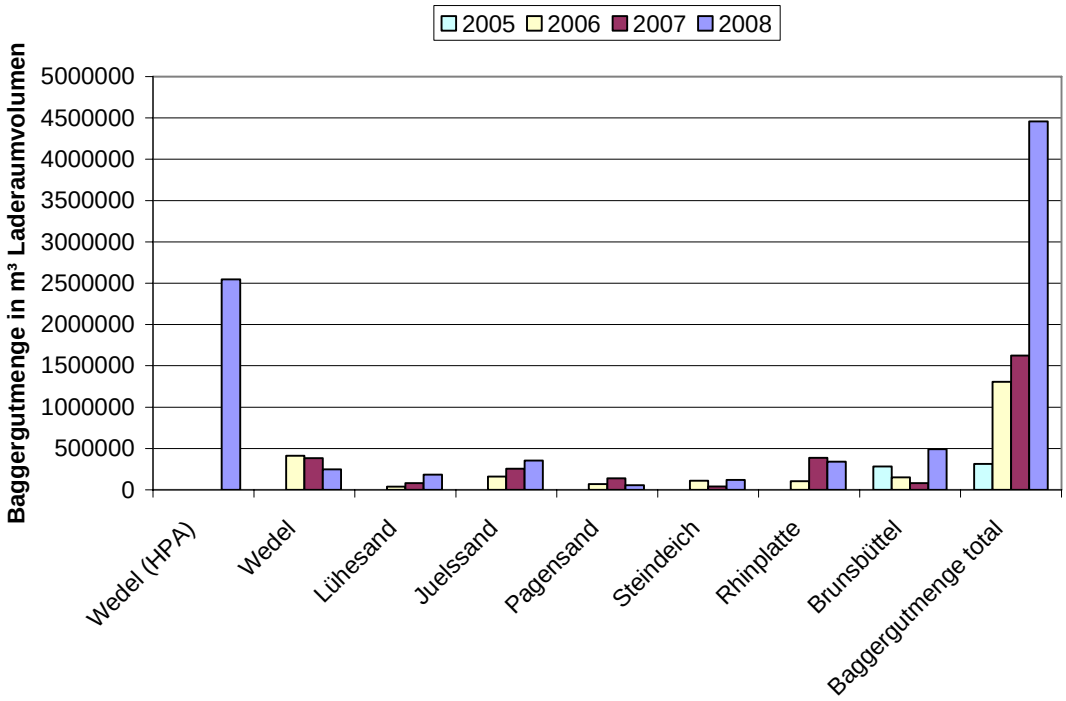


Abb. 4: Mengen des aus verschiedenen Baggerbereichen nach km 688/690 verbrachten Baggergutes Erst ab dem Jahr 2006 wurde Material aus weit stromauf liegenden Baggerbereichen des Amtsbereiches Hamburg umgelagert. Die Baggergutmengen von 2008 verteilen sich auf die Verbringstellen 690, 690_2.1, 690_2.2 und 690_3 bzw. VS689R.

Tab. 1: Umgelagerte Baggermengen in m³ Laderaumvolumen von 2005-2008 in den Bereichen Hetlingen bis Elbe-km 690

Bagger-bereiche	Elbe-Km/ Verbringsstelle	Hetlingen	Lühebogen	Pagensand	Störbogen	AG 1-3	690	690_2.1	690_2.2	689R= 690_3	Summe 688-690
2005											
HPA		0	0	0	0	0	0				
Wedel	638,9-644,0	137.675	1.430	461.996	0	0	0				
Wedeler Au	643,0-645,0	240.404	0	871.730	0	0	0				
Lühesand	644,0-649,5	51.507	0	367.614	0	0	0				
Juelssand	649,5-654,5	58.146	0	311.505	0	0	0				
Stadersand	654,0-658,0	0	0	32.842	0	0	0				
Pagensand	659,0-664,5	30.772	0	438.705	8.219	5.412	0				
Steindeich	664,0-669,0	5.005	0	154.532	38.512	28.492	0				
Rhinplate	669,0-676,0	0	0	186.292	97.486	85.525	0				
Freib./Wischh.	676,0-689,7	0	0	1.203	2.576	293.405	0				
Brunsbüttel	689,8-698,5	0	0	0	0	39.189	281.775				
Summe		**523.509**	**1.430**	**2.826.419**	**146.793**	**452.023**	**281.775**				
2006											
HPA		0	0	0	0	0	0				
Wedel	638,9-644,0	192.218	132.785	225.899	556.708	203.325	410.978				
Lühesand	644,0-649,5	28.371	2.751	73.041	128.309	24.885	36.358				
Juelssand	649,5-654,5	29.073	2.095	198.744	171.394	45.824	159.043				
Stadersand	654,0-658,0	0	0	34.865	69.279	81.207	2.678				
Pagensand	659,0-664,5	0	0	21.754	133.452	134.240	69.744				
Steindeich	664,0-669,0	0	5.440	11.239	30.458	2.694	110.017				
Rhinplate	669,0-676,0	0	0	3.840	15.843	108.830	104.049				
Freib./Wischh.	676,0-689,7	0	0	0	233	108.540	175.284				
Brunsbüttel	689,8-698,5	0	0	0	0	9.497	151.255				
Summe		**249.662**	**143.071**	**569.382**	**1.105.676**	**719.042**	**1.219.406**				
2007											
HPA		0	0	0	0	0	0				
Wedel	638,9-644,0	28.629	0	395.256	687.774	2.958	384.178				
Lühesand	644,0-649,5	0	0	47.754	104.891	0	81.792				
Juelssand	649,5-654,5	2.656	0	144.668	318.618	0	255.967				
Stadersand	654,0-658,0	0	0	0	0	0	64.846				
Pagensand	659,0-664,5	0	0	2.613	11.473	0	137.987				
Steindeich	664,0-669,0	0	0	2.678	0	0	40.468				
Rhinplate	669,0-676,0	0	0	0	48.493	0	386.217				
Freib./Wischh.	676,0-689,7	0	0	0	0	0	66.207				
Brunsbüttel	689,8-698,5	0	0	0	0	0	80.504				
Summe		**31.285**	**0**	**592.969**	**1.171.249**	**2.958**	**1.498.166**				
2008											
HPA		0	0	0	0	0	0	0	1.571.631	975.993	2.547.624
Wedel	638,9-644,0	0	0	2.388	179.099	8.550	47.017	156.992	42.593	0	246.602
Lühesand	644,0-649,5	0	0	19.314	36.062	4.942	75.111	68.483	38.723	0	182.317
Juelssand	649,5-654,5	0	0	0	55.497	58.165	0	316.322	37.549	0	353.871
Stadersand	654,0-658,0	0	0	0	0	38.294	0	0	0	0	0
Pagensand	659,0-664,5	0	0	0	0	209.672	0	0	54.194	0	54.194
Steindeich	664,0-669,0	0	0	0	0	44.790	0	120.448	0	0	120.448
Rhinplate	669,0-676,0	0	0	0	0	0	205.199	47.753	87.548	0	340.500
Freib./Wischh.	676,0-689,7	0	0	0	0	0	0	0	69.252	0	69.252
Brunsbüttel	689,8-698,5	0	0	0	0	0	490.001	0	0	0	490.001
Summe		**0**	**0**	**21.702**	**270.658**	**364.413**	**817.328**	**709.998**	**1.901.490**	**975.993**	**4.404.809**

In der ersten Jahreshälfte 2009 zeigten Peilungen auch an den südlichen Verbringstellen 690_2.1 und 690_2.2 starke Auflandungen. Es wurde beschlossen, beide Verbringstellen vorübergehend zu sperren und ab April 2009 nur noch auf die neu eingerichtete Verbringstelle VS689R umzulagern. Die HPA hat seit dem Jahr 2008 auf die Verbringstellen 690_2 bzw. VS689R ein zusätzliches Laderaumvolumen von 2,5 Mio. m³ Baggergut aus der Herstellung und der ersten Unterhaltung eines Sedimentfangs bei Wedel verbracht (BfG 2009). Wie schon in Tab. 1 und in Abb. 4 dargestellt, stiegen damit insgesamt die im Verbringbereich Elbe-km 688/690 verbrachten Baggermengen im Zeitraum von 2006-2008 im Vergleich zur Vergangenheit, d.h. vor 2006, deutlich an.

Einen besonderen Schwerpunkt bei den Untersuchungen, die diesem Bericht zugrunde liegen, wird auf die VS689R gelegt. Es ist geplant, in Zukunft jährlich bis zu 5,5 Mio. m³ Baggergut hierher zu verbringen. Für die Auswertung der Sedimentproben, welche im Verbringbereichs bei km 688/690 im Oktober 2008 sowie im März 2009 genommen wurden, sind die Eigenschaften des Baggergutes aus dem Sedimentfang vor Wedel von besonderer Bedeutung. Sie werden deshalb in Kap. 4.1.2 gesondert dargestellt.

4.1.1 Charakterisierung des Baggergutes aus den verschiedenen Baggerbereichen

Es werden in der folgenden Zusammenstellung (Tab. 2) nur die Baggerschwerpunkte des Jahres 2008 sowie des 1. Quartals des Jahres 2009 betrachtet, da diese für die Bewertung der Monitoringergebnisse von Bedeutung sind. Auf den untersuchten Verbringbereich ist Baggergut aus fast allen Baggerabschnitten der Tideelbe verbracht worden. Als Baggerschwerpunkt werden solche Bereiche bezeichnet, aus denen im oben genannten Referenzzeitraum mehr als 100.000 m³ Baggergut umgelagert worden sind.

Tab. 2 fasst den Ist-Zustand der Sedimente über alle Baggerbereiche der Tideelbe zusammen, welche zuletzt im Jahre 2006 vollständig im Rahmen einer HABAK/HABAB Untersuchung (BfG 2006) und auf Grundlage von Sedimentproben aus den Jahren 2002 und 2005 beschrieben wurden. Der hier vorliegende Bericht übernimmt die damaligen Ergebnisse.

Tab. 2: Zusammenfassung der charakteristischen Eigenschaften von Baggergut aus verschiedenen Baggerbereichen – basierend auf dem BfG Bericht 1373

Baggerbereich	**km**	**Beschreibung Baggergut (aus BfG-1373)**	**Kommentar**
Wedel	643-644	1) Bereich Wedeler Au: Baggergut besteht überwiegend aus Sand, schlickigem Sand und Schlick (im Maßnahmenbereich des heutigen Sedimentfangs)	In BfG-1373 Baggerabschnitte Wedeler Au (km 643-645) &
Lühesand	644-649,5	2) Bereich Lühesand: sehr homogene Mittelsande mit Anteilen von Feinsand, Grobsand und geringen Kiesanteilen	Lühesand (km 645-652)
Juelssand	649,5-654,5	1) Bereich Lühesand: siehe Zeile zuvor! 2) Bereich Juelssand: Sedimente überwiegend Schluff mit geringem Feinsandanteil, an zwei Probenahmestellen schluffiger Sand	In BfG-1373 Baggerabschnitte Lühesand (km 645-652) & Juelssand (km 652-654)
Pagensand	659-664,5	Überwiegend enggestufte Fein- und Mittelsande, nur am rechten Fahrwasserrand feinsandiger Schlick	

Baggerbereich	km	Beschreibung Baggergut (aus BfG-1373)	Kommentar
Steindeich	664,5-670		Nicht in BfG-1373 erfasst, da damals kein Baggerschwerpunkt
Rhinplate	670-676	Inhomogene Sedimentzusammensetzung in der Fläche: Bereiche mit Mittelsanden, Schluffen und Feinsanden sowie eng gestuften Fein- und Mittelsanden ohne Schlick	
Brunsbüttel	689,8-698,5	Überwiegend sandiges Baggergut, teilweise schluffig	

Im Vergleich zu den übrigen Baggerbereichen besitzen das Wedeler und Juelssander Baggergut die größten Feinkornanteile. Die im Maßnahmengebiet des Sedimentfangs vor Wedel beprobten Sedimente weisen alle einen nur sehr geringen Anteil an Mittelsanden bzw. noch gröberen Fraktionen auf. Das Baggergut in den übrigen Baggerbereichen weist im Durchschnitt höhere Sandanteile auf.

4.1.2 Baggergut aus dem Sedimentfang vor Wedel

Für das Baggergut aus dem Herkunftsschwerpunkt Wedel liegen aktuelle und sehr umfassende Beprobungsergebnisse vor (siehe BfG 2009)[1]. Vor der erstmaligen Herstellung im Jahr 2008 und jeder weiteren Unterhaltung des Sedimentfangs wurde und wird das Baggergut über die gesamte Schnitttiefe untersucht. Diese Untersuchungen sind Bestandteil eines weiter gefassten Monitoringprogramms zur Überwachung der Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel und bilden eine wichtige Datengrundlage für den vorliegenden Bericht. Das Monitoring wird durch die HPA durchgeführt. Die BfG ist durch die HPA beauftragt, die Monitoringdaten auszuwerten.

Bei der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs in den Monaten Mai und Juni 2008 wurde aus dem Bereich zwischen km 643,8 (Nordseite) bzw. km 643,2 (Südseite) und km 641,8 (Ostseite) insgesamt ein Laderaumvolumen von 1.235.000 m³ an schlickigem Baggergut auf die südlichen Verbringstellen 690 und 690_2.1 verbracht. Das sandige Baggergut wurde stromab von km 730 auf dortige Verbringstellen umgelagert. Bei der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs vom 22.10.2008 bis zum 23.11.2008 wurde in 99 Baggerumläufen ein Gesamtladeraumvolumen von 976.000 m³ (bzw. 548.900 t Feststoff) an schlickigem Baggergut an die neu angelegte VS689R verbracht. **Es wurde bis zum Zeitpunkt der Beprobung der VS689R durch die BfG im März 2009 kein weiteres Baggergut aus anderen Baggerbereichen der Tideelbe auf diese neu eingerichtete Verbringstelle umgelagert. Die Ergebnisse der Beprobung auf VS689R zeigen demnach nur die Einflüsse durch die Verbringung des Baggergutes aus der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs hierher.**

[1] http://www.tideelbe.de/167-0-Sedimentfang.html
http://www.portal-tideelbe.de/Projekte/StromundSediTideelbe/SedWedel/index.html

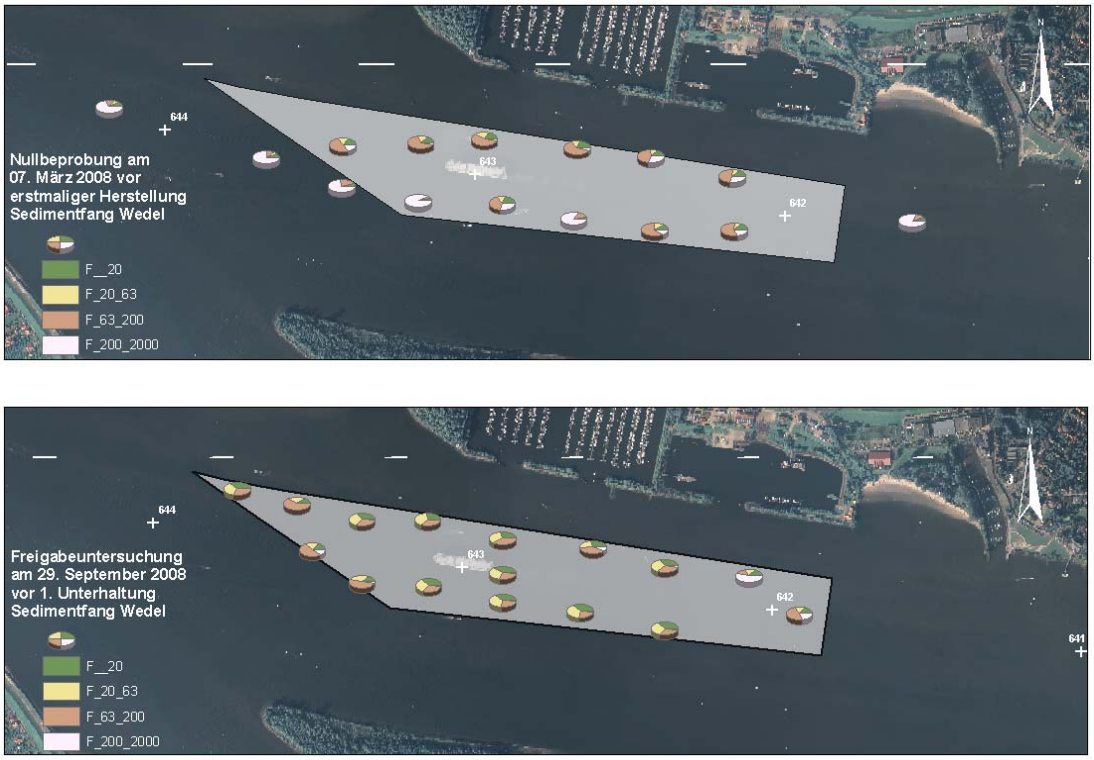


Abb. 5: Beprobungspunkte und Korngrößenverteilung des Baggergutes aus dem Sedimentfang vor Wedel
Feinkörniges Material wurde auf den Verbringstellen bei km 688/690 umgelagert (F_20 = Fraktionen Ton, Fein- und Mittelschluff, F_20_63 = Fraktion Grobschluff, F_63_200 = Fraktion Feinsand, F_200_2k = Fraktion Mittel- und Grobsand)

Des Weiteren ist das Baggergut aus dem Sedimentfang repräsentativ für das übrige Unterhaltungsbaggergut aus dem Bereich Wedel, welches in den Jahren 2008 und 2009 durch die WSV zur Sicherung der Fahrwassertiefe auf die südlichen Verbringstellen 690, 690_2.1 und 690_2.2 verbracht worden ist.

Am 7. März 2008 wurde vor der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs das Baggergut über die gesamte Schnitttiefe an 11 Positionen innerhalb des Sedimentfangs untersucht (Nullbeprobung). Die Ergebnisse der Korngrößenanalyse sind im oberen Teil der Abb. 5 dargestellt. Auf der Nordseite des Sedimentfangs wurden schluffig-feinsandige Sedimentablagerungen angetroffen. Auf der Südseite war der Sandanteil der Sedimentablagerungen höher als auf der Nordseite. Die anstehende Gewässersohle auf der Südseite setzte sich vorwiegend aus Mittelsanden, teilweise mit grobsandigen und kiesigen Anteilen zusammen. Aus technischen Gründen war die Entnahme von Proben aus dieser Gewässersohle auf der Nordseite nicht möglich (BfG 2009).

Am 29. September 2008 wurde das Baggergut erneut an 16 Positionen innerhalb des Sedimentfangs untersucht (Abb. 5, untere Darstellung), diesmal zur Erteilung der Freigabe der ersten Unterhaltung des Sedimentfangs. Die beiden östlichen Proben repräsentieren kein Baggergut, da in diesem Bereich bei der anstehenden Kampagne nicht gebaggert worden ist. Die anderen Proben zeigen für das bei VS689R umgelagerte Baggergut einen nur sehr geringen Massenanteil der Fraktionen Mittel- und Grobsand. Das Baggergut setzt sich im Mittel über alle Proben aus etwa gleichen Anteilen Feinsand und Schluff zusammen. Im Vergleich zur Nullbeprobung ist das Baggergut deutlich feinkörniger.

4.2 Baggergutqualität

Die BfG betreibt Dauermessstellen für das Schadstoffmonitoring bei Wedel [km 642], Bützfleth [km 657,5], Brunsbüttel [km 696,3] und Cuxhaven [km 726,5], an denen dauerhaft Schwebstoffe und Sedimente auf Schadstoffgehalte untersucht werden (BfG 2008b). Eine weitere Dauermessstelle wird durch die ARGE Elbe bei Grauerort [km 660,5] (www.arge-elbe.de) betrieben (Abb. 6). Die gemessenen Schadstoffgehalte können als repräsentativ für die Belastung des Unterhaltungsbaggergutes in den jeweiligen Elbeabschnitten angesehen werden, da bei den regelmäßigen Unterhaltungsarbeiten frisch abgelagerte Sedimente gebaggert werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse für die Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel ausführlich beschrieben, da diese die Schadstoffbelastung des Baggergutes aus den Baggerbereichen Wedel inklusive Sedimentfang sowie die allgemeine Belastung im Elbeabschnitt der Verbringstellen bei Brunsbüttel widerspiegeln. Vor allem wird die zeitliche Entwicklung der Schadstoffbelastung und Korngrößenverteilung dargestellt.

Des Weiteren liegen Ergebnisse aus den Untersuchungen von 2002 bis 2005 vor, die nach den Vorgaben der HABAK-WSV/HABAB-WSV (BfG 1999; BfG 2000) durchgeführt wurden. Dazu wurden im Sommer 2002 Proben aus den Baggerbereichen von Wedel bis Osteriff auf Schadstoffe und Korngrößenverteilung untersucht. Im Juli 2005 wurden erneut Oberflächensedimente an zehn Positionen im Bereich Wedel/Wedeler Au sowie an 9 Positionen aus den Bereichen Lühesand und Juelssand entnommen und auf Schadstoffe analysiert. Die Untersuchungen bis 2005 sind im BfG-Bericht 1373 (BfG 2006) zusammengefasst.

Das Baggergut aus dem Sedimentfang ist, wie schon beschrieben, vor dessen Herstellung und jeder Unterhaltungskampagne beprobt und auf Schadstoffe untersucht worden.

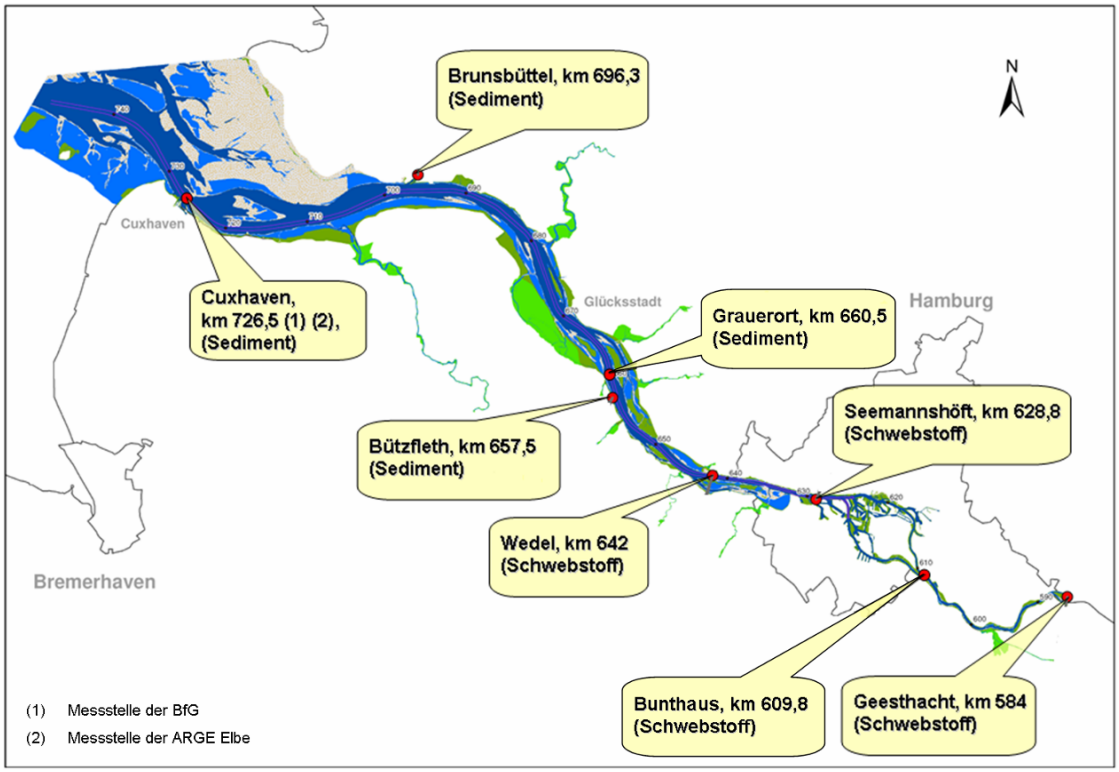


Abb. 6: Dauermessstationen an der Tideelbe (Bunthaus, Seemannshöft und Grauerort sind Stationen der ARGE Elbe)

4.2.1 Baggergut und Schwebstoffe bei Wedel

Die Belastung der Sedimente aus dem Baggerbereich Wedel/Wedeler Au (BfG 2006) mit Arsen, Blei, Cadmium, Zink und Quecksilber ist mit dem an der Dauermessstelle Wedel erfassten Belastungsniveau vergleichbar. Die restlichen analysierten Schwermetalle aus dem Baggerbereich zeigen im Vergleich eine höhere Belastung. Unterschiedlich hohe Belastungen an nahe gelegenen Stationen können auch durch Einträge im Ästuar hervorgerufen werden. Die Gehalte einiger organischer Schadstoffe (γ-HCH, Pentachlorbenzol, p,p'-DDE und p,p'-DDT) in Sedimenten aus dem Baggerbereich Wedel/Wedeler Au sind niedriger als die an der Dauermessstelle (Tab. 3) nachgewiesene Belastung.

Von 2003 bis 2008 ist an der Dauermessstation Wedel in der < 20 µm Fraktion der Schwebstoffe eine Abnahme der Gehalte von Arsen, Cadmium, Chrom und Quecksilber zu beobachten. In den Jahren 2005/2006 ist ein Anstieg in den Gehalten von Kupfer, Zink und Blei zu verzeichnen. Die erhöhten Werte dieser drei Schwermetalle lassen sich möglicherweise auf eine neue Schlackeeinschüttung zwischen August 2005 und Mai 2006 im unmittelbaren Nahbereich der Dauermessstation zurückführen. Diese erhöhten Werte sind demnach wahrscheinlich nicht für die zu baggernden Sedimente aus der Fahrrinne repräsentativ. Schlackesteine dienen als Wasserbausteine zur Ausbesserung oder Neugestaltung des Uferbereiches von Bundeswasserstraßen. Deshalb ist bei einem lokalen und zeitlich begrenztem Anstieg der Elemente Kupfer, Zink und Blei immer zu prüfen, ob in der näheren Umgebung der Messstelle eine Schlackesteinschüttung durchgeführt wurde.

Die Gehalte der ∑7 PCB, TBT und von α- HCH, ausgenommen in 2007, zeigen generell eine Abnahme. Die Gehalte der restlichen organischen Schadstoffe sind sehr variabel und lassen keine Tendenz erkennen (Tab.3).

4.2.2 Sedimente aus dem Sedimentfang

Seit der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs im Mai/Juni 2008 wird das Baggergut im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs vor Wedel regelmäßig durch die HPA untersucht. Damit sind neben der Korngrößenverteilung auch die Schadstoffbelastungen des Baggergutes aus dem Sedimentfang bekannt (BfG 2009) und ein Schadstoffmonitoring im Bereich der Verbringstellen kann u.U. Hinweise auf den Verbleib des Baggergutes geben. Insbesondere gilt dies für das Baggergut der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs, mit dem die neu eingerichtete VS689R bis zum Zeitpunkt der Probenahme im März 2009 ausschließlich beaufschlagt worden ist.

Tab. 3: Schadstoffgehalte in Sedimenten des Baggerbereiches Wedel und in Schwebstoffen an der Dauermessstelle Wedel (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz)

Probenahmebereich		Baggerbereich Wedel/Wedeler Au	Dauermessstation Wedel					
Zeitraum		2005	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Elbe-km		642,2 - 644,4	642					
TOC	Gew.-%	1,7	7,6	5,6	5,1	5,4	5,1	5,8
Anteil <20 µm	Gew.-%	21	37	55	47	49	41	60
Anteil <63 µm	Gew.-%	42	85	90	72	83	92	95
Schwermetalle								
As	mg/kg	33	35	39	33	36	27	25
Pb	mg/kg	81	74	85	82	100	62	70
Cd	mg/kg	2,1	2,0	2,0	2,4	2,2	1,9	1,8
Cr	mg/kg	83	67	75	74	75	62	62
Cu	mg/kg	112	66	71	80	111	62	79
Ni	mg/kg	81	49	53	55	56	38	43
Hg	mg/kg	1,6	1,4	1,5	1,4	1,6	1,2	1,2
Zn	mg/kg	556	562	608	895	1222	519	661
Polychlorierte Biphenyle								
Σ 7 PCB	µg/kg	32	32	30	31	29	7*	16
Hexachlorcyclohexane								
α-HCH	µg/kg	2,0	2,8	1,8	1,5	1,4	2,7	0,8
γ–HCH	µg/kg	0,2	0,7	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5
Chlorbenzole								
Pentachlor-benzol	µg/kg	3,3	4,0	2,9	6,0	4,6	4,0	2,7
Hexachlor-benzol	µg/kg	16	22	13	17	16	18	10
DDT und analoge Verbindungen								
p,p-DDE	µg/kg	4,9	6,5	5,6	8,1	7,4	7,6	6,0
p,p-DDD	µg/kg	23	21	19	23	21	24	17
p,p-DDT	µg/kg	5,5	10	11	9	8	9	5
Polyzyclische aromatische Kohlenwasserstoffe								
Σ 6 PAK	mg/kg	2,0	2,8	1,9	1,7	1,7	2,2	1,7
Σ 13 PAK	mg/kg	4,1	5,4	3,8	3,5	3,2	4,8	3,5
Kohlen-wasserstoffe	mg/kg	363	-	160	341	380	421	219
Zinnorganische Verbindungen								
TBT in <2mm	µg/kg	34	124	154	134	109	68	83
TBT in <20µm	µg/kg	165	341	324	301	213	162	138

* Im Jahr 2007 wurde nur eine Probe analysiert und der Gehalt der Summe aus 7 PCB ist nicht typisch für die dortigen Sedimente

Die bei der Nullbeprobung der Sedimente im Maßnahmenbereich des Sedimentfangs (7. März 2008) und bei der Beprobung des Baggergutes vor der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs (29. September 2008) festgestellten Schadstoffbelastungen sind zusammen in Tab. 4 dargestellt. Die Korngrößenverteilungen wurden bereits in Abb. 5 gezeigt.

Tab. 4: Schadstoffdaten (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) des Sedimentfangs aus der Nullerhebung und der Freigabeuntersuchung am 29.09.2008

Probenahme-bereich	Einheit	Nullerhebung	Freigabe Baggerung
Zeitraum		07.03.2008	29.09.2008
Anzahl der Proben		12	14
Art		Kern	Greifbagger
TOC	Gew.-%	1,3	1,9
Anteil <20 µm	Gew.-%	14	30
Anteil <63 µm	Gew.-%	26	61
Schwermetalle			
As	mg/kg	40	33
Pb	mg/kg	85	72
Cd	mg/kg	2	1,4
Cr	mg/kg	78	86
Cu	mg/kg	62	51
Ni	mg/kg	44	44
Hg	mg/kg	2	1,0
Zn	mg/kg	548	478
Polychlorierte Biphenyle			
Σ 7 PCB	µg/kg	22	24
Hexachlorcyclohexane			
α-HCH	µg/kg	1,1	0,8
γ–HCH	µg/kg	<0,1	<0,1
Chlorbenzole			
Pentachlor-benzol	µg/kg	<0,5	1,0
Hexachlor-benzol	µg/kg	9	11
DDT und analoge Verbindungen			
p,p-DDE	µg/kg	5,9	5,5
p,p-DDD	µg/kg	14	15,6
p,p-DDT	µg/kg	2,8	3,2
Polyzyclische aromatische Kohlenwasserstoffe			
Σ 6 PAK	mg/kg	1,2	2,3
Σ 16 PAK	mg/kg	2,0	4,3
Kohlen-wasserstoffe	mg/kg	149	166
Zinnorganische Verbindungen			
TBT in <2mm	µg/kg	115	29
TBT in <20µm	µg/kg	236	108

Der Vergleich der Schwermetalldaten aus der Nullerhebung im März und der ersten Freigabeuntersuchung im September zeigt für die Sedimente aus der Freigabeuntersuchung eine etwas geringere Belastung als für die Sedimente aus der Nullerhebung. Die bislang

geringsten Schwermetallgehalte (As, Cd, Cu, Hg, Zn) wurden bei der Freigabeuntersuchung vor der 1. Unterhaltungskampagne festgestellt. Die Probenahme vor der ersten Freigabeuntersuchung erfolgte allerdings im September 2009 während einer bereits 3 Monate anhaltenden Niedrigwasserperiode mit einem mittleren Oberwasserzufluss von 266 m³/s und seltenen Abflussspitzen knapp über 300 m/s. Im selben Zeitraum vor der Nullbeprobung lag der mittlere Oberwasserzufluss mit 1100 m³/s deutlich darüber (BfG 2010).

Die Messwerte an der Dauermessstelle Wedel für das Jahr 2008 zeigen keine signifikanten Unterschiede zu den Belastungen der Freigabeuntersuchung. In den Proben aus dem Sedimentfang sind die Gehalte der Schwermetalle Arsen, Blei und Chrom im Mittel etwas höher und von Kupfer und Zink etwas niedriger. Cadmium, Nickel und Quecksilber weisen ein vergleichbares Niveau auf. Die organischen Schadstoffgehalte entsprechen etwa den Messwerten der Dauermessstelle Wedel. γ-HCH, Pentachlorbenzol pp'-DDT, MKW und TBT weisen in den Schwebstoffen bei Wedel höhere Gehalte und die ∑7 PCB niedrigere Gehalte auf.

Die Schadstoffgehalte der Sedimente aus der Freigabeuntersuchung für die 1. Unterhaltung des Sedimentfangs am 29.September 2008 spiegeln die Belastung des Baggergutes wieder, das bis März 2009 an die VS689R verbracht wurde.

4.2.3 Schwebstoffe bei Brunsbüttel

Die Schadstoffbelastungen, die in den schwebstoffbürtigen Sedimenten von der nahe der untersuchten Verbringstellen gelegenen Dauermessstelle Brunsbüttel ermittelt werden, repräsentieren das Belastungsniveau der Sohlsedimente im Elbeabschnitt der Verbringstellen bei km 688/690. Im Zeitraum 2003-2008 zeigen die Analysen eine Abnahme der Schwermetallgehalte. Die Belastungen der an der Dauermessstelle Brunsbüttel beprobten Schwebstoffe sind, wie aufgrund der zunehmenden Vermischung mit marinen Schwebstoffanteilen zu erwarten ist, für die meisten Schadstoffe geringer im Vergleich zu den Werten an der Dauermessstelle Wedel und zur mittleren Belastung des Wedeler Baggergutes. Damit kann eine Verbringung von Baggergut aus dem Bereich Wedel u.U. zu einer geringen Zunahme der Schadstoffbelastung in Sedimenten aus dem Bereich Brunsbüttel führen.

Während die Belastung mit Cadmium, Kupfer, Quecksilber und Zink geringer als in den Schwebstoffen der stromaufwärts gelegenen Dauermessstelle Wedel ist, liegen die Gehalte der weiteren untersuchten Schwermetalle bei Brunsbüttel auf einem ähnlichem Niveau wie die an der Dauermessstelle Wedel angetroffenen Gehalte (Tab. 3, Tab. 5). Der Anstieg der Kupfer-, Zink- und Bleigehalte bei Wedel in 2005/2006, vermutlich ausgelöst durch eine Schlackeeinschüttung (Kap. 4.2.1), ist in Brunsbüttel nicht mehr festzustellen. Die Gehalte der organischen Schadstoffe zeigen an der Dauermessstelle Brunsbüttel generell eine leichte Abnahme von 2003 bis 2008 und für jede Substanz geringere Gehalte als an der Dauermessstelle Wedel (Tab. 3, Tab. 5).

Das Baggergut aus der ersten Unterhaltungskampagne des Sedimentfangs Wedel (siehe Kap. 4.2.2) zeigt jedoch nur bei Cadmium, Chrom und Zink eine leicht höhere Belastung als die Schwebstoffe von der Dauermessstelle Brunsbüttel nahe der untersuchten Verbringstellen. Bei den übrigen Schwermetallen sowie Arsen sind die Belastungen ähnlich. Die organischen Schadstoffe zeigen im Baggergut des Sedimentfangs zumeist höhere Gehalte als die Sedimente der Dauermessstelle Brunsbüttel (Tab. 4, Tab. 5). Die Belastungsunterschiede zwischen dem Unterhaltungsbaggergut im Herbst 2008 und den Feststoffen an der Verbringstelle sind insgesamt relativ gering. Dies erschwert es, die verbrachten Sedimente von den dort natürlich vorkommenden Sedimenten anhand der Schadstoffbelastungen eindeutig zu unterscheiden. Bei den beiden nachfolgenden Freigabeuntersuchungen für die

Unterhaltung des Sedimentfangs im März 2009 und Juli 2009 waren bei höheren mittleren Oberwasserabflussmengen wieder höher (BfG 2010).

Tab. 5: Schadstoffgehalte in Sedimenten (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) der Dauermessstation Brunsbüttel

Probenahmebereich		Dauermessstation Brunsbüttel					
Zeitraum		2003	2004	2005	2006	2007	2008
Elbe-km		696,3					
TOC	Gew.-%	5,5	5,1	4,3	4,2	5,0	4,7
Anteil <20 µm	Gew.-%	53	63	64	57	59	66
Anteil <63 µm	Gew.-%	85	90	90	85	82	88
Schwermetalle							
As	mg/kg	38	38	34	32	31	28
Pb	mg/kg	90	82	89	83	81	78
Cd	mg/kg	1,4	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1
Cr	mg/kg	82	82	82	80	79	73
Cu	mg/kg	52	41	47	44	45	46
Ni	mg/kg	49	46	51	47	44	44
Hg	mg/kg	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,0
Zn	mg/kg	426	341	383	376	377	345
Polychlorierte Biphenyle							
Σ 7 PCB	µg/kg	18	15	18	18	19	18
Hexachlorcyclohexane							
α-HCH	µg/kg	0,8	0,8	1,1	0,8	0,8	0,5
γ–HCH	µg/kg	0,5	0,3	0,2	0,4	0,5	0,5
Chlorbenzole							
Pentachlorbenzol	µg/kg	2,1	1,1	3,1	1,8	1,5	1,4
Hexachlorbenzol	µg/kg	12	4	7	6	5	4
DDT und analoge Verbindungen							
p,p-DDE	µg/kg	3,9	2,0	4,8	4,1	3,8	3,5
p,p-DDD	µg/kg	13	8	13	13	13	11
p,p-DDT	µg/kg	4	1	3	3	2	3
Polyzyclische aromatische Kohlenwasserstoffe							
Σ 6 PAK	mg/kg	1,4	0,8	1,1	0,9	1,1	1,0
Σ 13 PAK	mg/kg	2,6	1,8	2,2	1,9	2,2	2,0
Kohlenwasserstoffe	mg/kg		117	196	236	220	176
Zinnorganische Verbindungen							
TBT in <2mm	µg/kg	90	62	110	64	48	48
TBT in <20µm	µg/kg	157	94	175	114	88	73

4.2.4 Zusammenfassung der Belastungssituation

Die Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen an den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel sowie des Baggergutes aus dem Sedimentfang können zu der nachfolgend beschriebenen Belastungssituation zusammengefasst werden. Die Schadstoffgehalte (hauptsächlich des Zinks, Cadmiums und der meisten organischen Schadstoffe) der Schwebstoffe an der Dauermessstelle Wedel sind etwas höher als die an der Dauermessstelle Brunsbüttel (Abb. 7). Die Belastung des Baggergutes aus dem Baggerbereich Wedel/Wedeler Au ist vergleichbar mit der des Unterhaltungsbaggergutes aus dem Sedimentfang. Es kann somit eine einheitliche Schadstoffbelastung des gesamten Baggergutes im Bereich Wedel

angenommen werden, d.h. für die weiteren Betrachtungen können Mittelwerte aus den verschiedenen Untersuchungen aus dem Elbabschnitt vor Wedel verwendet werden. Es ist zu beachten, dass es im Elbabschnitt des untersuchten Verbringbereichs bei km 688/690 einen vermehrten Eintrag mariner, gering belasteter Feinsedimente gibt, welcher im umgelagerten und verdrifteten Baggergut einen Verdünnungseffekt bei den Schadstoffkonzentrationen bewirkt.

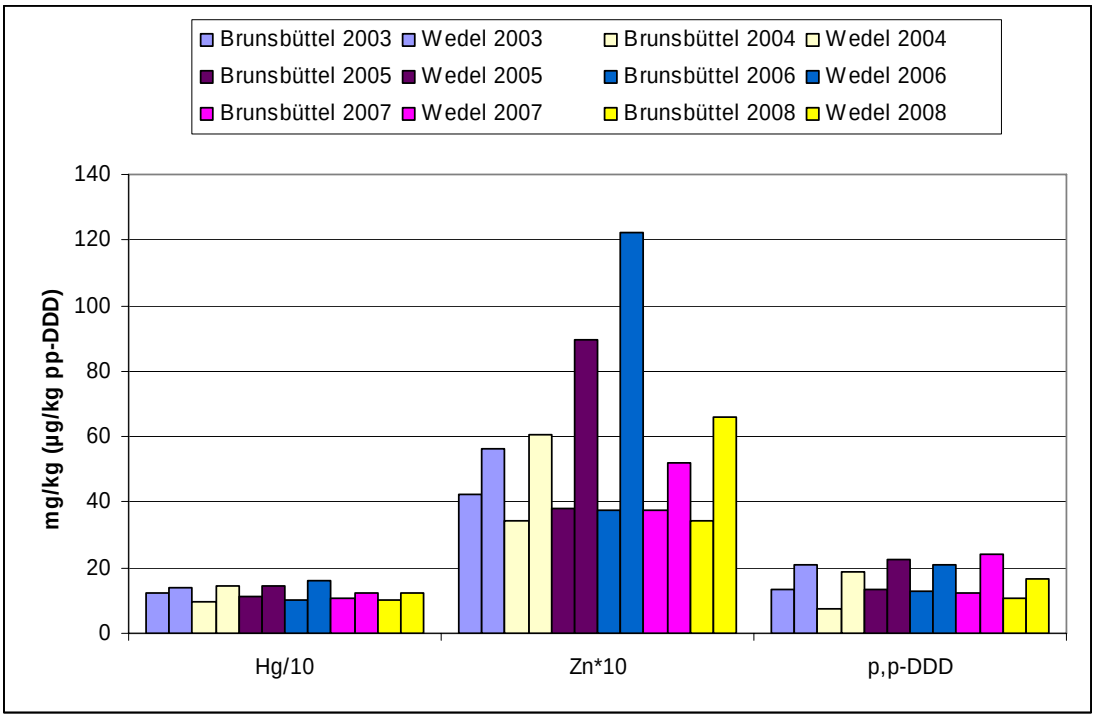


Abb. 7: Gegenüberstellung von mittleren Quecksilber-, Cadmium- und p,p'-DDD-Konzentration an den Dauermessstelle Brunsbüttel und Wedel in den Jahren 2003-2008

5 Ergebnisse der Untersuchungen auf den Verbringstellen bei km 688/690

5.1 Morphologie

5.1.1 Untersuchung der Verbringstelle VS689R

Die Topographie der Gewässersohle im Bereich der VS689R (auch als 690_3 bezeichnet, siehe z.B. Abb. 8) ist geprägt durch seine Lage auf der Prallhangseite, einer in Ufernähe steilen Abbruchkante und zwei sehr tiefe Einkolkungen (Abb. 8). Beide Kolkbereiche sind durch eine ca. 8 m hohe Dünenstruktur voneinander getrennt. Weiter stromaufwärts im Bereich der Probenahmepositionen 690_15 bis 690_20 schließen sich weitere Transportkörper an. Deren anfängliche Dünenhöhe von ca. 5 m nimmt jedoch stromaufwärts ab. Die letzten Dünen im Bereich von VS689R weisen nur noch eine Höhe von ca. 2 m auf. Über die Lagestabilität dieser Dünenstruktur liegen keine gesicherten Kenntnisse aus Untersuchungen vor. Ihre Existenz deutet jedoch auf hohe Strömungsgeschwindigkeiten im Untersuchungsgebiet und auf eine Gewässersohle mit einem hohen Anteil der Fraktionen Mittel- und Grobsand hin. Dies hat sich erwartungsgemäß bei der Probenahme bestätigt.

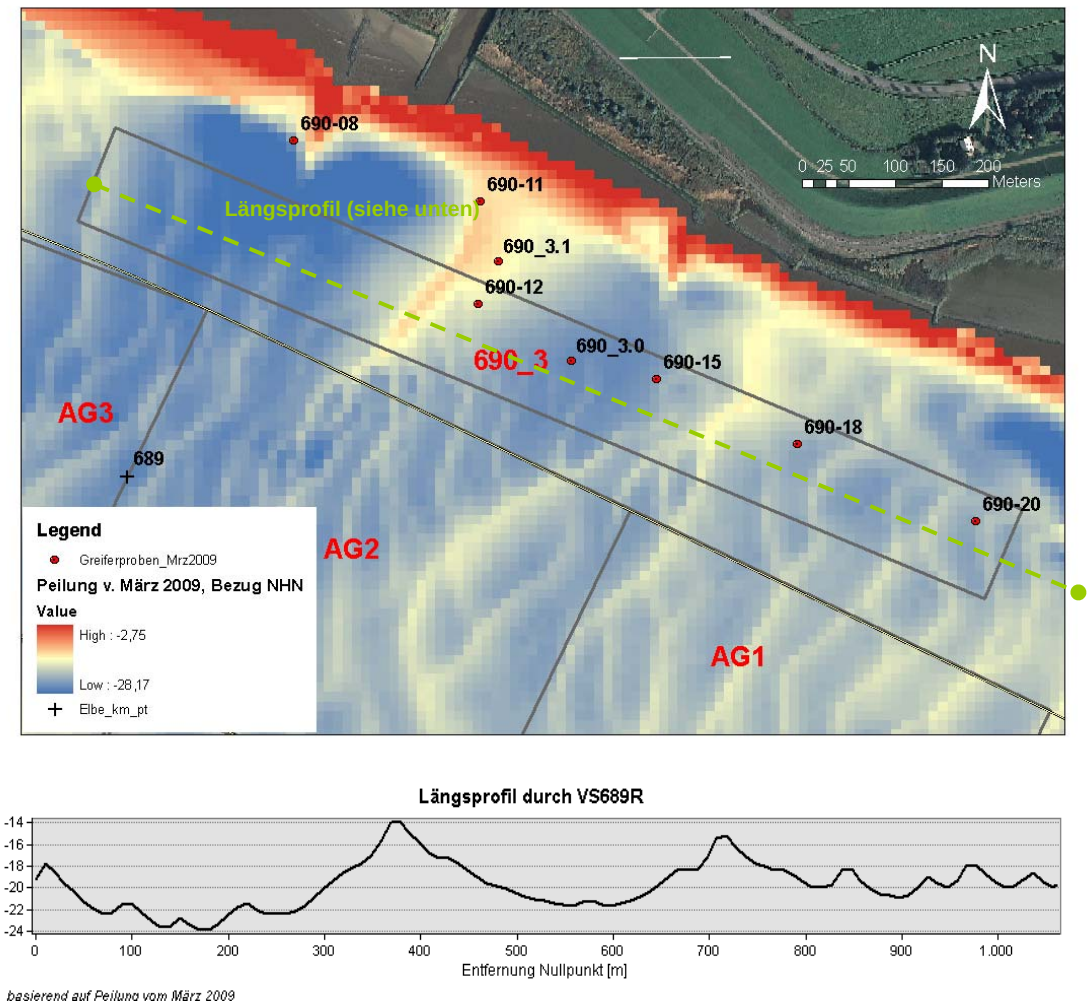


Abb. 8: Gewässertopographie im Bereich VS689R (in Abbildung bezeichnet als 690_3) und Längsprofil der Gewässersohle auf Datengrundlage der Peilung vom März 2009, Höhenbezug ist Normalhöhennull

5.1.1.1 Charakterisierung des auf VS689R beprobten Sohlsediments

Im Bereich von VS689R liegen an fünf Positionen Greiferproben der Sedimente vor. Es wurde versucht, sowohl in den Kammlagen als auch in Talsohlen der Dünenstrukturen Sedimentproben zu nehmen. Das Probenahmeraster resultierte vorrangig aus den Anforderungen des biotischen Monitoringprogramms, welches für die parallel laufende Untersuchung des Verbringbereichs nach den „Gemeinsamen Übergangsbestimmungen“ durchgeführt worden ist. Aufgrund der schlechten Witterung bei der Probenahme im März 2009 konnten keine weiteren Positionen im Verbringbereich angefahren werden.

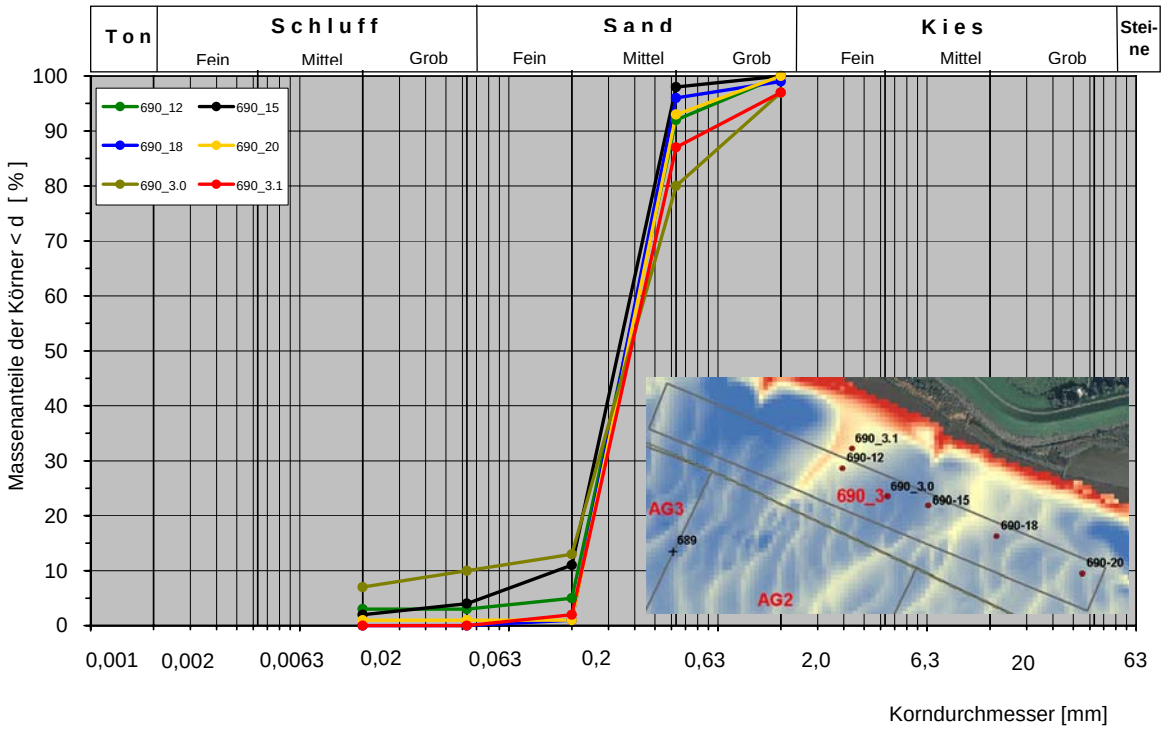


Abb. 9: Sieblinie der untersuchten Sedimentproben im Bereich der VS689R

Alle fünf Sedimentproben innerhalb der Begrenzung von VS689R weisen übereinstimmend mit 87 % bis 95 % einen dominanten Massenanteil der Fraktion Mittelsand (200 – 630 µm) sowie weitere Massenanteile von bis zu 10 % der noch gröberen Fraktionen Grobsand und Kies auf (Abb. 9). An den Positionen 690_3.0 und 690_15 wurde ein im Vergleich zu den anderen Positionen leicht erhöhter Feinkornanteil festgestellt, der vermutlich seinen Ursprung in dem hier verklappten Baggergut hat. Bei der Siebung der Probe von Position 690_12 ist ein fast 4%-iger Massenverlust aufgetreten. Aufgrund der Darstellung der Ergebnisse als Siebkurve erscheint in Abb. 9 ein Feinkornanteil in dieser Größenordnung. Der wahre Anteil ist aber nicht bekannt.

Nach Auskunft des WSA Hamburg ist der Kolkbereich, aus dem diese zwei „auffälligen“ Proben an 690_3.0 und 690_15 genommen wurden, im Zeitraum Oktober bis November 2008 als direkter Bereich zur Verklappung des Baggergutes genutzt worden. Des Weiteren konnte in der Probe an Position 690_15 Gehalte an Schwermetallen festgestellt werden, die der typischen Charakteristik des Wedeler Baggergutes zugeordnet werden kann (siehe Kap. 5.2).

5.1.1.2 Vergleich Greiferproben der VS689R mit Sedimentproben aus dem Bereich des Sedimentfangs vor Wedel (Baggergutbeprobung)

In der nachfolgenden Abbildung (Abb. 10) werden die Korngrößenverteilungen der fünf Einzelproben (Greiferproben) aus dem Bereich VS689R (Probenahme durch BfG im März 2009) den Einzelproben (Kernproben) gegenübergestellt, die bei der Beprobung des Baggergutes aus dem Maßnahmenbereich des Sedimentfangs vor Wedel am 29. September 2008 und unmittelbar vor Beginn der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs genommen worden sind.

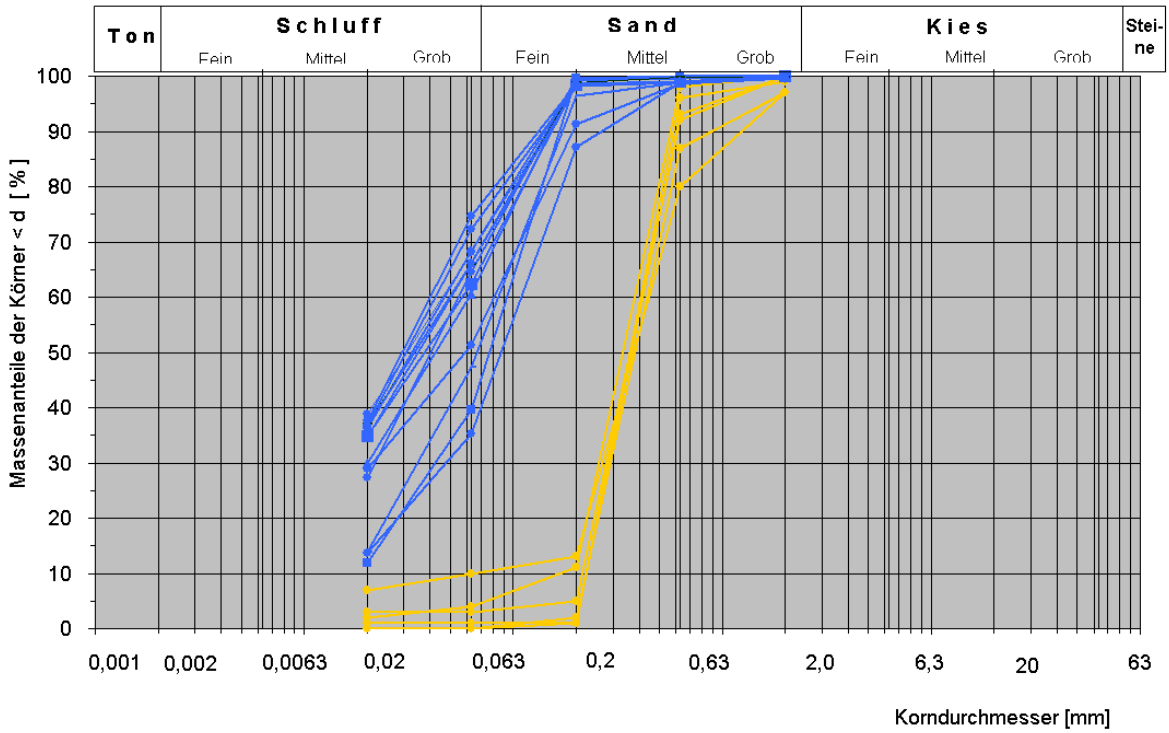


Abb. 10: Vergleich der Korngrößenverteilungen der Einzelprobenahmen aus dem Bereich VS689R (Proben 690_12, 690_3.0, 690_15, 690_18 und 690_20, alle gelb markiert, Probenahme durch BfG im März 2009) sowie aus dem Sedimentfang vor Wedel (blau markiert, Probenahme durch HPA im September 2008)

Die beprobten Sedimente aus den Bereichen VS689R und Sedimentfang unterscheiden sich signifikant in Bezug auf ihre Korngrößenverteilung. Eine Beeinflussung dieses Ergebnisses durch die Verbringung von Baggergut mit anderem Ursprung als der Sedimentfang vor Wedel ist ausgeschlossen. Bis zum Zeitpunkt der Beprobung von VS689R im März 2009 wurde ausschließlich Baggergut aus der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs hierher verbracht (siehe Kap. 4.1.2). Die Fraktion Mittelsand dominiert das Sediment auf der VS689R. Das aus dem Sedimentfang nach VS689R verbrachte Baggergut hingegen wird dominiert durch feinere Sedimentanteile mit im Mittel etwa gleichen Anteilen an Feinsand und Schluff.

Die in Abb. 9 und Abb. 10 dargestellten Untersuchungsergebnisse zeigen, dass bei einer Umlagerung von Baggergut die feinsandigen und schluffigen Anteile von der Verbringstelle verdriften und sich in nur geringen Mengen an der Gewässersohle ablagern. Die Anteile Mittelsand und die der noch gröberen Fraktionen des Baggergutes lagern sich an der Gewässersohle ab und unterliegen dort dem sohlgebundenen Feststofftransport (Transportkörper). Der sohlgebundene Feststofftransport war nicht Untersuchungsgegenstand der

bisherigen Monitoringkampagne, so dass an dieser Stelle zum Verbleib bzw. dem Transportverhalten der Grobanteile des Baggergutes keine Aussagen getroffen werden kann.

5.1.1.3 Beprobung in den Bereichen stromauf und stromab der VS689R

Weitere sieben Greiferproben wurden in den Bereichen stromauf und stromab der VS689R in etwa dem Stromfaden folgend, in vergleichbarer Tiefenlage und in Ufernähe genommen. Die Korngrößenverteilung dieser Sedimentproben ist in Abb. 11 dargestellt. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit sind hier die stromauf von VS689R genommenen Proben (690_23, _26 und _29) in den Stützstellen der Sieblinie mit der Farbe Schwarz markiert. Entsprechend sind die Proben, die neben der Verbringstelle genommen wurden, mit der Farbe Grau (690_08, _11 und _3.1) bzw. die stromab genommenen Proben (690_04 und _45) mit der Farbe Weiß markiert.

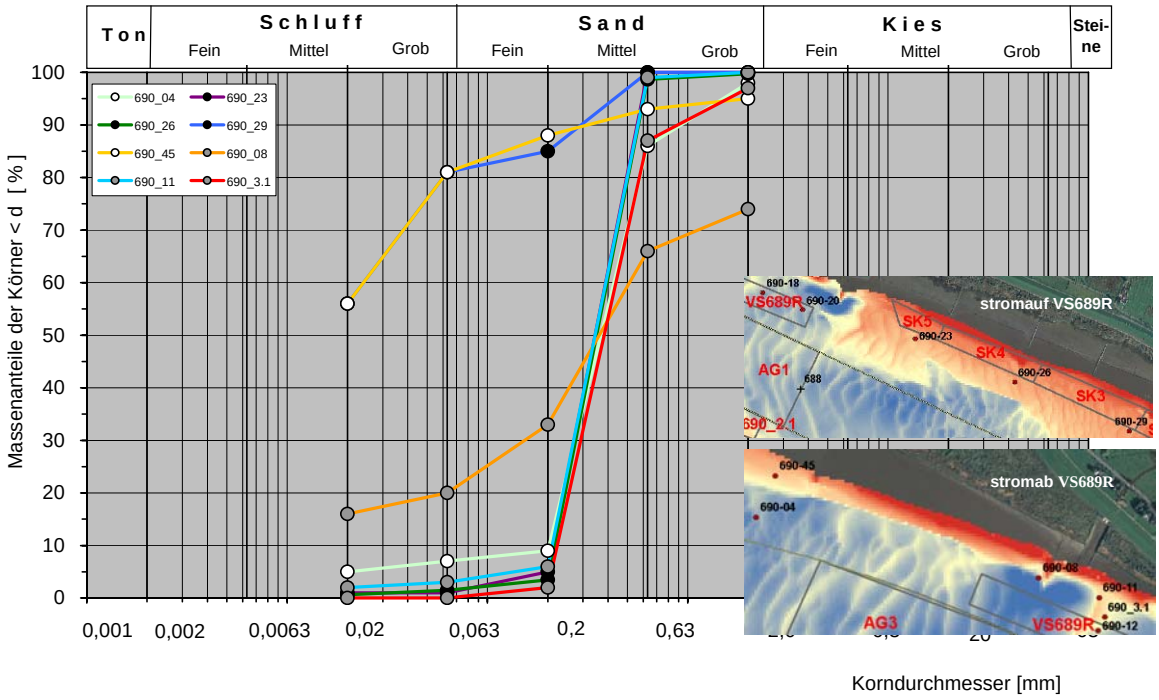


Abb. 11: Sieblinien der untersuchten Sedimentproben stromauf (schwarze Stützstellen), neben (graue Stützstellen) und stromab (weiße Stützstellen) der VS689R

Die Verbringstelle und daher auch sämtliche Probenahmepositionen befinden sich in einer ausgesprochenen Prallhanglage. Die Wassertiefen im Bereich der stromauf genommenen Proben sind mit 10 m bis 12 m unter Normalhöhennull (NHN) geringer als im Bereich der Verbringstelle. Des Weiteren liegen alle drei Positionen in nur geringer Entfernung zu der ehemaligen, seit 2005 nicht mehr mit Baggergut beaufschlagten Verbringstelle Scheelenkuhlen. Eine gegenwärtige Beeinflussung der aktuellen Sedimentproben durch diese Verbringstelle kann ausgeschlossen werden. Die Korngrößenverteilungen der an den Positionen 690_23 und 690_26 genommenen Proben sind mit enggestuften Mittelsanden der Verteilung ähnlich, die die Proben direkt im Bereich der VS689R aufweisen (Abb. 9). Einen ausgesprochen hohen Feinstkornanteil (ca. 55 % Massenanteil in der Fraktion < 20 µm) hingegen besitzt die Probe 690_29. Die Analyse der Schadstoffgehalte für die Probe 690_29 zeigt aber eine nur geringe Schadstoffbelastung (Hintergrundbelastung), die vergleichbar mit der Belastung in Küstensedimenten an der Nordsee ist (siehe Kap. 5.2). Damit ist Wedeler

Baggergut, welches auf VS689R umgelagert worden ist, nachweislich nicht die Quelle für den Feinkornanteil, der sich hier abgelagert hat. Vielmehr ist zu vermuten, dass das der Probenahmeposition vorgelagerte Plateau eine Beruhigung der lokalen Strömungsverhältnisse bewirkt. Im Gegensatz dazu liegen die beiden benachbarten Probenahmepositionen nahe einer dem Ufer vorgelagerten Abbruchkante.

Zuletzt wurden zwei Sedimentproben stromab der VS689R genommen, die eine ihrer Tiefenlage und den dort vorliegenden Strömungsverhältnissen entsprechende Korngrößenverteilung zeigen (Abb. 11, Sieblinie gekennzeichnet durch weiße Stützstellen). Die Probe 690_45 wurde in Ufernähe in einer Tiefe von 13 m unter NHN genommen und weist ähnlich der Probe 690_29 einen hohen Feinkornanteil auf. Wiederholt konnte aber nur eine Hintergrundbelastung in den Schadstoffgehalten erkannt werden. Dies schließt somit in beiden Fällen Wedeler Baggergut als Quelle für die in den Proben nachgewiesenen Feinkornanteile aus. Die zweite Probe 690_04 wurde im fast gleichen Querschnitt aber in Nähe zur Fahrrinne in einer Tiefe von 20 m unter NHN genommen. Den höheren Strömungsgeschwindigkeiten entsprechend besitzt diese Probe wieder die bereits bekannte, typische Korngrößenverteilung eines enggestuften Mittelsandes.

Die Sedimentproben 690_04, 690_11 und 690_3.1 weisen vergleichbar zu den Proben von der Verbringstelle einen hohen Grobkorn- und geringen Feinkornanteil auf. Sie zeigen eine den Messungen an der Dauermessstelle Brunsbüttel (siehe Kap. 4.2.3) ähnliche und für diesen Elbeabschnitt charakteristische Schadstoffbelastung. Die Probe 690_3.1 wurde aufgrund des nur geringen Feinkornanteils nicht einer Schadstoffanalytik unterzogen.

Auffällig ist die Probe 690_08 nicht nur, weil sie die einzige Probe in diesem Bereich mit etwa gleichen Massenanteilen im gesamten Spektrum der Fraktionen von Kies über Sand zu Schluff ist, sondern vor allem weil sie eine dem Wedeler Baggergut ähnliche Schadstoffbelastung aufzeigt (siehe Kap. 5.2). Sowohl der erhöhte Feinkornanteil als auch das Schadstoffmuster weisen auf eine Ablagerung von verdriftetem Baggergut im Umfeld der Probenahmeposition hin.

5.1.1.4 Akkumulation des umgelagerten Baggergutes auf VS689R

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass es aufgrund der mittleren Strömungsverhältnisse im Bereich der VS689R zu einer Verdriftung der Sedimentanteile Feinsand sowie der nachfolgend feineren Fraktionen aus dem hier verklapptem Baggergut kommt. Mittelsand und die nachfolgend gröberen Sedimentfraktionen hingegen lagern sich an der Gewässersohle ab und unterliegen dort dem sohlgebundenen Sedimenttransport (Transportkörper). Anlass für die nachfolgende Untersuchung der Akkumulation von Baggergut waren Peilungen des WSA Hamburgs im Bereich der VS689R am:

- 29. Oktober 2008 – Beginn Umlagerung von Baggergut aus der 1. Unterhaltung Sedimentfang
- 17. November 2008 – Abschluss Umlagerung von Baggergut aus der 1. Unterhaltung Sedimentfang
- 10. März 2009 – umlagerungsfreie Zeit, Peilung zeitgleich mit Probenahmekampagne im Bereich der Verbringstellen

Diese, bzw. deren Auswertung als Differenzenplot, zeigen eine Aufhöhung der Gewässersohle im Bereich der Verbringstelle. Die beiden Differenzenplots liegen dem Bericht im Anhang bei. Ob die Ursache hierfür die Umlagerung von Baggergut auf VS689R ist, soll im Folgenden durch eine rechnerische Ersteinschätzung der theoretisch möglichen Mächtigkeit durch Akkumulation von Baggergut an der Gewässersohle diskutiert werden.

Nach jedem Verklappvorgang kommt es zu einer Aussortierung und Ablagerung der mittelsandigen und noch gröberen Sedimentanteile an der Gewässersohle. Dies haben die Ergebnisse der Sedimentuntersuchungen auf der Verbringstelle VS689R gezeigt (siehe Kap. 5.1.1.1). Der Anteil grober Kornfraktionen im Baggergut aus dem Maßnahmenbereich des Sedimentfangs ist mit maximal 13 % an einer Probenahmeposition sehr gering (siehe Abb. 5). Es soll jedoch im Folgenden eine vereinfachte und mit konservativen Annahmen geführte Ersteinschätzung der theoretisch möglichen Schichtdicke durchgeführt werden. Es wird dazu angenommen, dass das gesamte Baggergut gleichzeitig und im Bereich der VS689R gleichmäßig umgelagert wird. Die daraus mögliche Mächtigkeit der Auflandung wird mit der folgenden Berechnung abgeschätzt:

$$Mächtigkeit[m] = \frac{Feststoffmasse[t] * Massenanteil\ Mittelsand\ [\%]}{mittlere\ Ladungsdichte[t/m^3] * Fläche\ Verbringstelle[m^2]}$$

$$= \frac{548.900t * 5\%}{1{,}33t/m^3 * (1000m * 100m)}$$

$$= 0{,}21m$$

Die Angaben zu der an die VS689R verbrachten Feststoffmasse und deren mittleren Ladungsdichte konnten dem Baggerprotokoll der HPA zu dieser Unterhaltungskampagne entnommen werden. Die mittlere Ladungsdichte beschreibt die Dichte des gebaggerten Sediment-/Wassergemisches im Hopperbagger. Die Lagerungsdichten des Sedimentes im Baggerbereich sowie an der Verbringstelle sind unbekannt, jedoch liegen diese über dem Wert der zur Berechnung verwendeten mittleren Ladungsdichte. Damit liegt die Annahme einer mittleren Ladungsdichte auf der sicheren Seite und wird zu einem größeren Wert für die Mächtigkeit führen. Der Massenanteil Mittelsand von 5 % im Mittel ist eine konservative Schätzung auf Grundlage der in Abb. 5 dargestellten Proben; der tatsächliche Anteil liegt bei den meisten Proben jedoch im Bereich 0 % bis 1 %. Die Flächengröße der Verbringstelle ergibt sich aus den Koordinaten der Begrenzung des Verbringbereichs. Unter der Annahme dieser Daten ergibt sich rechnerisch eine theoretische Mächtigkeit des verbrachten Mittelsandes von 0,21 m.

Anstatt langfristig an der Gewässersohle ortsstabil zu akkumulieren, wird vielmehr der Mittel- und Grobsand Bestandteil des sohlnahen Transportgeschehens, das im Bereich der VS689R durch große Transportkörper (Dünen) geprägt ist. Ein Zusammenhang zwischen der Umlagerung von Baggergut und dem in den Peilungen beobachteten Anwachsen der Dünenstrukturen ist möglich, jedoch im Rahmen des bisher durchgeführten Monitoring nicht explizit untersucht worden. Bislang kann festgestellt werden, dass der Differenzplot für den Umlagerungszeitraum Oktober bis November Aufhöhungen der Gewässersohle von bis zu 4 m, jedoch zugleich auch Vertiefungen von mehr als 3 m zeigt. Veränderung der Sohltopographie in etwa derselben Größenordnung sind aber ebenso in dem darauffolgenden Differenzplot für die umlagerungsfreie Zeit zwischen November 2008 und März 2009 zu erkennen. Für zukünftige Untersuchungen wird seitens der BfG die Durchführung eines gesonderten Monitoringprogramms empfohlen (siehe Kap. 7.1).

5.1.2 Untersuchung der südlichen Verbringstellen VS690, VS690_2.1 und VS690_2.2

5.1.2.1 Charakterisierung des auf den südlichen Verbringstellen beprobten Sohlsediments

Die südlichen Verbringstellen VS690, VS690_2.1 und VS690_2.2 wurden im März 2009 mit jeweils zwei Sedimentproben beprobt. Für eine verbesserte Übersicht wurden in der nach-

folgenden Abb. 12 die Sieblinien der Proben von derselben Verbringstelle farblich ähnlich gehalten: VS690 in Grüntönen, VS690_2.1 in Rottönen und VS690_2.2 in Blautönen.

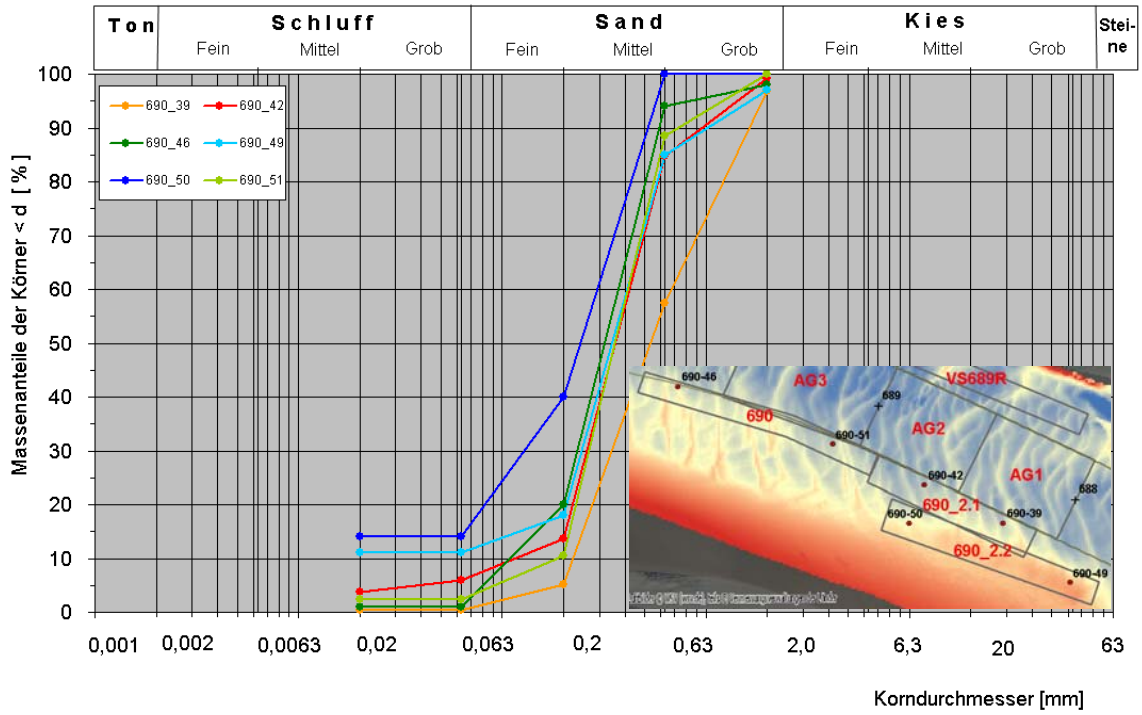


Abb. 12: Sieblinien der untersuchten Sedimentproben im Bereich der südlichen Verbringstellen VS690, VS690_2.1 und VS690_2.2

Das zuletzt auf die südlichen Verbringstellen 690, 690_2.1 und 690_2.2 verbrachte Baggergut stammt im Gegensatz zum Baggergut auf der VS689R aus allen Baggerbereichen im Amtsbereich des WSA Hamburg sowie aus den Baggerbereichen Brunsbüttel und Osteriff im Amtsbereich des WSA Cuxhaven. Herkunftsschwerpunkt des Baggergutes seit 2006 ist der Baggerbereich Wedel. Zusätzlich zum Unterhaltungsbaggergut der WSV wurde in den Monaten Mai und Juni 2008 das bei der erstmaligen Herstellung des Sedimentfangs vor Wedel (Zeitraum Mai bis Juni 2008) anfallende schlickige Baggergut auf die Verbringstelle 690_2.1 umgelagert. **Aufgrund dieser „Vermischung" von Baggergut mit unterschiedlichen Ursprungsorten und Charakteristika ist eine differenzierte Zuordnung des Baggergutes und seiner herkunftsspezifischen Eigenschaften nicht wie im Fall der VS689R möglich.** Es liegen in diesem Fall keine Sedimentbeprobungen aus den verschiedenen Baggerbereichen für den Zeitraum 2007/2008 vor. Verfügbare Sedimentdaten für alle Baggerbereiche liegen nur aus den Jahren 2002 und 2005 vor (siehe BfG 2006). Der Baggerbereich Wedel stellt einen Sonderfall dar, weil hier seit 2008 durch die HPA ein sehr umfassendes, maßnahmenbezogenes Monitoringprogramm am Sedimentfang durchgeführt wird. Daher kann im Folgenden den Ergebnissen der Greiferbeprobung auf den südlichen Verbringstellen keine Korngrößenverteilung des hierher umgelagerten Baggergutes wie zuvor in Kap. 5.1.1.2, Abb. 9 gegenübergestellt werden.

Sämtliche Sedimentproben, die direkt auf den südlichen Verbringstellen genommen worden sind, weisen einen dominanten Mittelsandanteil auf. Zugleich weisen sie aber im Vergleich zu den auf der VS689R genommenen Proben einen im Durchschnitt höheren Anteil feinerer Kornfraktionen auf. Eine plausible Erklärung hierfür ist die Gleithanglage der drei südlichen Verbringstellen und der damit im Vergleich zur Prallhanglage geringeren Strömungsgeschwindigkeiten. Den größten Massenanteil schluffiger Sedimente von 11 % bzw. 14 %

weisen die Proben auf, die im Bereich der VS690_2.2 genommen worden sind. Diese Verbringstelle liegt in größerer Ufernähe als die beiden anderen Stellen VS690 und VS690_2.1. Sowohl die Lage im Gewässerquerschnitt als auch der hohe Feinkornanteil in den Sedimentproben sind ein Hinweis auf die hier vergleichsweise geringeren Strömungsverhältnisse. Die Sedimentproben mit dem größten Grobkornanteil wurden auf der VS690 genommen.

Im BfG-Bericht Nr. 1373 (BfG 2006) sind neben den Baggerbereichen auch die Sedimenteigenschaften der mit Baggergut beaufschlagten Gewässersohle im Bereich der Verbringstelle 690 beschrieben (siehe Kap. 4.1.1). Eine damals durch das WSA Cuxhaven durchgeführte Sedimentecholotung zeigt Mittelsande, die vollständig den Gewässergrund bilden. Eine weitere Quelle für Sedimentproben ist das Sedimentkataster des WSA Hamburg aus dem Jahr 2006, in dem 2500 Sedimentproben aus Untersuchungen der vergangenen Jahre archiviert sind (WSA Hamburg 2006). Im Vergleich zu den aktuellen Greiferproben der Kampagne im März 2009 sind die im Kataster archivierten Proben älter. Sie stellen jedoch eine umfangreiche Datenbasis zur Beurteilung möglicher Veränderungen der Sedimentzusammensetzung im Bereich der untersuchten Verbringstellen bei km 690 dar. Alle im Kataster archivierten Sedimentproben, das Datum der Probenahme sowie die Sedimentproben der aktuellen Beprobung im März 2009 sind in Abb. 13 dargestellt. Es liegen aber nur zwei dieser Proben in den direkten Umlagerungsbereichen aller Verbringstellen. Sie wurden am östlichen Ende der Verbringstelle 690 genommen.

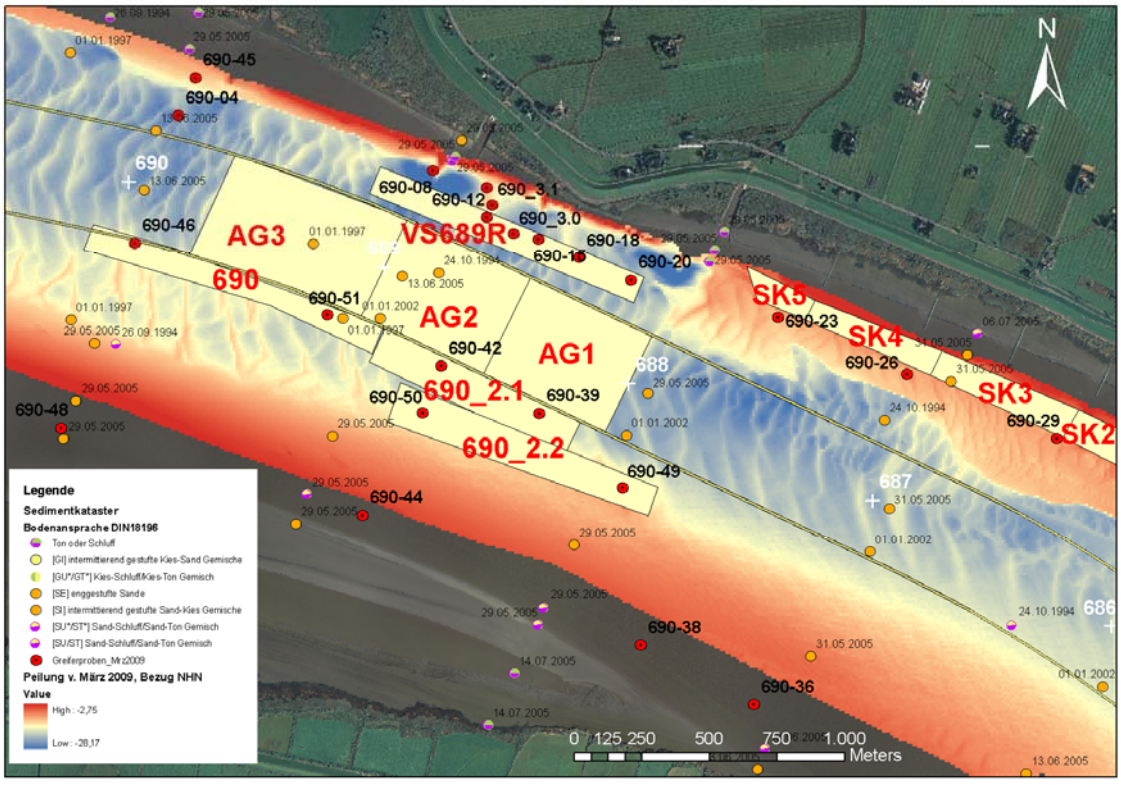


Abb. 13: Gemeinsame Darstellung der im Sedimentkataster registrierten Probenahmestellen zusammen mit den im März 2009 entnommenen Greiferproben

Im Kataster sind sie als enggestufte Sande mit einem dominanten Anteil an Mittelsanden bezeichnet. Dies entspricht den Eigenschaften des Sediments, das in großer Nähe zu diesen beiden Positionen im März 2009 an der Position 690_51 beprobt worden ist. Alle in diesem

Kataster enthaltenen Sedimentproben aus dem Bereich der Fahrrinne werden als enggestufte Sande mit einem dominanten Mittelsandanteil klassifiziert.

Der im Vergleich zu den Proben auf den Verbringstellen 690 und 690_2.1 höhere Feinkornanteil in den Proben 690-49 und 690-50 deutet auf die geringsten Strömungsverhältnisse im Bereich der Verbringstelle 690_2.2 hin. Die Schadstoffgehalte zeigen bei der aktuellen Greiferbeprobung vom März 2009 eine Hintergrundbelastung ähnlich der Küstensedimente in der Nordsee (siehe Kap. 5.2). Auf dieser ufernahen Verbringstelle ist die Möglichkeit der Akkumulation feinerer Sedimentfraktionen und damit der einer deutlichen Auflandung am größten. Auf den übrigen Verbringstellen scheinen die mittleren Strömungsverhältnisse trotz der Gleithanglage ausreichend zu sein, um wie auf der VS689R grundsätzlich eine Verdriftung der Fraktionen Feinsand und Schluff zu bewirken. Wiederum nicht ausreichend groß sind die Strömungsverhältnisse, um die Anteile Mittelsand und noch gröbere Sedimentfraktionen in der Wassersäule zu verdriften. Sie lagern sich nach dem Verklappvorgang an der Gewässersohle ab und unterliegen dort dem sohlgebundenen Transportgeschehen.

Weitere Schlussfolgerungen – insbesondere eine Untersuchung der Randbedingungen, die zur einer erheblichen Auflandung und nachfolgend zur Sperrung der südlichen Verbringstellen im April 2009 geführt hatten – waren aufgrund der im Vergleich zu VS689R unbekannten mittleren Zusammensetzung des Baggergutes nicht möglich.

5.1.2.2 Charakterisierung des im Nahbereich der südlichen Verbringstellen beprobten Sohlsediments

Vier weitere Proben wurden im Nahbereich der südlichen Verbringstellen stromauf und stromab im Uferbereich genommen. Alle Proben wurden auf der Gleithangseite in großer Nähe zum Ufer bzw. einer dem Ufer vorgelagerten Sandbank entnommen. Im Gegensatz zu allen zuvor dargestellten Sedimentproben ist bei diesen Proben Mittelsand nicht die dominierende Fraktion (Abb. 14). Die Proben weisen deutlich höhere Feinkornanteile auf. Die Probe 690_44 weist in der Fraktion < 20 µm sogar einen Massenanteil von 34 % auf. Bei den übrigen drei Proben ist Feinsand die dominante Fraktion. Die Sedimentproben an den Positionen 690_48, 690_38 und 690_36 weisen übereinstimmend Schadstoffgehalte auf, die den Gehalten Wedeler Baggergutes entsprechen. Dies deutet darauf hin, dass die schluffigen und feinsandigen Anteile des zuvor auf die südlichen Verbringstellen umgelagerten Baggergutes hierher in die Seitenbereiche verdriftet sind und sich an der Gewässersohle ablagern konnten (siehe Kap. 5.2). Südlich der Verbringstelle 690_2.2 und abseits des wahrscheinlichen Stromfadens wurde im beprobten Sediment an der Probenahmeposition 690_44 eine Schadstoffbelastung vorgefunden, die nicht der Belastung Wedeler Baggergutes sondern der mittleren Belastung für Küstensedimente der Nordsee entspricht (siehe Kap. 5.2).

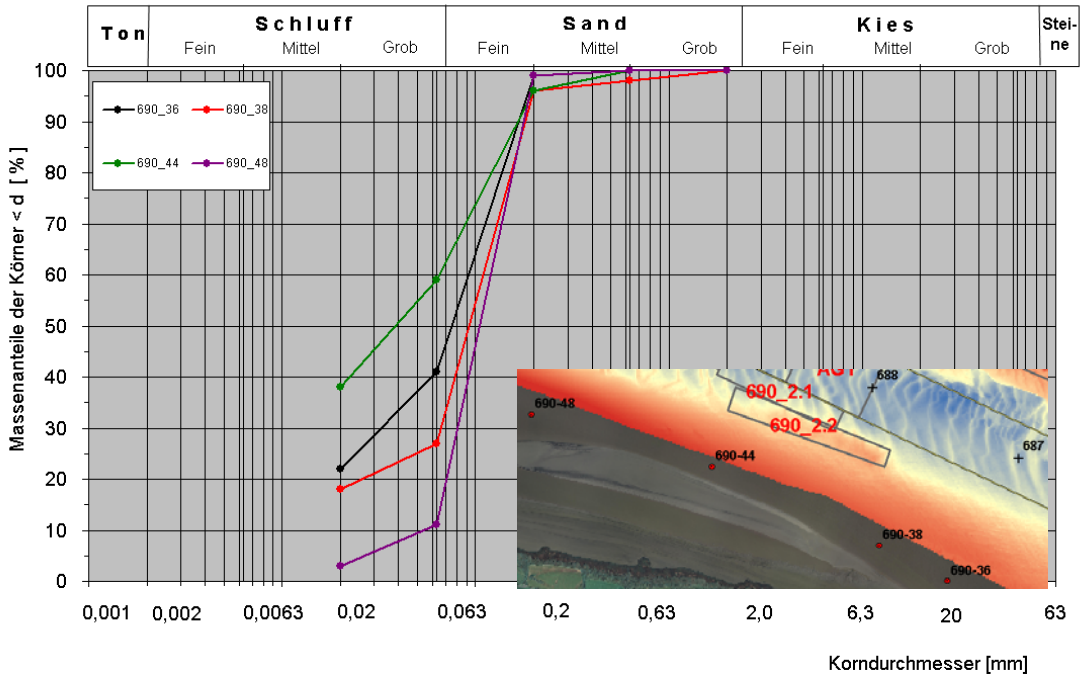


Abb. 14: Sieblinien der untersuchten Sedimentproben im Bereich des südlichen Ufers

5.2 Schadstoffe

Aufgrund der Grobkörnigkeit der meisten Sedimente im Bereich der Verbringstelle konnten nur Proben an fünf Positionen mit ausreichendem Feinkornanteil (Positionen 690_36, 690_38, 690_44, 690_45 und 690_48) auf organische Schadstoffe und Schwermetalle untersucht werden. An den restlichen 15 Proben wurden nur Schwermetallgehalte bestimmt. Das Material von Position 690_39 wurde aufgrund einer Probenverwechslung im Labor nicht auf Schadstoffe untersucht. Im folgenden Text sind die Positionen farblich entsprechend einer Bewertung des Schadstoffgehalts gekennzeichnet: **Grün** (Hintergrundkonzentration, mittleres Belastungsniveau Küstensedimente Nordsee), **Blau** (Dauermessstelle Brunsbüttel), **Schwarz** (Wedeler Baggergut), **Lila** (indifferente Belastung zwischen Niveau der Dauermessstellen Brunsbüttel und Wedeler Baggergut), **Grau** (nicht analysiert oder wegen zu geringem Feinkornanteil nicht bewertet). In Tab. 6 und Tab. 7 sowie in Abb. 33 ist diese farbliche Kennzeichnung wieder zu finden.

5.2.1 Proben aus den Verbringstellen

Nördliche Verbringstelle (VS689R)

An den Positionen **690_15** und **690_20,** sind erhöhte Schwermetallgehalte zu finden (Tab. 6), die einen Hinweis darauf geben, dass ein Teil des belasteten Baggergutes an Ort und Stelle und auch im Nahbereich der Verbringstelle verbleibt. Es ist davon auszugehen, dass sich das wenige Feinmaterial, das in direkter Umgebung sedimentiert, als Schlicklinsen mit dem groben Sediment abgelagert hat. Das Material der Probenahmepunkte **690_12** und **690_18** zeigt einen sehr geringen Feinkornanteil und sehr hohe Schwermetallgehalte. Bereits in der Vergangenheit wurden in Proben mit sehr geringen Feinanteilen oft ungewöhnlich hohe Schwermetallgehalte festgestellt, die nicht typisch für die Belastungssituation sind (Ackermann, 2000). Die Ergebnisse dieser beiden Proben werden daher im Folgenden nicht berücksichtigt.

Südliche Verbringstellen (VS 690, 690_2.1, 690_2.2)
An der Position **690_46** sind erhöhte Schwermetallgehalte zu finden (Tab. 6), die, wie bereits für den nördlichen Bereich beschrieben, aufgrund geringer Feinkornanteile in der Sedimentprobe mit größeren Unsicherheiten belegt sind und daher nicht zur Bewertung herangezogen werden. Die ebenfalls für den Bereich Brunsbüttel hohen Schwermetallgehalte in der Probe **690_42** weisen auf einen Einschluss des umgelagerten Wedeler Baggergutes hin.

An den Positionen **690_49, 690_50**, sowie **690_51** hingegen sind die Feinkornanteile und die Schadstoffgehalte (Hintergrundbelastung) sehr gering. Somit ist davon auszugehen, dass sich in den Bereichen der Verbringstellen 690_2.2 und 690 bzw. nur wenig des umgelagerten, schadstoffbelasteten Baggergutes abgelagert hat.

5.2.2 Proben aus dem Umfeld der Verbringstellen

Nördlicher Bereich (VS 689R)
An Position **690_8** liegen die Schwermetallgehalte von Kupfer, Zink und Quecksilber auf dem Niveau von Wedeler Baggergut und auch der erhöhte Feinkornanteil, wie in Kap. 5.1.1.3 bereits beschrieben, deutet auf Material, das aus dem Bereich Wedel stammen könnte. Blei, Nickel und Arsen weisen höhere Gehalte auf als im Bereich Wedel zu finden sind. Dies könnte ein Hinweis auf einen Eintrag dieser Elemente im Nahbereich dieser Position geben.

An den Probenahmepositionen **690_4, 690_11, 690_23** und **690_26** ist die Belastung der Sedimente mit der in diesem Bereich vorkommenden Belastung vergleichbar. Es sind keine Auffälligkeiten zu beobachten. Wie in Kap. 5.1.1.3 beschrieben, handelt es sich bei dem untersuchten Material um enggestufte Mittelsande, wie sie auch im Verbringbereich selbst zu finden sind. Der Feinkornanteil ist somit sehr gering und höhere Schadstoffkonzentrationen demnach nicht zu erwarten.

An den Positionen **690_29** und **690_45** hingegen wurde ein hoher Feinkornanteil und niedrige Schadstoffgehalte, die eine Hintergrundbelastung aufzeigen, vorgefunden.

Südlicher Bereich (VS690, 690_2.1, 690_2.2)
Die Gehalte von Quecksilber und Cadmium an den Probenahmeposition **690_36** und **690_38** sind höher als die an der Dauermessstelle Brunsbüttel, aber vergleichbar mit der Dauermessstelle Wedel und den Schadstoffgehalten von Sedimenten aus dem Sedimentfang bzw. dem Baggergut der WSV aus diesem Bereich (Tab. 3 bis Tab. 6). Das Material von Position **690_48** ist sehr feinsandig, weist aber ähnliche Schwermetallgehalte auf wie die Sedimente der Positionen **690_36** und **690_38** (Abb. 13). In Kap. 5.1.2.2 wird anhand der Kornverteilung festgehalten, dass es sich bei diesem Material um Wedeler Baggergut handeln könnte. Dies wird durch die Schadstoffanalysen weiter erhärtet. Die Schadstoffgehalte nahe der Hintergrundbelastung an der Probenahmeposition **690_44** sind dagegen unauffällig.

Die Analysen der fünf auf organische Schadstoffe untersuchten Proben bestätigen die Ergebnisse der Schwermetalluntersuchungen und zeigen, dass die Gehalte in den Sedimenten der Probenahmepositionen **690_36** und **690_38** (Abb. 13) höher als an der Dauermessstelle Brunsbüttel, aber vergleichbar mit Gehalten in Schwebstoffen der Dauermessstelle Wedel und der Sedimente aus dem Sedimentfang sind (Tab. 3 bis Tab. 5). Wie schon die Schwermetalle zeigen die Gehalte der organischen Schadstoffe in den Proben der Positionen **690_44** Hintergrundbelastung. Die Gehalte in der Sedimentprobe **690_48** sind alle kleiner Bestimmungsgrenze und wurden auf Grund des geringen Feinanteils nicht normiert.

Die chemischen Analysen der Sedimente weisen darauf hin, dass Baggergut aus Wedel nur zu geringen Mengen auf den Verbringstellen selbst verbleibt.

Tab. 6: Feinkornanteil und Schwermetallgehalte der Sedimente (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) der Probenahmepositionen im Verbringbereich km 688/690, März 2009

Punkt	< 20 µm [%]	TOC [Gew.%]	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Bewertung Schadstoffgehalt
km 690-Nord											
690_4	3,7	0,2	22	1,2	56	46	48	76	387	0,9	DMS Brunsbüttel
690_8	17	< 0,1	34	1,2	62	68	83	107	625	1,1	Wedeler Baggergut
690_11	0,9	n.b.	29	1,2	47	49	74	84	408	1,0	DMS Brunsbüttel
690_12	0,001	n.b.	98	2,5	42	63	218	180	1151	1,4	nicht bewertet
690_15	1,4	n.b.	31	2,1	49	67	79	90	542	1,3	Wedeler Baggergut
690_18	0,2	n.b.	78	1,1	60	46	331	170	1062	0,5	nicht bewertet
690_20	0,3	n.b.	30	1,5	54	55	70	79	464	1,5	Wedeler Baggergut
690_23	0,3	n.b.	29	1,2	65	59	78	73	413	0,9	DMS Brunsbüttel
690_26	0,2	n.b.	32	1,1	91	46	62	77	418	0,9	DMS Brunsbüttel
690_29	51	1,0	13	0,2	57	11	34	20	89	0,05	Hintergrund
690_45	50	1,7	19	0,2	47	11	29	15	73	0,03	Hintergrund
km 690-Süd											
690_36	19	1,2	33	2,0	54	58	54	95	493	1,7	Wedeler Baggergut
690_38	16	0,9	39	2,4	84	63	57	97	521	2,3	Wedeler Baggergut
690_39	0,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	nicht analysiert
690_42	2,9	n.b.	32	2,3	83	64	63	95	568	1,7	Wedeler Baggergut
690_44	34	1,6	31	0,7	64	27	41	69	203	0,4	Hintergrund
690_46	0,1	n.b.	62	2,4	98	78	77	108	621	1,3	nicht bewertet
690_48	2,8	0,2	28	2,5	77	83	64	89	578	1,0	Wedeler Baggergut z.T.
690_49	0,9	n.b.	33	0,7	64	30	48	43	250	0,4	Hintergrund
690_50	5,9	n.b.	22	0,5	76	27	73	25	140	0,1	Hintergrund
690_51	0,4	n.b.	26	0,7	79	32	54	39	280	0,4	Hintergrund

Die Positionen sind zur Bewertung der möglichen Herkunft farblich gekennzeichnet: grün = Hintergrundkonzentrationen, blau = DMS Brunsbüttel, schwarz = DMS Wedel/Wedeler Baggergut, lila = indifferent zwischen Brunsbüttel und Wedel, grau = nicht analysiert oder wegen zu geringem Feinkornanteil nicht bewertet

Tab. 7: Feinkornanteil und organische Schadstoffgehalte in feinen Sedimenten (bezogen auf die Fraktion <20 µm und Trockensubstanz) der Probenahmepositionen im Verbringbereich km 688/690, März 2009

Punkt	< 20 µm [%]	Summe 16 PAK [mg/kg]	Pentachlor-benzol [µg/kg]	Hexachlorb enzol [µg/kg]	Summe 7 PCB [µg/kg]	α-HCH [µg/kg]	γ-HCH [µg/kg]	p,p'-DDE [µg/kg]	p,p'-DDD [µg/kg]	p,p'-DDT [µg/kg]	TBT [µg OZK/kg]
km 690-Nord											
690_4	3,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_8	17	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_11	0,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_12	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_15	1,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_18	0,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_20	0,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_23	0,3	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_26	0,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_29	51	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_45	50	0,7	1,0	1,0	7,1	0,2	0,2	1,0	1,0	1,0	2,0
km 690-Süd											
690_36	19	3,4	3,2	20,6	46,5	1,3	0,7	8,3	15,0	1,3	139
690_38	16	3,2	2,6	19,9	38,7	1,0	0,5	8,3	14,1	21,1	154
690_39	0,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_42	2,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_44	34	0,9	1,2	1,2	8,2	0,2	0,2	1,2	2,2	1,2	17,7
690_46	0,1	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_48	2,8	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_49	0,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_50	5,9	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
690_51	0,4	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.

Die farbliche Kennzeichnung der Positionen beruht auf den Ergebnissen der Schwermetalluntersuchungen.

6 Ergebnisse der Untersuchungen in den Seitenbereichen zur Ermittlung von Verdriftwegen

Ein weiterer Untersuchungsschwerpunkt dieses Berichts sind die potenziellen Verdriftungswege des auf dem Verbringbereich bei km 688/690 umgelagerten Baggergutes. Hierzu wurden in zwei Kampagnen (Oktober 2008 und März 2009) Sedimentkerne sowohl stromauf und stromab von km 688/690 in den Seitenbereichen genommen. In Kap. 6.1 werden zuerst aus Sicht der Morphologie mögliche Hinweise zu den Verdriftwegen diskutiert. In Kap. 6.2 wird dies aus Sicht der Schadstoffe fortgesetzt und ergänzt.

6.1 Morphologie

6.1.1 Auswertung der Trübungsmessungen an der Dauermessstelle LZ1

Zusätzlich zu den Sedimentkernen kann eine mögliche Verdriftung des Baggergutes an der bestehenden Dauermessstelle LZ1 bei km 693,6 untersucht werden. Damit liegt diese Station ca. 4 km stromab des untersuchten Verbringbereichs bei km 688/690. Diese Messstelle ist Bestandteil der Beweissicherung zur letzten Fahrrinnenanpassung. Obwohl ein erkennbarer Einfluss der Umlagerung von Baggergut im Verbringbereich auf die Trübungsmessungen nicht zu erwarten ist, werden die Daten der Vollständigkeit halber analysiert und überprüft. Damit sind die Ergebnisse ebenfalls dokumentiert.

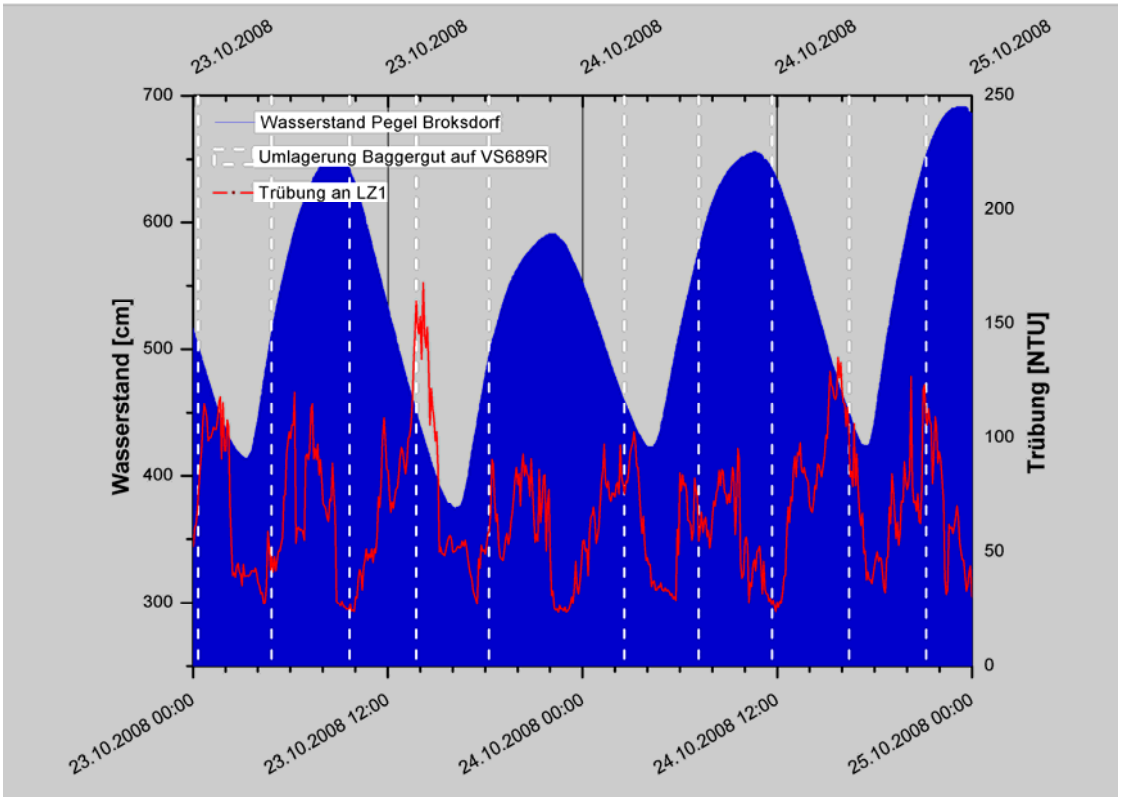


Abb. 15: Auswertung der Trübungsmessungen an Dauermessstelle LZ1 (km 693,6) während Umlagerung an VS689R von Baggergut aus dem Sedimentfang vor Wedel

Es wurden die Trübungsdaten dieser Station im Zeitraum der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs auf mögliche Hinweise einer Ausbreitung der Trübungswolke aufgrund des Verklappvorgangs auf VS689R analysiert. Zeitlich hochaufgelöst dargestellt in Abb. 15 ist

der Messzeitraum vom 23.10.2008 bis 25.10.2008. Die Zeitpunkte, zu denen Baggergut auf VS689R verklappt worden ist - die Dauer des Klappvorgangs beträgt nur wenige Minuten! – werden durch die weiß gestrichelten, vertikalen Linien dargestellt.

Als Vergleichszeitraum wurde ein umlagerungsfreier Zeitraum während dieser Unterhaltungskampagne vom 4.11.2008 bis 6.11.2008 ausgewertet. Die Messwerte dieses Zeitraums sind in Abb. 16 dargestellt.

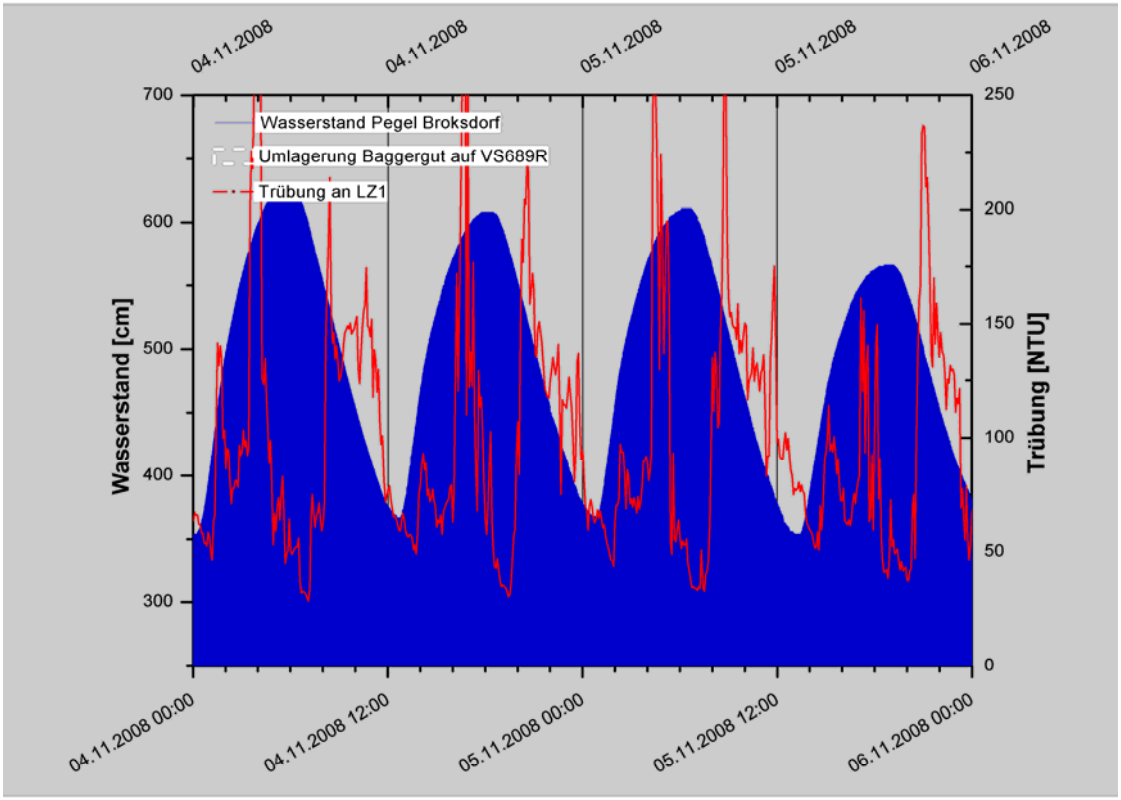


Abb. 16: Auswertung Trübungsmessungen an Dauermessstelle LZ1 (km 693,6) während einer umlagerungsfreien Zeit an VS689R

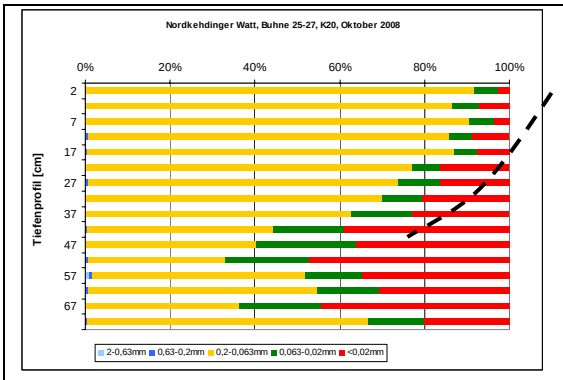
Deutlich im Referenzzeitraum sichtbar sind die starken und kurzzeitigen Schwankungen, denen der natürliche Schwebstoffgehalt der Elbe unterliegt. Die Dauermessstation LZ1 befindet sich in einem der Hauptmaxima der Trübungszone. Vor diesem natürlichen Hintergrund einer starken Schwankung der Schwebstoffgehalte und bei gleichzeitig hohen Schwebstoffgehalten müsste eine Beeinflussung der gemessenen Trübung aufgrund verdrifteten Baggergutes außerordentlich stark sein, um diese eindeutig in den Messungen identifizieren zu können. Dazu kommen Verdünnungseffekte, da die Dauermessstelle ca. 4 km von der Verbringstelle entfernt liegt. Entsprechend kann in Abb. 15 keine signifikante Beeinflussung der gemessenen Trübungswerte durch verdriftetes Baggergut festgestellt werden.

Grundsätzlich ist die Messung von Trübung in unmittelbarer Nähe zur VS689R eine geeignete Monitoringtechnik, mit der Verdriftungswege von Baggergut identifiziert werden können. Die Messung der Trübung wird daher als Bestandteil eines möglichen erweiterten Monitoringkonzepts vorschlagen, welches in Kap. 7.1 erläutert wird.

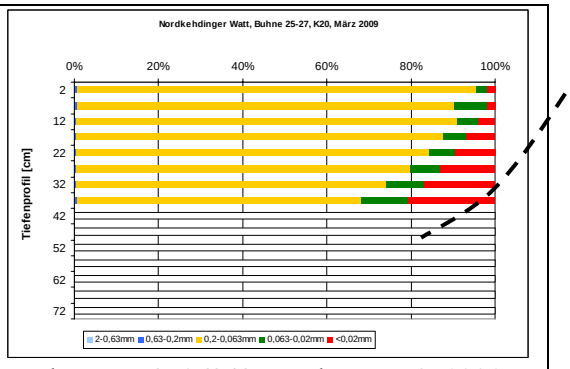
6.1.2 Vergleich der Kernproben stromauf- und stromabwärts der Verbringstellen im Bereich km 690

Die Ergebnisse der Beprobung der Gewässersohle im Verbringbereich bei km 688/690 (siehe Kap. 5) zeigen Hinweise einer Verdriftung und möglichen Ablagerung der feinkörnigen Anteile des auf den Verbringstellen umgelagerten Baggergutes. Durch Untersuchung der Seitenbereiche sollen die Verdriftungswege weiter über den Nahbereich hinaus verfolgt werden.

Die Korngrößenverteilung der Sedimentkerne wurde schichtweise über die Tiefe der Kerne untersucht. Die Kerne der 1. Kampagne (Oktober 2008) wurden über die gesamte Tiefe untersucht. Aufgrund des hohen labortechnischen Aufwands wurden die Sedimentkerne der 2. Kampagne (März 2009) zunächst nur bis in eine Tiefe von 40 cm untersucht. Die Ergebnisse der beiden Kampagnen sind beispielhaft für den Probenahmestandort K20 in Abb. 17 dargestellt. Beide Kerne zeigen hier übereinstimmend in den oberen Sedimentschichten einen dominanten Feinsandanteil (gelb). Dieser Feinsandanteil nimmt gegenüber den schluffigen Anteilen (grün und rot) in der Tiefe kontinuierlich ab. In größerer Tiefe ab 40 cm dominieren dann die schluffigen Anteile. Eine solche Gegenüberstellung ermöglicht es anhand der Korngrößenverteilung identische Schichtabfolgen zu erkennen und damit für den Zeitraum zwischen den Probenahmen eine Ablagerung bzw. die Erosion bestimmter Sedimentschichten zu erkennen bzw. auszuschließen[2]. An der Probenahmeposition K20 kann für den Zeitraum Oktober 2008 bis März 2009 aufgrund der gleichen Schichtenabfolge in den obersten 40 cm (schwarz gestrichelte Linie in Abb. 17) ausgeschlossen werden, dass weder eine dauerhafte Ablagerung frischer Sedimente oder die Erosion alter Sedimentschichten stattgefunden hat. In Kap. 6.2 werden ergänzend die Schadstoffgehalte und deren Entwicklung über die untersuchten Schichten des Sedimentkerns auf Hinweise für eine mögliche Herkunftsbestimmung der Sedimentschichten diskutiert.



Rechtswert: 3506240, Hochwert: 5971000
Tiefenlage: -3,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

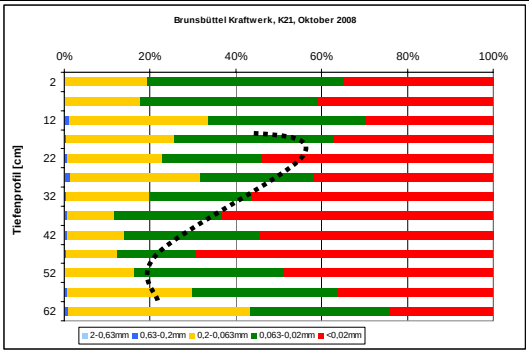


Rechtswert: 3506242, Hochwert: 5971001
Tiefenlage: -3,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

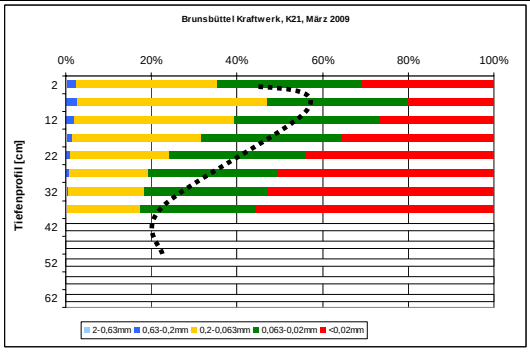
Abb. 17: Kornverteilung in unterschiedlichen Schichttiefen an der Probenahmeposition Nordkehdinger Watt, Buhne 25-27, Kern 20, Vergleich der Kernproben aus Oktober 2008 und März 2009

[2] Es sei darauf hingewiesen, dass die beschriebene Methodik für diesen Bericht einzig durch einen optischen Vergleich erfolgt ist. Zukünftig möglich wäre die Entwicklung eines automatisierten Auswertealgorithmus, der dann aufgrund statistischer Kenngrößen der Korngrößenverteilung objektiv die Güte der Übereinstimmung überprüft.

Anders bei der Probenahmeposition K21 (siehe Abb. 18). Hier ergibt die schichtgenaue Analyse der beiden Kerne einen Hinweis auf die Erosion der obersten Sedimentauflage (Dicke ca. 10 cm) im Zeitraum Oktober 2008 bis März 2009. Die Schichtenabfolge der obersten 40 cm im rechten Sedimentkern (März 2009) kann aufgrund einer ähnlichen Entwicklung der Korngrößenverteilung ab einer Tiefe von ca. 10 cm wiedererkannt werden (schwarz gestrichelte Linie in Abb. 18).



Rechtswert: 3513752, Hochwert: 5973071
Tiefenlage: -1,8 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)



Rechtswert: 3513806, Hochwert: 5973052
Tiefenlage: -2,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Abb. 18: Kornverteilung in unterschiedlichen Schichttiefen an der Probenahmeposition Brunsbüttel Kraftwerk, Kern 21, Vergleich der Kernproben aus Oktober 2008 und März 2009

An beiden Probenahmepositionen K20 und K21 kann im Betrachtungszeitraum eine Ablagerung von verdriftetem Baggergut in Mächtigkeiten von mehr als 5 – 10 cm ausgeschlossen werden. An der Probenahmeposition K20 ist die Sohllage stabil geblieben (Stagnation). An der Probenahmeposition K21 kam es zu einem Abtrag (Erosion). Insgesamt konnte an keiner Probenahmeposition die Ablagerung von Sedimenten an der Gewässersohle (Deposition) im Betrachtungszeitraum nachgewiesen werden. An einigen Positionen konnte vergleichbar zu K20 und K21 eine Erosion bzw. Stagnation der Gewässersohle nachgewiesen werden. Bei den Kernen vieler anderer Probenahmepositionen konnten die Schichtenabfolge beider Kerne einander nicht zugeordnet werden. Dies liegt daran, dass es bei der Probenahme in vielen Fällen aus technischen, hydrologischen und nautischen Gründen nicht gelungen ist, die Kerne der 2. Kampagne im März 2009 an der exakt selben Stelle wie im Oktober 2008 zu nehmen. Die Ergebnisauswertung hat schon kleinräumig, in Distanzen von teilweise weniger als 50 m einen sehr unterschiedlichen Aufbau der Gewässersohle gezeigt, so dass eine exakte Zuordnung wie zuvor am Kern K20 (siehe Abb. 17) demonstriert werden konnte, nicht immer möglich ist.

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Auswertung aller Sedimentkerne ist in Tab. 8 enthalten. Morphologische Tendenzen sind entweder Erosion, Deposition oder Stagnation sowie die kontinuierliche Zu- oder Abnahme des Massenanteils einer Sedimentfraktion über die Tiefe. Die graphische Darstellung der Korngrößenverteilung für alle Kerne liegt dem Anhang dieses Berichts bei. Ergänzt wird Tab. 8 um die Ergebnisse der Schadstoffanalytik, die nachfolgend in Kap. 6.2 beschrieben wird.

Tab. 8: Zusammenfassung der Ergebnisse zu morphologischen Tendenzen und der Vergleichbarkeit der Schadstoffbelastung mit den typischen Belastungen an den Dauermessstellen (DMS) Wedel (repräsentativ für Wedeler Baggergut) oder Brunsbüttel.
Festgestellte morphologische Tendenzen sind in der Tabelle fett hervorgehoben.

Probenahmeposition und Kernnummer	**Morphologische Tendenz, Betrachtungszeitraum Oktober 08 – März 09**	**Bewertung Niveau der Schadstoffbelastung (ca. 0-5 cm Kerntiefe)** (ca. 5-10°cm Kerntiefe)
K 1 (2008), K 1b (2009), km 703	Zu hohe räumliche Distanz (ca. 500 m), daher keine morphologische Tendenz ableitbar	2008: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel 2009: > Wedeler Baggergut > Wedeler Baggergut
K 2, km 701	Zu hohe räumliche Distanz (ca. 110°m), daher keine morphologische Tendenz ableitbar	2008: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel 2009: DMS Brunsbüttel zw. Brunsbüttel und Wedeler Baggergut
K 31, km 700	Kein Kern aus 2008, daher gegenwärtig keine morphologische Tendenz ableitbar	2009: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel
K 32, km 701	Kein Kern aus 2008, daher gegenwärtig keine morphologische Tendenz ableitbar	2009: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel
K 20, km 700,2	**Stagnation im Zeitraum Oktober 2008 bis März 2009, kontinuierliche Zunahme des Feinsandanteils in den oberen Schichten**	2008: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel 2009: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel
K 4, km 694	**Stagnation, Zunahme schluffiger Sedimentanteile in oberen Schichten**	2008: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel 2009: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel
K 22, km 691,7	90% - 98% Massenanteil Feinsand in allen Schichten, daher keine Möglichkeit anhand Korngrößenverteilung eine morphologische Tendenz zu erkennen.	2008: zw. Brunsbüttel und Wedeler Baggergut Wedeler Baggergut 2009: zw. Brunsbüttel und Wedeler Baggergut Wedeler Baggergut
K 21, km 692,4	**Hinweis auf geringe Erosion (ca. 10 cm) im Zeitraum Oktober 2008 bis März 2009, stark schluffiges Sediment, über die Tiefe immer wieder Schichten mit höherem Feinsandanteil bis ca. 30% – 40%**	2008: DMS Brunsbüttel zw. Brunsbüttel und Wedeler Baggergut 2009: DMS Brunsbüttel zw. Brunsbüttel und Wedeler Baggergut

Probenahmeposition und Kernnummer	**Morphologische Tendenz, Betrachtungszeitraum Oktober 08 – März 09**	**Bewertung Niveau der Schadstoffbelastung (ca. 0-5 cm Kerntiefe)** (ca. 5-10°cm Kerntiefe)
K 23, km 683,7	Trotz Probenahme fast auf der selben Position (Distanz 16 m) keine Zuordnung der Schichten möglich.	2008: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel 2009: DMS Brunsbüttel Wedeler Baggergut
K16, km 683	Zu hohe räumliche Distanz (ca. 350 m), daher keine morphologische Tendenz ableitbar	2008: DMS Brunsbüttel zw. Brunsbüttel und Wedeler Baggergut 2009: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel
K17, km 681	Zu hohe räumliche Distanz (ca. 500 m), daher keine morphologische Tendenz ableitbar	2008: Wedeler Baggergut Wedeler Baggergut 2009: > Wedeler Baggergut > Wedeler Baggergut
K15, km 680	Zu hohe räumliche Distanz (ca. 200 m), daher keine morphologische Tendenz ableitbar	2008: DMS Brunsbüttel Wedeler Baggergut 2009: DMS Brunsbüttel DMS Brunsbüttel
K14, km 677	Zu hohe räumliche Distanz (ca. 200 m), daher keine morphologische Tendenz ableitbar	2008: Wedeler Baggergut zw. Brunsbüttel und Wedeler Baggergut 2009: DMS Brunsbüttel Wedeler Baggergut
K13, km 675	Sehr ähnliche Korngrößenverteilung in allen untersuchten Schichten, daher keine Möglichkeit eine morphologische Tendenz zu erkennen	2008: Wedeler Baggergut Wedeler Baggergut 2009: DMS Brunsbüttel Wedeler Baggergut

6.2 Schadstoffe

6.2.1 Zeitliche Trends in den Schadstoffbelastungen an den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel

Bereits Kap. 4.2 beschreibt für die Dauermessstelle Wedel eine Abnahme der Schadstoffgehalte in Schwebstoffen im Zeitraum von 2002 bis 2008. Dieser Trend ist an allen Dauermessstationen der Tideelbe zu erkennen. Abb. 19 stellt beispielhaft die Entwicklung der Cadmiumgehalte an den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel dar.

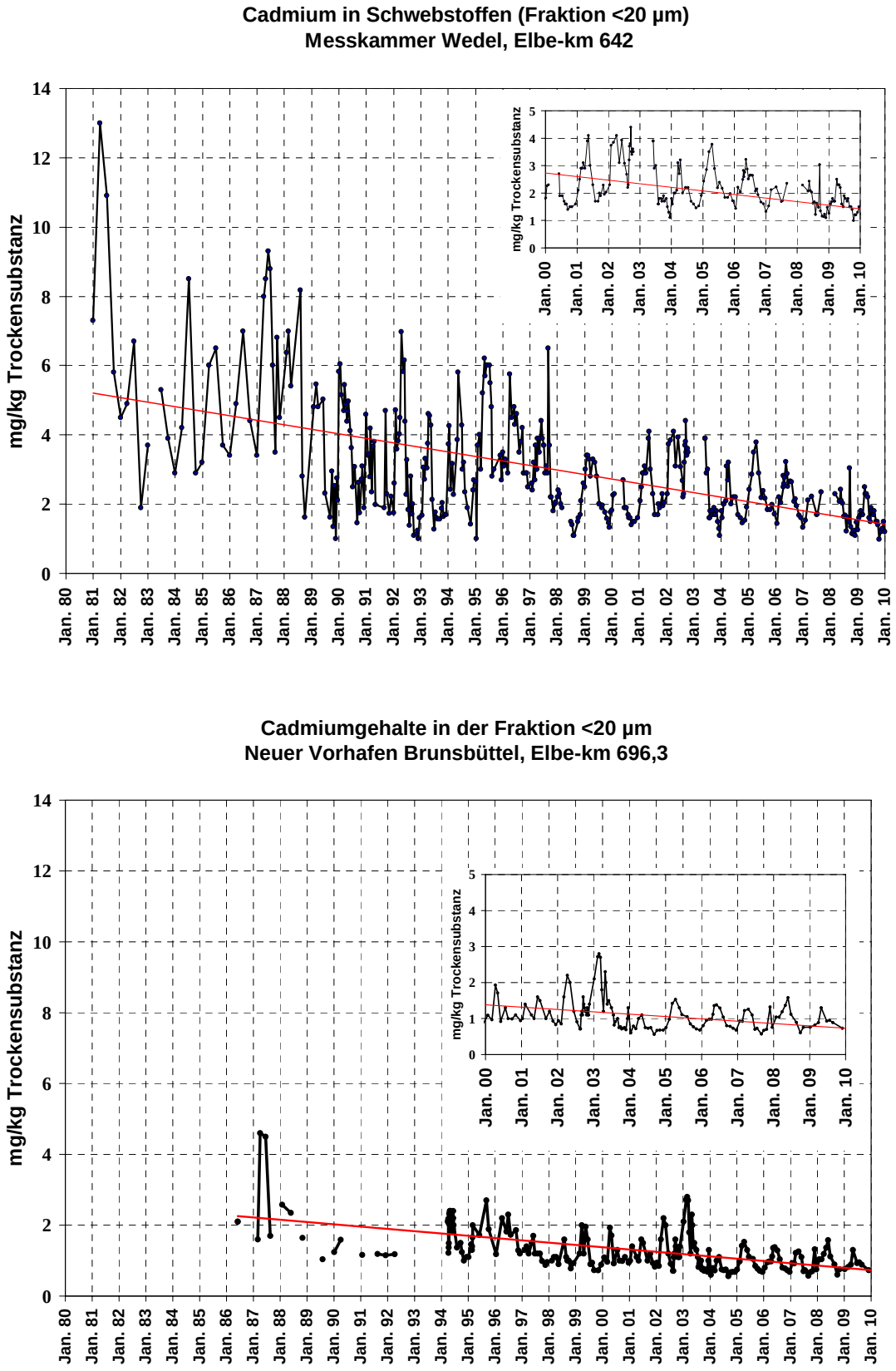


Abb. 19: Trend der Cadmiumgehalte an den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel

Weiterhin ist eine Abnahme der Schadstoffgehalte von Wedel flussabwärts nach Brunsbüttel zu erkennen. Dies ist durch den Eintrag gering belasteter Feinsedimente marinen Ursprungs, die zu einer Verdünnung der Schadstoffgehalte beitragen, zu erklären.

6.2.2 Schadstoffbelastung im Längsverlauf der Elbe

Die Gesamtschau der Sedimentkerne vom Oktober 2008 lässt erkennen, dass die Gehalte vieler Schadstoffe, insbesondere der Schwermetalle Cadmium, Quecksilber, Kupfer und Zink sowie elbetypischer Schadstoffe wie Hexachlorbenzol und Verbindungen der DDX-Gruppe, generell in Richtung Elbemündung abnehmen und gegen die Tiefe zunehmen. Für Cadmium und Hexachlorbenzol sind die Konzentrationsprofile in Abb. 21 und Abb. 21 dargestellt.

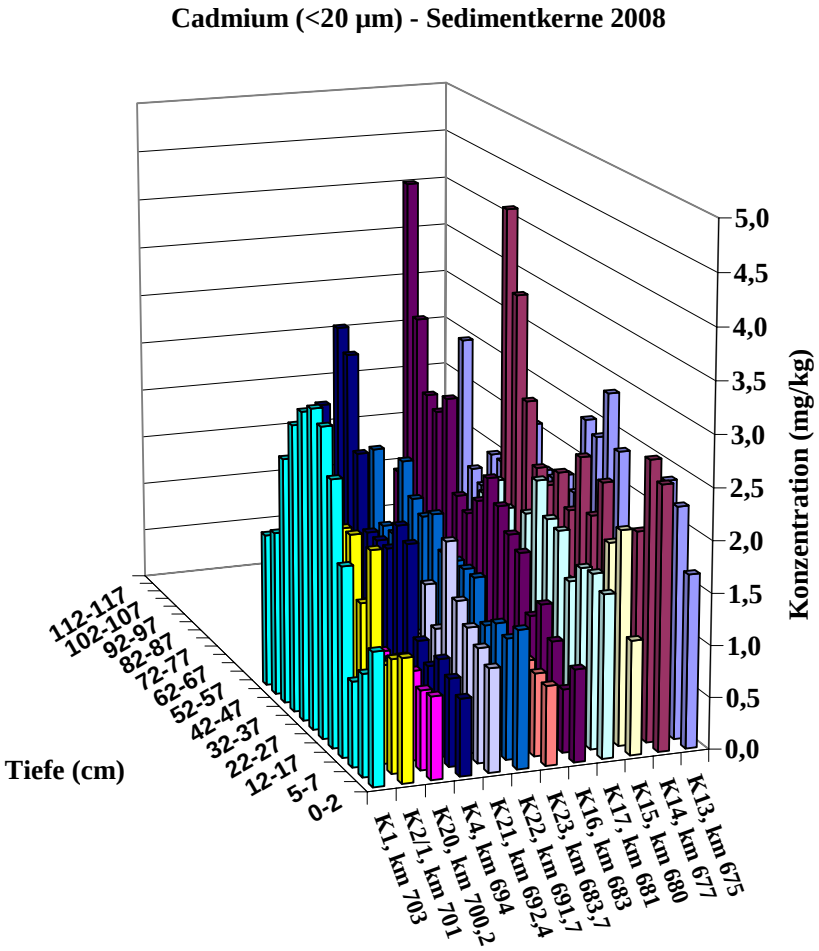


Abb. 20: Längsverlauf der Cadmiumgehalte, gemessen in der Fraktion <20 µm, vom Nordkehdinger Watt (K1) bis Glückstadt (K13) mit Tiefenverteilung, Probenahmekampagne vom Oktober 2008

Es ist davon auszugehen, dass sich, wenn wahrscheinlich jedoch erst mittelfristig, eine zusätzliche Beeinflussung der Schadstoffgehalte durch verdriftetes Baggergut in den oberflächennahen Schichten erkennen lässt. Die mittleren Cadmiumkonzentrationen im Bereich Wedel liegen z.B. im Zeitraum 2006 – 2008 bei 2,0 mg/kg an der Dauermessstelle Wedel (Tab. 3) sowie bei 1,4 mg/kg bzw. 1,8 mg/kg im Unterhaltungsbaggergut aus dem Sedi-

mentfang im September 2008 (Tab. 4) bzw. von September 2008 – Juli 2009 (BfG 2010), im Bereich Brunsbüttel bei 1,0 mg/kg (
Tab. 5). Schwermetalle werden in der nachfolgenden Analyse als Tracer zur Untersuchung der Verdriftungswege von Baggergut verwendet.

Die Gehalte der organischen Schadstoffe sind großen Schwankungen unterworfen. Dies liegt zum Einen an den im Vergleich zu Schwermetallen instabileren Stoffeigenschaften und zum Anderen an den größeren Messunsicherheiten in der Analytik. Trotz der größeren Variationen ist in Abb. 21 am Beispiel des Hexachlorbenzols ebenfalls eine deutliche Abnahme der Gehalte in Richtung Mündung und innerhalb der Kerne mit geringerer Schichttiefe zu erkennen. Wegen der größeren Variabilität der Ergebnisse sind organische Schadstoffe und Organozinnverbindungen zwar weniger als Tracer geeignet, um Verdriftwege von Baggergut zu erkennen, sie können aber aufgrund der größeren Konzentrationsunterschiede zwischen Proben aus dem inneren und dem äußeren Ästuar ebenfalls qualitative Hinweise geben.

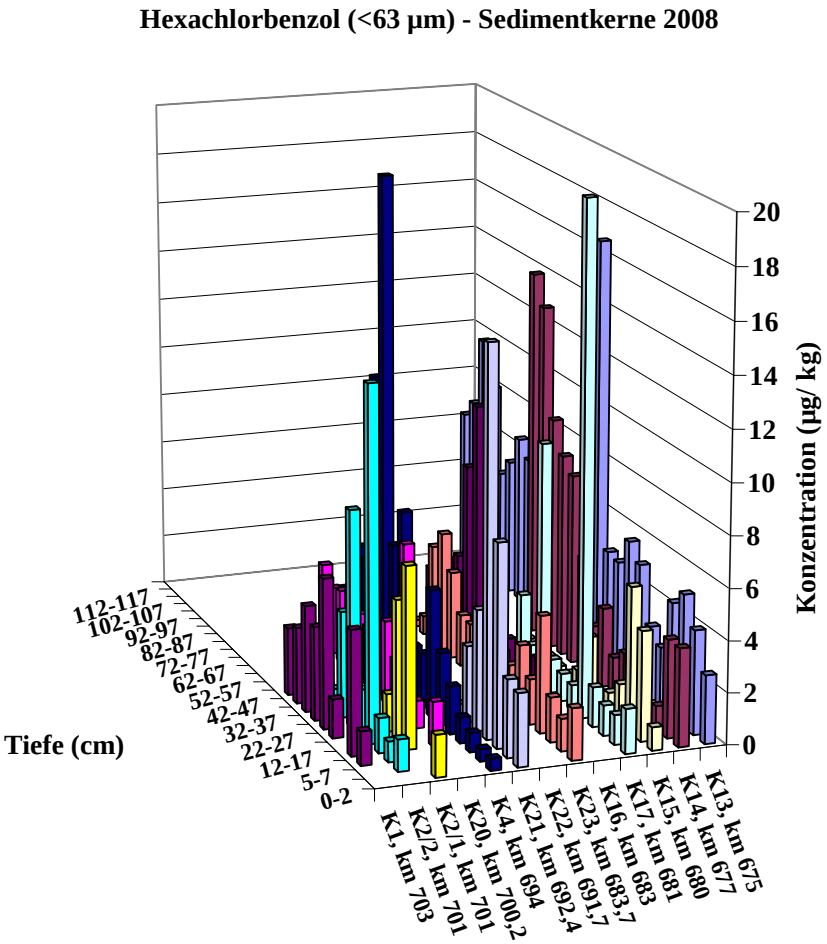


Abb. 21: Längsverlauf der Hexachlorbenzolgehalte, normiert auf die Fraktion <63 µm vom Nordkehdinger Watt (K1) bis Glückstadt (K13) mit Tiefenverteilung, Probenahmekampagne vom Oktober 2008

Es kann auch festgestellt werden, dass Belastungen an Schwermetallen sowie organischen Schadstoffen und Organozinnverbindungen in tieferen und daher höher belasteten

Sedimentschichten gut mit Analysen der 80er und 90er Jahren an den Dauermessstellen Wedel, Bützfleth und Brunsbüttel verglichen werden können (Abb. 19).

6.2.3 Schadstoffbelastung der Sedimentkerne stromauf der Verbringstellen bei km 688/690

Die Positionen der Sedimentkerne sind in Abb. 2 dargestellt. Der Tiefenverlauf von Schadstoffen in den einzelnen entnommen Kernen ist zumeist identisch, so dass die Schadstoffe im jeweiligen Kern die gleiche Eintragsgeschichte aufweisen.

In Kern 14 (km 677) von der südlichen Störmündung ist dies zusammen mit dem Anstieg des Schadstoffgehaltes gegen die Tiefe deutlich zu erkennen (Abb. 22). Die Oberflächenschichten (0-4 cm) des Kerns aus dem Jahr 2008 spiegeln die Schwermetallgehalte der Dauermessstelle Wedel wieder. Da die Entnahmestelle des Kerns genau zwischen den beiden Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel liegt, wäre ein Mittelwert dieser beiden Messstellen zu erwarten. Es könnte also zum jetzigen Zeitpunkt eine Stagnation der Verhältnisse vorliegen, d.h. in diesem Bereich erfolgt weder Sedimentation noch Erosion. Von ca. 40 cm bis 60 cm steigen die Gehalte stetig an. Bei 60 cm entsprechen die Konzentrationen von Zink, Cadmium und Quecksilber denen aus den 1980er Jahren, in denen die Sedimente höher belastet waren. Aufgrund der Schadstoffgehalte in den Oberflächensedimenten dieses Kerns ist eine Verdriftung von Baggergut in diesen Bereich nicht auszuschließen. Im Jahr 2009 sind die Schwermetallgehalte der Oberflächensedimente dagegen auf dem Niveau der an der Dauermessstelle Brunsbüttel gemessenen Belastung. Ab 10 cm ist ein Anstieg der Konzentrationen, vergleichbar zu 2008, zu beobachten.

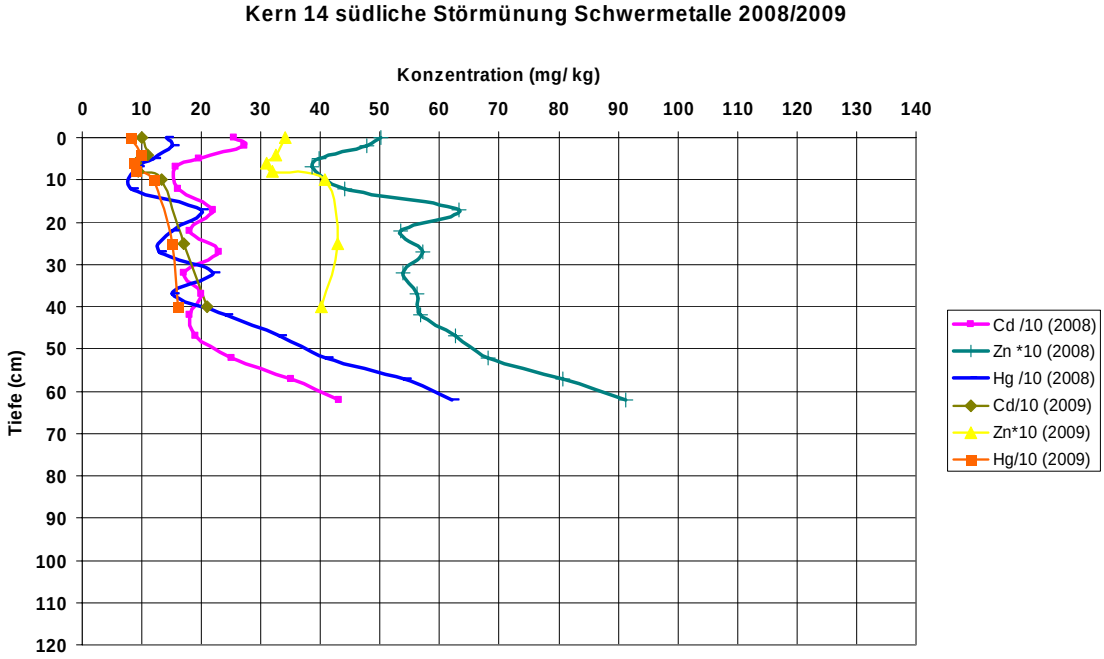


Abb. 22: Tiefenverteilung von Cadmium (Cd), Zink (Zn) und Quecksilber (Hg) in Kern 14 (km 677) an der südlichen Störmündung.
Dargestellt sind die Ergebnisse der Probenahmekampagnen vom Oktober 2008 und März 2009. Die Zinkwerte sind mit 10 zu multiplizieren; die Cadmium- und Quecksilberwerte durch 10 zu dividieren.

Der Konzentrationsverlauf von Cadmium, Zink und Quecksilber zeigt für Kern 23 (km 683,7) in Abb. 23 ein etwas anderes Bild. Die Belastung der Oberflächenschichten ist etwas geringer als die bei Brunsbüttel. Der Feinkornanteil der Sedimente aus 2008 liegt zwischen 40 % und 80 % und aufgrund der niedrigen Schadstoffbelastung kann eine Verdriftung des umgelagerten Wedeler Baggergutes ausgeschlossen werden. Im Jahr 2009 stiegen die Gehalte im Kern in den ersten 10 cm von Brunsbütteler Niveau auf Wedeler Baggergut Niveau an (Tab. 8, Kap. 6.1.2). Dieser Unterschied kann durch Unterschiede in den Probenahmepositionen 2008 und 2009 erklärt werden.

Ab etwa 70 cm Tiefe des Sedimentkerns aus 2008 werden Hintergrundkonzentrationen für Schwermetalle erreicht, in 2009 werden diese schon ab 10 cm erreicht. Das heißt, die Sedimente stammen aus der vorindustriellen Zeit. Auffällig ist, dass die hohen Belastungen aus früheren Jahren fehlen. Es ist möglich, dass die höher belasteten Sedimente zu einem früheren Zeitpunkt vollständig erodierten und somit nicht mehr zu finden sind.

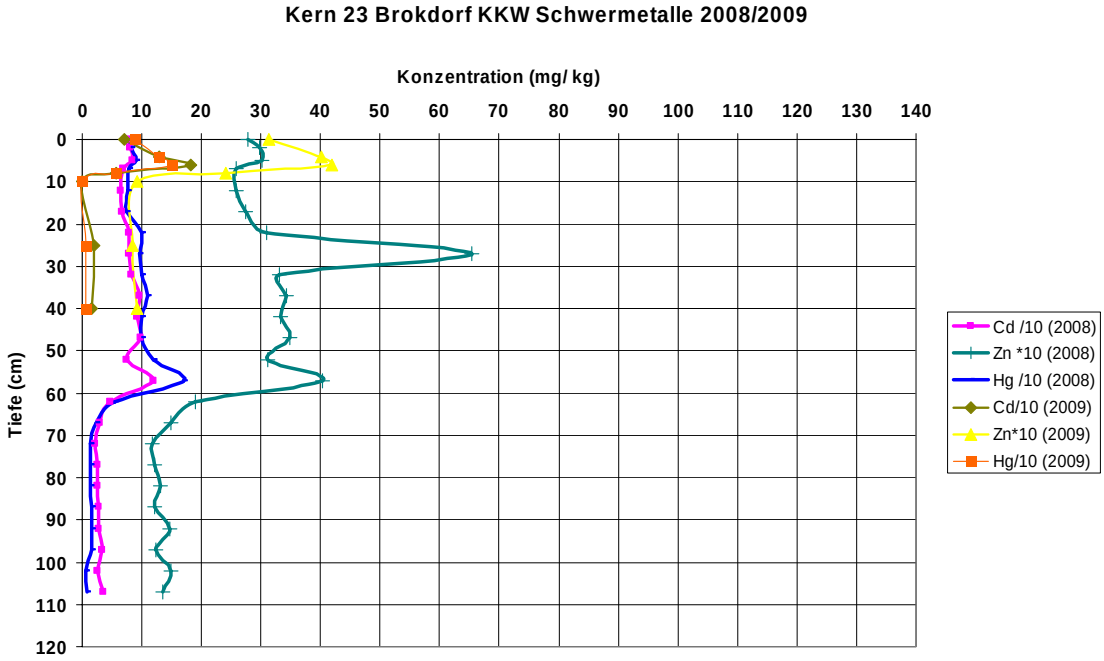


Abb. 23: Tiefenverteilung von Cadmium (Cd), Zink (Zn) und Quecksilber (Hg) in Kern 23 (km 683,7) Brokdorf.
Dargestellt sind die Ergebnisse der Probenahmekampagnen vom Oktober 2008 und März 2009. Die Zinkwerte sind mit 10 zu multiplizieren, die Cadmium- und Quecksilberwerte durch 10 zu dividieren.

Aufgrund des ansteigenden Schadstoffgradienten ist eine Aussage bei den weiter stromaufwärts liegenden Kernen zu Verdriftungswegen von Baggergut zunehmend unsicherer. Daher werden im Folgenden die Kerne K13 - K17 nicht näher beschrieben.

6.2.4 Schadstoffgehalte der Sedimentkerne im Nahfeld der Verbringstellen bei km 688/690

Die Kerne K21 (km 692,4), K22 (km 691,7) und K4 (km 694) sind die der Verbringstellen am nächsten gelegenen Kerne. Die Schadstoffgehalte der Kerne vom Oktober 2008 und März 2009 an Position K21 liegen in den Oberflächensedimenten auf dem Niveau der Gehalte der Dauermessstelle Brunsbüttel. Aufgrund des hohen Feinkornanteils von ca. 35 % wird für

diese Position eine Fortsetzung des Schadstoffmonitorings empfohlen. Der Kern an Position K22 ist durch einen geringen Feinkornanteil (< 10 %) und hohen Feinsandanteil gekennzeichnet. Die Sedimente von Kern K21 sind im Vergleich viel feinkörniger und werden wahrscheinlich mehr durch den Eintrag von marinen Sedimenten beeinflusst.

Auch die Oberflächensedimente des Kerns vom Oktober 2008 an Position K22 zeigen Schadstoffgehalte, die vergleichbar mit denen an der Dauermessstelle Brunsbüttel sind. Nur das Quecksilber weist niedrigere Gehalte auf. Die Analyseergebnisse des Kerns von März 2009 an der Position K22 zeigen, dass die Gehalte der Schwermetalle gestiegen sind und nun auf einem Niveau zwischen der Dauermessstelle Brunsbüttel und Wedel bzw. Wedeler Baggergut liegen. Diese Tatsache kann eine Bestätigung dafür sein, dass sich in der Zeit von Oktober 2008 und März 2009 Anteile aus dem umgelagerten Baggergut dort abgelagert haben könnten. Auch an der Position K4 ist diese Tendenz zu beobachten. Die Sedimente im Kern 4 vom Oktober 2008 weisen im Vergleich zu den Messergebnissen an der Dauermessstelle Brunsbüttel noch geringe Schadstoffgehalte auf. Die im Kern vom März 2009 erfassten Gehalte liegen auf dem Niveau der Dauermessstelle Brunsbüttel.

Es gibt damit im Nahfeld des Verbringbereichs, entlang des Südufers der Elbe, Hinweise auf umgelagertes Baggergut, welches möglicherweise hierher verdriftet ist und sich an der Gewässersohle abgelagert hat. Die Unterschiede in den Schadstoffniveaus sind jedoch nicht signifikant, so dass nur ein längerfristiges Monitoring belastbarere Schlussfolgerungen zulassen wird.

6.2.5 Schadstoffgehalte der Sedimentkerne stromab der Verbringstellen bei km 688/690

In den auf der Südseite der Elbe und am nächsten zur Mündung gelegenen Kernen K4 bis K1 sollten niedrige Gehalte, vergleichbar mit denen der Dauermessstelle Brunsbüttel, zu finden sein. Tatsächlich nehmen aber die Schwermetallgehalte in Richtung stromab von K4 (Niveau Brunsbüttel) zu K1/1b (höher als Wedeler Baggergut) zu (Tab. 8, Kap. 6.1.2).

Während in den oberen 12 cm des Sedimentkerns vom Oktober 2008 an Position K1 (km 703) die Schadstoffgehalte auf dem Niveau der Dauermessstelle Brunsbüttel liegen, wurden in den Schichten zwischen 12 und 40 cm Schwermetallgehalte, die für diesen Bereich der Tideelbe als erhöht anzusehen sind, angetroffen (siehe Abb. 20 und Anhang 1). Diese Gehalte übersteigen z.T. das aktuelle Belastungsniveau von Wedeler Feststoffen und könnten älteren Sedimentablagerungen zuzuordnen sein

Die Kerne K20 (km 700,2) und K2 (km 701) zeigen in den Oberflächensedimenten sehr niedrige Gehalte der Schwermetallen sowie der organischen Schadstoffe. Da sie unter den Gehalten der Dauermessstelle Brunsbüttel liegen, ist nicht davon auszugehen, dass sich in diesem Bereich belastetes Baggergut ablagert.

Die Sedimente der Kerne K31 (km 700) und K32 (km 701) auf der Nordseite der Elbe aus 2009 zeigen keine Auffälligkeiten in den Schadstoffgehalten und gleichen denen der Dauermessstelle Brunsbüttel (Tab. 8, Kap. 6.1.2).

6.3 Vergleich der Sedimentkerne 2008/2009

Im folgenden werden einzelne Sedimentkerne verglichen, die 2008 und 2009 soweit es möglich war, an der gleichen Stelle gezogen worden sind.

Eine Besonderheit stellt K17 (km 681) dar. Die Sedimente des Kerns von der Probenahme Oktober 2008 zeigen keine besonderen Auffälligkeiten in der Schadstoffbelastung. Die Sedimente des Kerns von der Probenahme März 2009 an dieser Position hingegen weisen um ein Vielfaches höhere Schwermetallgehalte (besonders Quecksilber) und organische Schadstoffgehalte in den ersten 10 cm auf (Abb. 24). Die Schadstoffgehalte zeigen Analysewerte von Schwermetallen, die in den 1980er Jahren elbetypisch waren. In heutigem Baggergut und Schwebstoffen der Elbe sind solche Belastungen nicht mehr zu finden. Die Schadstoffverteilung ist mit der aus 2008 nicht zu vergleichen.

Lägen die entnommenen Kerne 17 aus 2008 und 2009 in einem Erosionsgebiet, was aufgrund der hohen Konzentrationen und der früheren Sedimentbelastungen angenommen werden könnte, müsste eine starke Erosion vorherrschen, um Sedimentschichten aus den 80er Jahren freizulegen zu können. Wahrscheinlicher ist, dass das Sedimentationsgeschehen in diesem Bereich sehr kleinräumig ist und Depositions-, Erosions-, sowie Stagnationsgebiete in direkter Nachbarschaft liegen. Die Probenahme von 2008 konnten wegen unterschiedlichen Ebbe- und Flutverhältnissen 2009 nicht exakt angefahren werden, so dass der Kern aus 2009 in einem Stagnations- oder Erosionsgebiet liegen könnte und somit ältere Schichten erfasst wurden.

Die Schadstoffgehalte in den bisher untersuchten oberen 40 cm des Sedimentkerns an der Position K1b aus dem März 2009 weichen von den in den übrigen Kernen sowie in aktuellen Feststoffen aus diesem Bereich nachgewiesenen Werten deutlich zu höheren Konzentrationen ab (siehe Anhang 1). Die Schwermetallgehalte entsprechen z.T. dem Niveau bei Wedel, sind aber für einige Elemente, z.B. Arsen, Chrom, Blei und Quecksilber höher als an der Dauermessstelle Wedel und im Baggergut aus dem Bereich Wedel. Da auch in dem Kern an der Position 1 aus dem Jahr 2008 in Schichten tiefer als 12 cm erhöhte Gehalte nachgewiesen

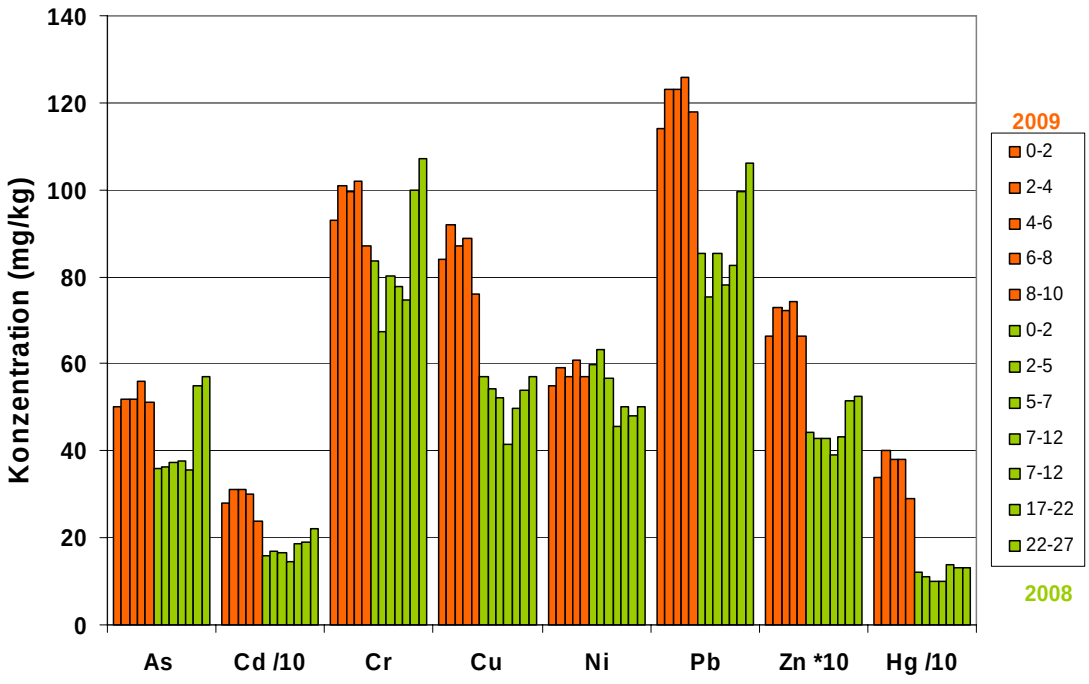


Abb. 24: Vergleich der Schwermetalle der Sedimente aus den Kernen 17 (km 681, Allwördener Außendeich) von 2009 und 2008

wurden, ist davon auszugehen, dass in 2009 ältere Ablagerungen beprobt wurden. Im Bereich der Position 1/1b liegen wahrscheinlich ältere Ablagerungen nahe an der Sedimentoberfläche und nur teilweise ist eine dünne Schicht mit frischen Ablagerungen anzutreffen.

Die Ergebnisse weisen auf eine Stagnation bzw. Erosion hin. Da die Schicht mit erhöhter Belastung mindestens 40 cm dick ist und die Belastung für einige Elemente die bei Wedel übersteigt, handelt es sich wahrscheinlich nicht um verdriftete Sedimente aus der Baggergutverbringung zu Elbe-km 688/690 sondern um Altablagerungen.

An anderen Kernen lassen sich in den Oberflächenschichten im Vergleich von 2008 und 2009 bisher keine nennenswerten Unterschiede erkennen, so dass keine belastbaren Aussagen möglich sind.

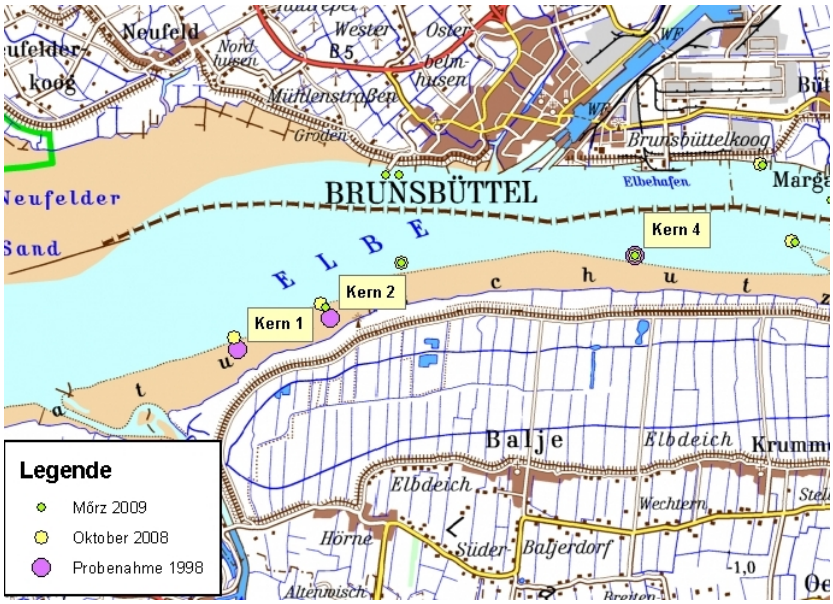


Abb. 25: Karte der Probenahmepunkte der Kerne 1, 2 und 4 von 1998, 2008 und 2009

6.4 Vergleich der Sedimentkerne 1998/2008

Werden dagegen Kerne von 1998 mit Kernen vom Oktober 2008 verglichen, sind deutlichere Unterschiede in den Schadstoffgehalten der einzelnen Sedimentschichten zu erkennen. Hierbei ist zu beachten, dass die entnommenen Kerne von 1998 sehr nah am Ufer und 2008 näher zur Flussmitte lagen (Abb. 25). 1998 sind die Entnahmepunkte teilweise von Land angefahren und die Sedimentkerne mit entsprechenden Geräten auf dem Watt entnommen worden. 2008 hingegen wurden alle Sedimentkerne vom Schiff aus gezogen (Abb. 28), so dass zwischen den Probenahmepositionen 1998 und 2008 eine Entfernung von bis zu 500 m liegt. Beim Vergleich der Kerne aus den Jahren 1998 und 2008 ist zu berücksichtigen, dass die Untersuchungen in 1998 mit einer geringeren Tiefenauflösung als in 2008 erfolgten.

Anhand der Cadmiumgehalte und der Kerne K2 und K4 werden im Folgenden die Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten aufgezeigt.

Wie bereits erwähnt, liegen die Probenahmepositionen der Kerne K2 in den Jahren 1998 und 2008 in einiger Entfernung zueinander (Abb. 25). Die Schadstoffgehalte wurden in 2008 über 25 cm gemittelt, da 1998 nur 25 cm Schichten entnommen wurden. Die Belastungen in den

oberen Sedimentschichten des Kerns aus 2008 sind generell höher. In der Schicht 17-22 cm des Kerns aus 2008 sind die höchsten Gehalte mit abnehmenden Gehalten zur Oberfläche zu finden. Die Belastung der obersten Sedimentschicht ist vergleichbar mit den zum gleichen Zeitpunkt an der Dauermessstelle Brunsbüttel erfassten Schadstoffgehalten. Die gemittelte 27-42 cm Schicht aus 2008 lässt sich mit der 0-25 cm Schicht aus 1998 vergleichen, d.h. in den letzten 10 Jahren sind ca. 25 cm Material sedimentiert und zwar zunächst höher belastetes Material als 1998 noch an der Oberfläche zu finden war (Abb. 26).

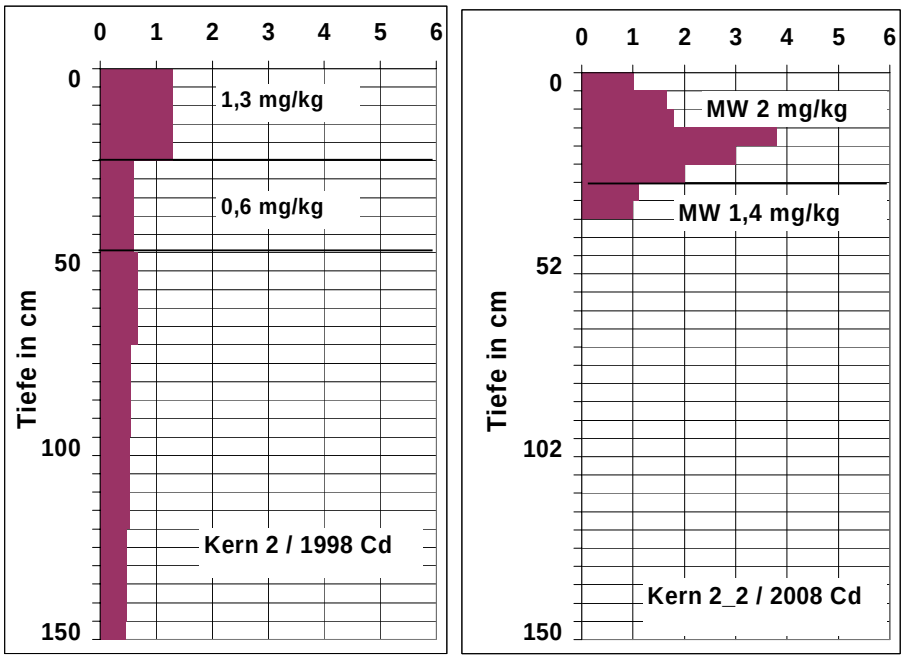


Abb. 26: Vergleich Cadmiumgehalte in den Kernen von 1998 und vom Oktober 2008 an der Position K2

Die Kerne an der Position K4 aus 1998 und 2008 wurden in unmittelbarer Nähe zueinander gezogen (Abb. 25). In den ersten 27 cm des Kerns aus 2008 ist eine deutliche Zunahme des Cadmiumgehaltes gegen die Tiefe zu erkennen. Dies bedeutet aktuell eine Ablagerung von frischem Material. Da aber die Schadstoffgehalte geringer als an der Dauermessstelle Brunsbüttel sind, liegt die Vermutung nahe, dass überwiegend marines Material dort abgelagert wird. In beiden Probenahmejahren zeigen die Oberflächenschichten die aktuelle Belastung der Schwebstoffe, so dass in beiden Jahren Sedimentation herrschte (Abb. 27). Angaben zu der zwischen 1998 und 2008 sedimentierten Menge lassen sich aber aus den Ergebnissen nicht ableiten.

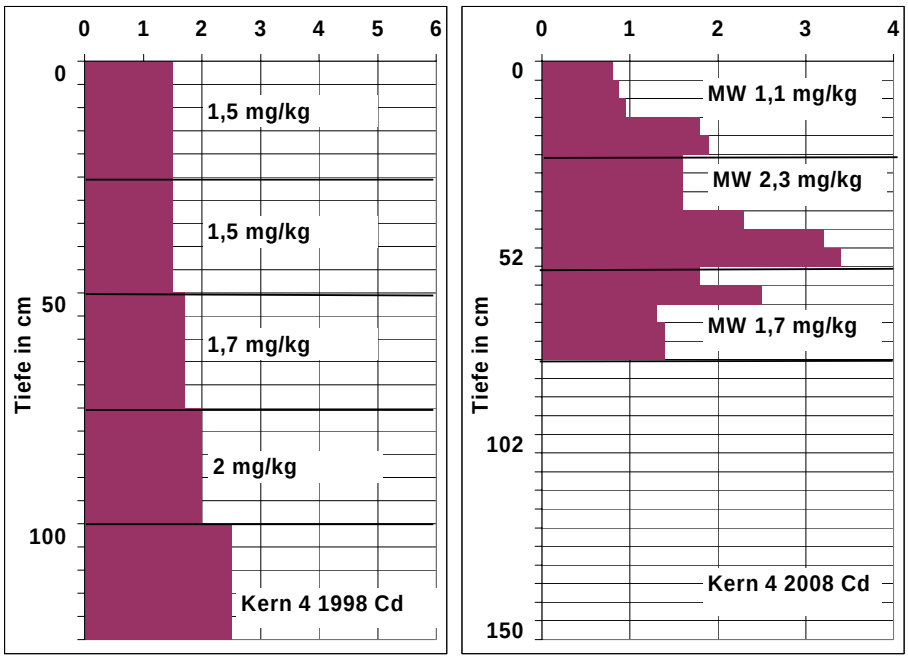


Abb. 27: Vergleich Cadmiumgehalte in den Kernen von 1998 und vom Oktober 2008 an der Position K4

a)

b)

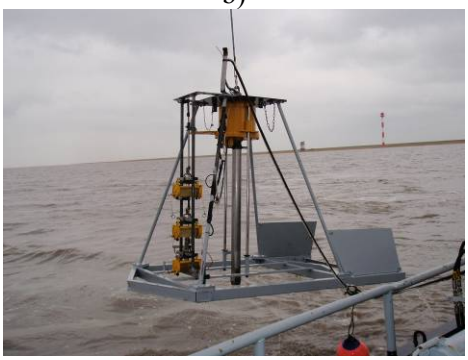


Abb. 28: a) Probenahme 1998 auf dem Watt, b) Probenahme 2008 mit Vibrocorer vom Schiff

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass Unterschiede in Sedimentschichten innerhalb eines Jahres einzig auf Grundlage von Schadstoffmustern kaum erkannt werden können.

Depositions-, Erosions- bzw. Stagnationstendenzen sind oft wahrscheinlich nur längerfristig, d.h. über einen Zeitraum von mehreren Jahren, erkennbar. Eine Wiederholung der Probenahme an möglichst exakt derselben Position ist zwingend erforderlich, da das Sedimentationsgeschehen kleinräumig sehr schwanken kann.

7 Zusammenfassung, Bewertung und Schlussfolgerungen

Im Oktober 2008 und im März 2009 wurden Sedimentproben für das Monitoring und zur Untersuchung von Verdriftungswegen des im Verbringbereich bei km 688/690 umgelagerten Baggergutes genommen. Die Probenahmepositionen lagen sowohl direkt im Verbringbereich als auch stromauf und stromab davon in den ufernahen Seitenbereichen der Tideelbe. Alle Proben wurden auf Korngrößenverteilung und Schadstoffbelastung analysiert und mit Blick auf die in Kap. 2 genannten Untersuchungsziele ausgewertet. Nachfolgend werden die wesentlichen Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Untersuchungen zusammengefasst. Der Bericht schließt mit einem Vorschlag zur Fortschreibung des bisherigen Monitoringkonzepts und einem Ausblick ab.

Wie haben sich in der nahen Vergangenheit die im Verbringbereich km 688/690 umgelagerten Baggergutmengen entwickelt?

- Bis 2005 wurde auf der Verbringstelle 690 Baggergut aus den Baggerbereichen Brunsbüttel und Cuxhaven umgelagert.
- Im Jahr 2006 kam es zu einer Änderung der Verbringungsstrategie. Wedeler Baggergut wird weiter stromab, insbesondere in den ebbestromdominierten Verbringbereich bei km 688/690 umgelagert. Dadurch kommt es zu einem Anstieg der Umlagerungsmengen auf zuletzt 4,5 Mio. m³ im Jahr 2008.
- Auflandungen führen im Jahr 2008 zur Erweiterung der Verbringstelle 690 auf 690_2.1 und 690_2.2 und der Einrichtung einer nördlich gelegenen Verbringstelle VS689R.
- Auf VS689R wird bis April 2009 ausschließlich Baggergut aus der Unterhaltung des Sedimentfangs bei Wedel umgelagert.
- Im April 2009 werden die Verbringstellen 690_2.1 und 690_2.2 wegen Auflandungen vorübergehend geschlossen. Das gesamte Baggergut wird jetzt auf VS689R umgelagert.
- Nach der derzeitigen Planung des WSA Hamburg wird die in diesem Bereich zu verbringende Baggergutmenge im Zuge der weiteren Fahrrinnenanpassung um ca. 0,9 Mio. m³ auf 5 bis 5,5 Mio. m³ jährlich zunehmen.

Welche Sedimentfraktionen des auf VS689R umgelagerten Baggergutes verdriften?

- Es wurde bis zum Zeitpunkt der Probenahmekampagne im März 2009 auf der neu eingerichteten VS689R nur Baggergut aus der Unterhaltung des Sedimentfangs vor Wedel umgelagert. Die Ergebnisse der Beprobung auf VS689R zeigen demnach nur die Einflüsse durch die Verbringung des Baggergutes aus dem Sedimentfang hierher.
- Das auf VS689R umgelagerte Baggergut aus der Unterhaltung des Sedimentfangs hat einen hohen Schluffanteil von 35% bis 75% und einen Feinsandanteil von 15% bis 60%.
- In allen direkt auf der Verbringstelle VS689R genommenen Sedimentproben wurde ein nur geringer Schluffanteil von maximal 5% und bei einer Probe von ca. 10% festgestellt. Der Feinsandanteil in allen Proben hat maximal 5% betragen.
- Damit ist nachgewiesen, dass bei einer Umlagerung von Baggergut auf VS689R die Sedimentfraktionen Schluff und Feinsand überwiegend verdriften und nur ein geringer Anteil dieser Fraktionen an der Gewässersohle auf der Verbringstelle verbleibt.

Was geschieht mit den Sedimentfraktionen des an VS689R umgelagerten Baggergutes, welche nicht verdriften?

- Nachgewiesen wurde eine Verdriftung der Fraktionen Schluff und Feinsand (siehe oben). Die grobkörnigen Anteile des Baggergutes hingegen lagern sich an der Gewässersohle ab und werden dort Bestandteil des sohlgebundenen Sedimenttransportgeschehens.
- Die Sohltopographie an der VS689R ist geprägt durch Transportkörper (Dünen). Das WSA Hamburg hat hier im Zeitraum Oktober 2008 bis November 2008 - dem Zeitraum der Umlagerung von Baggergut aus dem Sedimentfang Wedel - das Aufwachsen einiger Dünenstrukturen beobachtet. Ein möglicher Zusammenhang zwischen dieser Baggergutumlagerung und dem Aufwachsen der Dünenstrukturen kann jedoch mit Hilfe der bisher erhobenen Daten nur unzureichend untersucht werden.

Wie ist die Verdriftungssituation auf den südlichen Verbringstellen im Vergleich zu VS689R?

- Die südlichen Verbringstellen 690, 690_2.1 und 690_2.2 liegen im Vergleich zu VS689R in geringerer Wassertiefe und in einer Gleithanglage. Die Verbringstelle VS689R liegt in einer ausgeprägten Prallhanglage. Von im Vergleich zu VS689R geringeren mittleren Strömungsverhältnissen muss ausgegangen werden.
- Die auf den südlichen Verbringstellen genommenen Sedimentproben weisen einen nur wenig höheren Schluff- und Feinsandanteil als die Proben von der VS689R auf. Die Sedimentproben mit dem höchsten Feinkornanteil stammen von der Verbringstelle 690_2.2.
- Auf die südlichen Verbringstellen wurde Baggergut aus der Herstellung des Sedimentfangs (Zeitraum Mai bis Juni 2008) und Baggergut aus verschiedenen Baggerbereichen der WSÄ Hamburg und Cuxhaven verbracht. Im Gegensatz zu der VS689R ist die mittlere Korngrößenverteilung des umgelagerten Baggergutes unbekannt.
- Daher kann nur unter Vorbehalt die Schlussfolgerung gezogen werden, dass trotz der im Vergleich zu VS689R geringeren Strömungsgeschwindigkeiten auch hier die Schluff- und Feinsandanteile des umgelagerten Baggergutes verdriften können. Die Möglichkeit, dass erhöhte Mengen an Feinsand aus Baggergut zwischenzeitlich an der Gewässersohle auflanden, ist am ehesten auf der Verbringstelle 690_2.2 gegeben.

Wie unterscheiden sich die an den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel in den Schwebstoffen/schwebstoffbürtigen Sedimenten nachgewiesenen Schadstoffgehalte?

- Die Schwebstoffe an der Dauermessstelle Wedel zeigen im Vergleich zur Dauermessstelle Brunsbüttel etwas höhere Gehalte an Cadmium, Kupfer, Quecksilber, Zink und organischen Schadstoffen.
- Das Baggergut aus dem Sedimentfang vor Wedel zeigt eine ähnliche Belastung wie die Schwebstoffe an der Dauermessstelle Wedel.
- Der Belastungsunterschied zwischen den Dauermessstellen Wedel und Brunsbüttel ist bezogen auf den Beobachtungszeitraum von einem Jahr nicht ausreichend signifikant, um belastbare Aussagen zur Verdriftung von Baggergut treffen zu können. Die Verdünnung mit marinem und gering belastetem Material erschwert dies zusätzlich.

Wie unterscheiden sich die Schadstoffgehalte im Baggergut des Sedimentfangs bzw. im Wedeler Baggergut von den Schadstoffgehalten im Verbringbereich bei km 688/690?

- An einigen Positionen im Verbringbereich bei km 688/690 sind Schadstoffgehalte mit ähnlichem Niveau wie die Gehalte im Baggergut des Sedimentfangs bzw. im Wedeler Baggergut festgestellt worden (Abb. 33).
- Eine Untersuchung auf organische Schadstoffe wurde an einigen Positionen aufgrund der geringen Feinkornanteile nicht durchgeführt und die Ergebnisse der Schwermetallbestimmungen sind in Proben mit Feinanteilen <0,5 % mit höheren Unsicherheiten behaftet.

Kann in den Seitenbereichen stromauf und stromab des Verbringbereichs bei km 688/690 anhand charakteristischer Schadstoffgehalte und Korngrößenzusammensetzung eine Akkumulation von Wedeler Baggergut nachgewiesen werden?

- Die Sedimentkerne zeigen eine Abnahme der Schadstoffgehalte stromab in Richtung Mündung und in der Tiefe zunehmende Schadstoffgehalte. Die Korngrößenzusammensetzung ist über die Tiefe variabel. Einige Sedimentkernen zeigen über die Tiefe eine kontinuierliche Tendenz der Vergröberung bzw. der Verfeinerung des sich an der Gewässersohle ablagernden Sediments.
- Die Sedimentkerne dokumentieren die historische Entwicklung der Schadstoffsituation und können hinsichtlich einer morphologischen Tendenz interpretiert werden. Eine zeitliche Einordnung der zeitnahen Historie ist nur bei einzelnen Kernen möglich gewesen (siehe nachfolgende Punkte).
- Durch Abgleich der Sedimentkerne und der Entwicklung der Korngrößenverteilung über die Tiefe der Kerne (Probenahmenkampagne Oktober 2008 und März 2009) konnte an keiner Probenahmeposition die Ablagerung von Sedimenten aus dem umgelagerten Baggergut an der Gewässersohle (Deposition) im Betrachtungszeitraum eindeutig nachgewiesen werden. Definitiv ausgeschlossen werden kann die Ablagerung von verdriftetem Baggergut an den Probenahmepositionen K2 und K20 (jeweils morphologische Tendenz Stagnation) und K21 (morphologische Tendenz Erosion).
- Die Schadstoffbelastung in Kern K22 gibt eventuell einen Hinweis auf verdriftetes Baggergut im Bereich der Position dieses Kerns. Zudem liegt Kern K22 nur ca. 2 km stromab des Verbringbereichs.
- Die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 29 bis Abb. 32) fassen die Ergebnisse der Bewertungen der Schadstoffanalytik zusammen.
- Zur weiteren Interpretation der Schadstoffentwicklung in den Kernen muss auch der mögliche Einfluss von lokalen Bagger- und Umlagerungsaktivitäten geprüft werden.
- Die Fortsetzung des Monitorings und damit längerfristige Datenreihen sind die Grundlage für weitere Erkenntnisse zu Verdriftwegen und zur Überwachung einer möglichen Akkumulation von Baggergut und Schadstoffen stromauf und stromab des Verbringbereichs bei km 688/690.

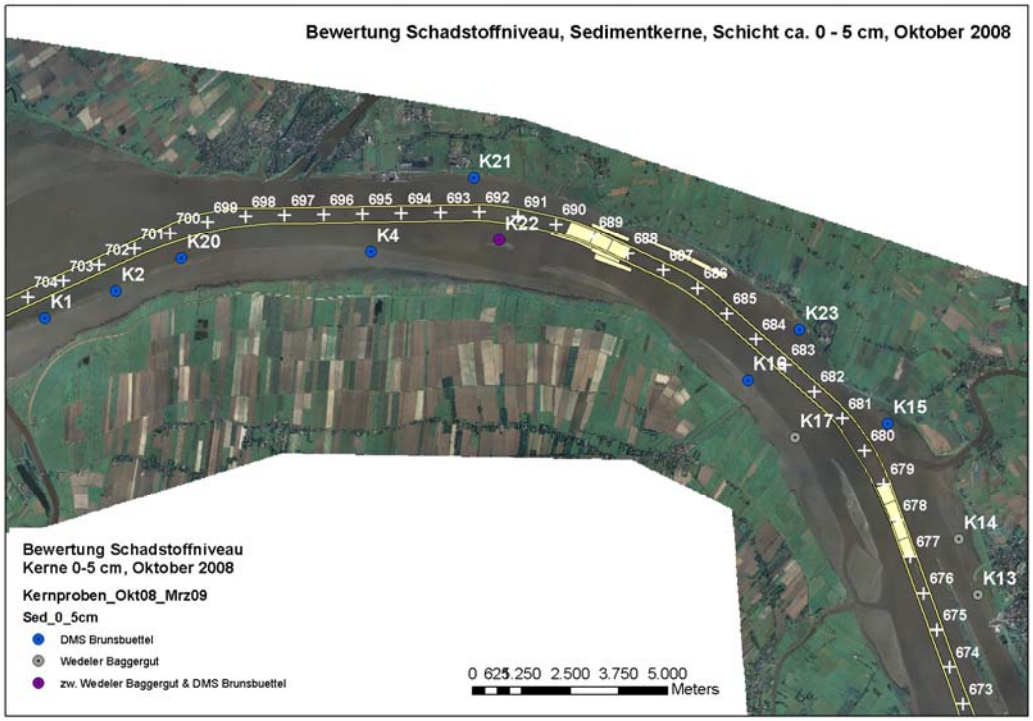


Abb. 29: Bewertung der Schadstoffniveaus in der obersten 5cm Schicht der im Oktober 2008 genommenen Sedimentkerne

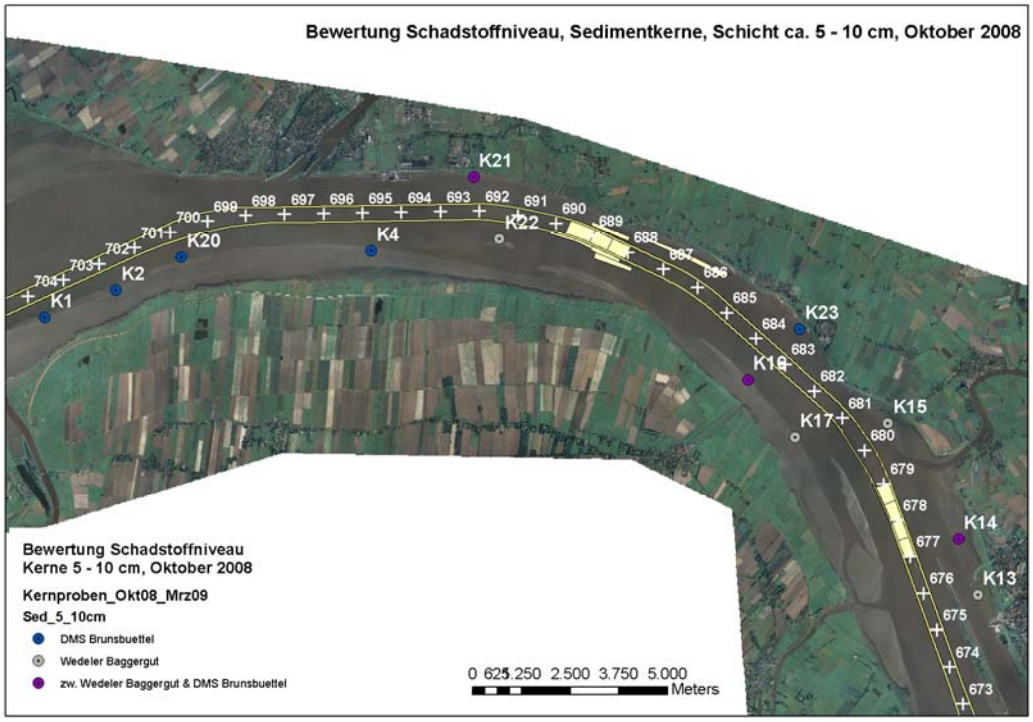


Abb. 30: Bewertung der Schadstoffniveaus in der Schicht 5 – 10 cm der im Oktober 2008 genommenen Sedimentkerne

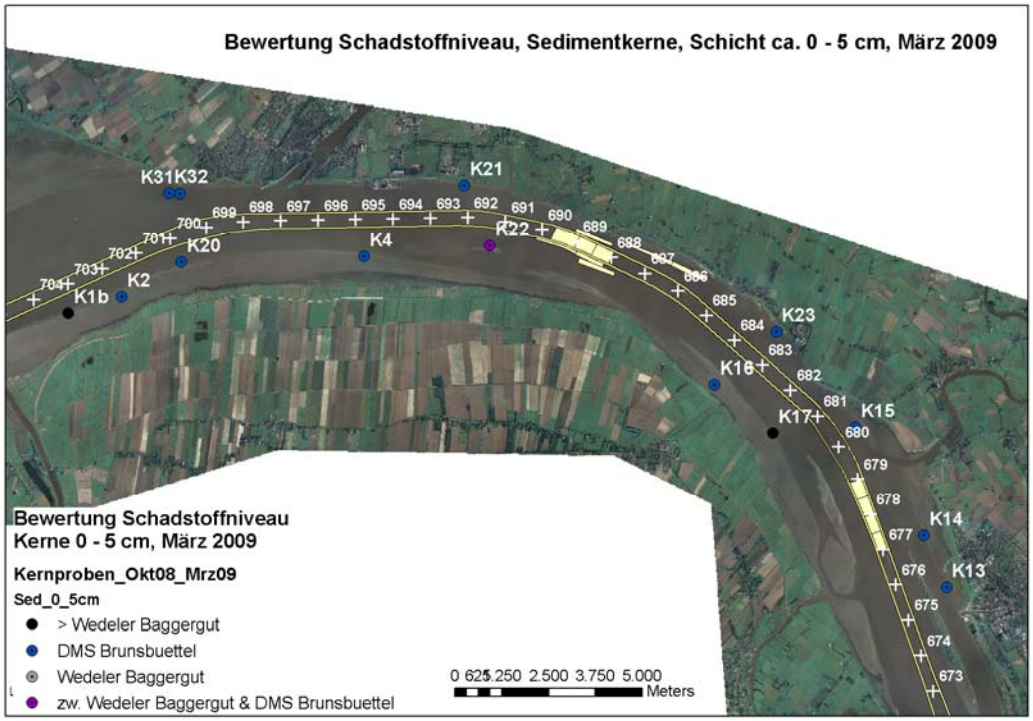


Abb. 31: Bewertung der Schadstoffniveaus in der obersten 5cm Schicht der im März 2009 genommenen Sedimentkerne

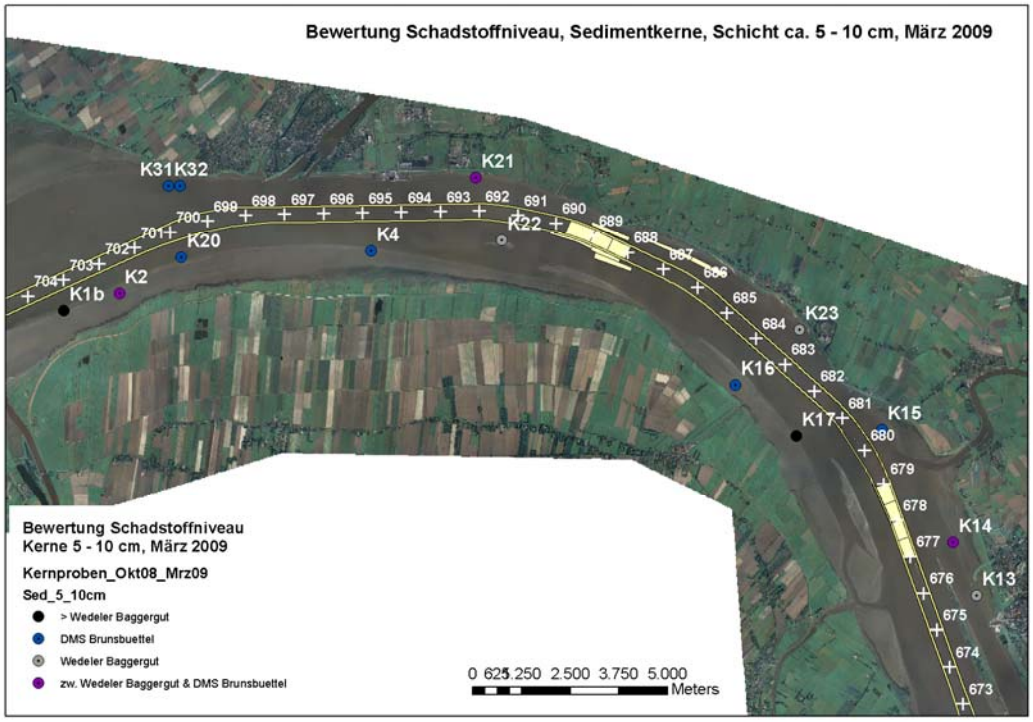


Abb. 32: Bewertung der Schadstoffniveaus in der Schicht 5 – 10 cm der im Oktober 2008 genommenen Sedimentkerne.

Zusammenfassung des gegenwärtigen Wissensstands zu möglichen Verdriftungswegen des im Verbringbereich bei km 688/690 umgelagerten Baggergutes

- Belastbare Hinweise auf den Verbleib verdrifteter Baggergutanteile konnten bislang nur im unmittelbaren Nahbereich der Verbringstellen sowie bei dem räumlich nächstgelegenen Kern K22 gefunden werden.
- Kartographisch stellt sich der aktuelle Wissensstand zu den Verdriftungswegen folgendermaßen dar (siehe Abb. 33):

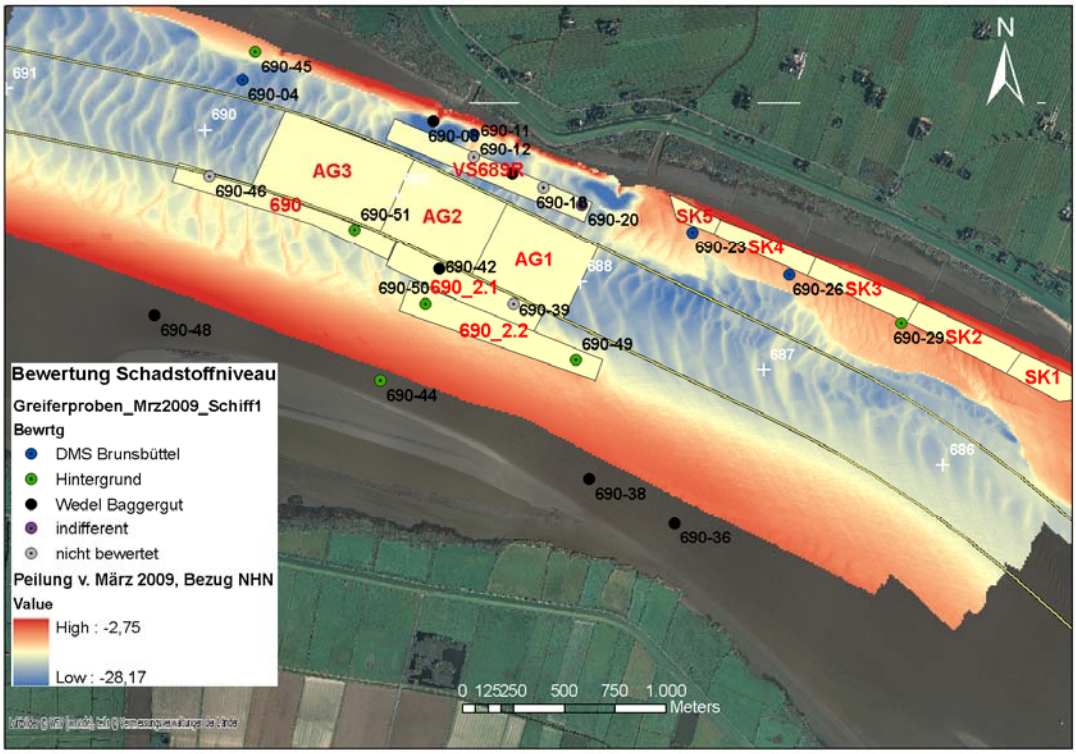


Abb. 33: Bewertung der Schadstoffbelastung an Probenahmepositionen im Verbringbereich bei km 690

- Auf die südlichen Verbringstellen verbrachtes und von dort verdriftetes Baggergut lagert sich unmittelbar stromauf und stromab in den Seitenbereichen ab (siehe Positionen 690-48, 690-38 und 690-36). Ca. 2 km weiter stromab im Kern K22 wurden ebenfalls für Wedeler Baggergut typische Schadstoffbelastungen nachgewiesen.
- Am nördlichen Ufer konnte nur an der Position 690-08 eine entsprechende Schadstoffbelastung nachgewiesen werden.
- Eine Verdriftung von Baggergut von VS689R entlang der stromauf gelegenen, zur Zeit nicht beaufschlagten Verbringstelle Scheelenkuhlen 1-5 (SK1 – SK5) ist nicht wahrscheinlich. Insbesondere die stark feinkörnige Sedimentprobe an Position 690-29 zeigt eine Schadstoffbelastung, die nur der Hintergrundbelastung von Küstensedimenten an der Nordsee entspricht.
- Die Fortsetzung des Monitorings und damit längerfristige Datenreihen sind die Grundlage für weitere Erkenntnisse zu Verdriftungswegen des im Verbringbereich bei km 688/690 umgelagerten Baggergutes.

7.1 Fortschreibung Monitoringkonzept

Das bislang im Verbringbereich durchgeführte Monitoring zeigt, dass die schluffigen und feinsandigen Anteile im umgelagerten Baggergut nicht an der Gewässersohle akkumulieren sondern verdriften. Bisher sind jedoch nur unzureichende Aussagen zu möglichen Verdriftungswegen möglich und Bereiche, in denen das verdriftete Baggergut sich an der Gewässersohle ablagert und längerfristig konsolidiert, sind bisher nicht eindeutig identifiziert. Langfristig werden bei Fortschreibung des Monitorings verbesserte Erkenntnisse erwartet. Voraussetzung ist jedoch, dass das Monitoringkonzept wie folgt fortgeschrieben sowie ggf. ergänzt wird:

In den vorangegangenen Probenahmekampagnen im März und Oktober 2009 waren Sedimentproben die einzige Monitoringmaßnahme zur Untersuchung der Verdriftungswege und des Verbleibs von Baggergut. Ergänzend sollte überlegt werden, im Nahbereich der Verbringstelle 688/690 Verdriftungswege auch in der Wassersäule zu untersuchen. Hieraus resultierende Ergebnisse könnten Grundlage für die weitere, gezielte Suche nach den Bereichen sein, in denen mittels der Analyse von Sedimentkernen das darin enthaltene Baggergut nachgewiesen werden kann.

Verdriftungswege können in der Wassersäule durch das Aufzeichnen einer kurzfristig erhöhten Schwebstoffkonzentration im Anschluss an eine Umlagerung von Baggergut erfasst werden. Dieser kurzfristige Anstieg muss vor dem Hintergrund einer starken, kurzfristigen und natürlich bedingten Schwankung der Schwebstoffkonzentration erkannt werden. Da der natürliche Schwebstoffgehalt im Umfeld des Verbringbereiches 688/690 sehr hoch ist, sind lediglich Messungen im direkten Nahbereich der VS689R erfolgversprechend.

Das Monitoring der Sedimente in den Seitenbereichen zu Korngrößenverteilung und Schadstoffbelastungen sollte als entscheidender Untersuchungsschwerpunkt fortgesetzt werden. Es ist darüber hinaus Bestandteil eines geplanten systemweiten Monitorings des Sedimenttransports. Mit der Umsetzung der nachfolgend beschriebenen Modifikationen ist es möglich, erfolgreicher nach dem Verbleib von verdriftetem Baggergut im Elbästuar zu suchen und dieses nachzuweisen:

- Wiederholung des Sedimentmonitorings der Seitenbereiche alle 2 Jahre

- Einsatz numerischer Simulation von Strömung und im Modell eingebrachten Tracern zur Optimierung der Auswahl von Probenahmestandorten. Aufgrund der Ergebnisse können neue Probenahmepositionen definiert oder alte Position gestrichen werden. Die Simulation sollte nach Möglichkeit den gesamten Zeitraum seit der letzten Sedimentbeprobung abdecken.

- Vorbereitung der Probenahmekampagne durch Auswertung einer aktuellen Peilung und eines Differenzenplots mit der Peilung, welche zur Vorbereitung der zuletzt durchgeführten Probenahmekampagne vorgelegen hat. Prioritär sind die Positionen zu beproben, die im Differenzplot eine starke Auflandung gezeigt haben.

- Untersuchung der mittels Differenzplot nachgewiesenen „jungen“ Sedimentablagerungen in möglichst hoher Auflösung (Richtwert Schichtdicke bei Aufteilung der Sedimentkerne 2 – 5 cm) auf Korngrößenverteilung und Schadstoffgehalte (nur bei ausreichend hohem Feinkornanteil), Untersuchung der darunter liegenden,

„gewachsenen“ Sedimentschichten in gröberer Auflösung. Die erforderliche Schichtdicke ist bei der Probenahme anhand der im Kern sichtbaren Schichtung durch den Probenehmer vorzunehmen. Über den Bedarf, die tieferen Schichten auf Korngrößenverteilung und Schadstoffe zu untersuchen, ist positionsweise bei der nachgeschalteten Auswertung der Ergebnisse der einzelnen Probenahmekampagne zu entscheiden.

7.2 Ausblick

Der vorliegende Bericht wertet die Ergebnisse der ersten beiden Monitoringkampagnen vom Oktober 2008 und März 2009 aus. Zum Zeitpunkt der Berichterstattung lagen die Laborergebnisse einer weiteren, 3. Kampagne aus dem Oktober 2009 noch nicht vor. Eine 4. Monitoringkampagne fand Anfang Juni 2010 statt. Weitere Kampagnen sind in Zukunft alle 2 Jahre vorgesehen (siehe Kap. 7.1).

Zur Vorbereitung zukünftiger Kampagnen sollen die Ergebnisse der zwei weiteren bereits durchgeführten Messkampagnen genutzt werden. Auf Grundlage der weiteren Monitoringdaten ist vorgesehen, in 2011 einen aktualisierten bzw. ergänzenden Bericht zu erstellen. Dieser wäre dann u.a. Grundlage für die Planung der für 2012 vorgesehenen 5. Mess- bzw. Monitoringkampagne.

Bisher wird davon ausgegangen, dass organische sowie anorganische Schadstoffe hauptsächlich aus dem Binnenbereich in das Elbeästuar eingetragen werden. Um einen genaueren Einblick in die Einträge aus dem Ästuarbereich zu erhalten, soll nach Möglichkeit eine Emissionsbetrachtung in Form einer Literaturstudie vorgenommen beziehungsweise beauftragt werden. Bisher ist nur unzureichend bekannt, welche Einträge und in welchen Mengen Schadstoffe aus dem Ästuarbereich in das Gewässer gelangen (Ackermann 1998, BfG 2008a).

Im Rahmen eines geplanten Systemmonitorings der BfG ist die Einrichtung von zwei zusätzlichen Dauermessstellen zur Messung von Schadstoffgehalten in Sedimenten an der Elbe angedacht. Dabei soll eine Messstelle zwischen den jetzigen Dauermessstellen Bützfleth und Brunsbüttel eingerichtet werden und eine Messstelle zwischen Brunsbüttel und Cuxhaven. Diese können dann zusätzlich für das Schadstoffmonitoring im Verbringbereich km 688/690 genutzt werden.

8 Literatur

Ackermann, F. (1998): Dynamik der Schwermetallbelastungen in feinkörnigen Sedimenten und Schwebstoffen im Tidebereich von Ems, Weser und Elbe. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1188

Ackermann, F. (2000): persönliche Mitteilung

ANONYMUS (2009): Gemeinsame Übergangsbestimmungen zum Umgang mit Baggergut in den Küstengewässern (GÜBAK) zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den fünf Küstenländern, August 2009

BfG (1999): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich (HABAK-WSV). 2. überarbeitete Fassung, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG 1100

BFG (2000): Handlungsanweisung für den Umgang mit Baggergut im Binnenland (HABAB-WSV). 2. überarbeitete Fassung, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1251

BFG (2006): Untersuchung von Bagger- und Umlagerungsbereichen in Unter- und Außenelbe in Anlehnung an HABAK/HABAB-WSV. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1373

BfG (2008a): WSV-Sedimentmanagement Tideelbe, Strategien und Potenziale – eine Systemstudie. Ökologische Auswirkungen der Umlagerung von Wedeler Baggergut. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1584

BfG (2008b): Ergebnisse von Schadstoffuntersuchungen in Sedimenten und schwebstoffbürtigen Sedimenten an Dauermessstationen der Tideelbe: Schwermetalle und organische Schadstoffe, unveröffentlichte Daten, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

BfG (2009): Monitoring der morphologischen, ökologischen und naturschutzfachlichen Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel an der Tideelbe, Bericht 2008, Auftraggeber: Hamburg Port Authority. – Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1655

BfG (2010): Monitoring der morphologischen, ökologischen und naturschutzfachlichen Auswirkungen eines Sedimentfangs vor Wedel an der Tideelbe, Zwischenbericht 2009, Auftraggeber: Hamburg Port Authority. - Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1692

HPA et al. (2008): Hamburg Port Authority & Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (2008): Strombau- und Sedimentmanagementkonzept für die Tideelbe. (zitiert als HPA & WSV, 2008)

WSA Hamburg (2006): Sedimentkaster mit 2500 Sedimentproben

Anhang 1a: Untersuchungsergebnisse der Sedimentkerne aus dem Jahr 2008 (Probenahme : 29./30.10.2008)

Probenahme mit Vibrocorer vom 29 - 30.10.2008	Probenahme nummer	Tiefe [cm]	Fraktion < 20 µm [%]	TOC (<2000 µm-Fraktion) [Gew.%]	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Summe 16 PAK [mg/kg]	Pentachlorbenzol [µg/kg]	Hexachlorbenzol [µg/kg]	Summe 7 PCB [µg/kg]	a-HCH [µg/kg]	g-HCH [µg/kg]	p,p'-DDE [µg/kg]	p,p'-DDD [µg/kg]	p,p'-DDT [µg/kg]	Tributylzinn [µg OZK/kg]
Glückstadt Fähranleger; Kern 13; Elbe, Nebenarm Glückstädter Nebenelbe km 4,052; Geogr. Länge (ETRS89) 9,4040109; Geogr. Breite (ETRS89) 53,79146111	080775	0-2	26,5	1,4	26	1,7	72	47	50	76	413	1,2	2,5	2,2	7,9	19,2	0,6	0,7	4,9	10,6	12,1	64,2
	080776	2-5	33,8	2,1	29	2,2	74	57	47	81	464	1,4	2,9	2,5	10,1	24,6	0,9	0,1	6,2	16,9	6,2	118,4
	080777	5-7	39,2	2,2	28	2,4	59	61	45	83	517	1,4	2,8	2,3	11,2	21,1	0,7	0,4	6,6	16,8	3,3	112,3
	080778	7-12	30,1	1,8	25	2,2	55	53	40	77	441	1,4	3,1	2,9	11,6	23,9	1,0	0,4	7,0	18,9	3,3	113,0
	080779	12-17	45,1	1,7	25	1,0	59	38	40	71	318	1,0	1,7	1,2	4,4	15,5	0,4	0,1	3,1	7,8	13,1	77,6
	080780	17-22	44,5	1,8	30	1,0	83	46	40	77	393	1,0	2,1	1,4	5,6	18,8	0,5	0,2	3,6	10,1	0,6	132,6
	080781	22-27	42,7	2,3	42	2,4	84	69	43	92	617	1,5	3,4	2,3	10,1	45,7	1,2	0,4	7,5	19,7	3,0	374,7
	080782	27-32	50,5	2,4	45	2,9	99	76	48	98	680	1,7	2,8	1,9	9,1	26,6	0,8	0,3	6,5	17,2	12,9	277,2
	080783	32-37	33,6	1,5	42	2,4	94	66	45	91	588	1,5	3,1	2,5	10,1	37,9	1,2	0,5	7,4	24,1	19,0	205,4
	080784	37-42	26,5	1,6	43	2,5	96	69	44	94	629	1,9	4,0	2,8	13,2	43,3	1,1	0,6	9,1	25,3	0,9	415,1
	080785	42-47	47,4	0,7	38	1,7	79	46	37	77	427	1,1	1,2	0,5	27,4	15,5	0,3	0,1	2,0	6,5	0,5	232,1
	080786	47-52	29,9	2,3	42	1,8	102	56	48	96	549	1,5	3,2	2,1	10,4	42,2	0,9	0,4	7,0	20,7	0,8	434,8
	080787	52-57	49,0	2,0	39	1,7	87	52	45	90	512	1,5	2,0	1,7	8,6	24,2	0,7	0,3	4,1	11,6	0,5	224,5
	080788	57-62	57,3	2,6	45	1,7	105	56	52	97	535	2,0	2,1	1,7	8,0	24,9	0,5	0,2	3,7	12,6	0,4	144,9
	080789	62-67	48,4	2,0	46	2,1	92	58	48	94	564	2,1	2,4	1,6	8,1	28,8	0,5	0,3	5,0	10,1	0,5	227,3
	080790	67-72	68,9	2,0	32	1,0	78	38	40	74	350	1,1	1,5	1,2	4,9	18,2	0,4	0,2	2,2	7,4	0,4	82,7
	080791	72-77	64,9	2,1	33	0,9	83	41	40	76	362	1,3	2,0	1,5	7,1	20,1	0,4	0,2	2,8	9,2	0,4	70,9
	080792	77-82	45,9	1,7	45	1,5	104	52	49	91	477	2,1	2,3	1,8	11,8	29,2	0,7	0,4	4,6	9,6	0,5	189,5
	080793	82-87	60,6	2,6	39	1,5	81	49	43	89	449	1,5	1,7	1,2	10,1	32,8	0,5	0,2	3,1	5,9	0,4	165,0
	080794	87-92	41,8	1,7	37	1,1	87	43	42	81	387	1,5	2,0	1,6	10,8	30,6	0,7	0,3	3,6	8,4	0,6	102,9
	080795	92-97	48,0	1,8	39	1,2	92	44	44	85	425	1,6	2,0	1,7	8,3	39,9	0,6	0,3	3,3	7,5	0,5	100,0
	080796	97-102	41,1	2,0	55	2,5	119	76	54	105	651	3,7	3,0	2,7	14,8	34,7	0,9	0,4	6,8	18,5	1,3	292,0
	080797	102-107	64,1	2,5	45	1,3	108	50	50	92	466	2,1	2,1	1,9	13,7	18,0	0,5	0,2	3,4	10,1	0,4	138,8
	080798	107-112	60,6	2,2	39	1,3	99	47	47	81	411	1,7	2,1	2,0	10,4	21,8	0,6	0,3	4,0	11,7	3,1	132,0
	080799	112-117	62,0	2,8	44	1,2	106	47	52	86	459	2,2	1,7	1,5	9,2	17,3	0,5	0,2	2,7	9,0	0,4	106,5
	080800	117-122	64,7	2,7	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	98,9
Störmündung südlich Kern 14; Elbe, Nebenarm Glückstädter Nebenelbe km 5,304; Geogr. Länge (ETRS89) 9,3967131; Geogr. Breite (ETRS89) 53,80439642	080811	0-2	24,2	1,7	31	2,6	66	62	47	86	502	1,4	3,0	2,6	10,3	26,7	1,0	0,2	7,0	15,7	4,6	136,6
	080812	2-5	26,2	1,6	28	2,7	61	65	50	86	477	1,5	2,5	2,3	9,9	28,8	0,8	0,2	6,1	14,9	1,0	141,5
	080813	5-7	5,9	0,4	30	2,0	57	64	46	80	398	1,2	3,3	4,2	4,2	35,0	0,8	0,8	4,2	12,1	4,2	84,9
	080814	7-12	2,4	< 0,1	40	1,6	55	50	67	91	385	0,9	6,7	10,4	10,4	72,9	2,1	2,1	10,4	10,4	10,4	50,0
	080815	12-17	0,8	< 0,1	52	1,6	68	54	67	98	440	0,8	20,0	31,3	31,3	218,8	6,3	6,3	31,3	31,3	31,3	175,0
	080816	17-22	21,0	0,5	59	2,2	104	69	52	104	633	2,0	1,5	1,2	3,8	14,1	0,6	0,2	2,7	9,0	1,2	147,6
	080817	22-27	35,1	0,2	51	1,8	93	55	48	97	535	1,5	0,8	0,7	2,0	6,2	0,1	0,1	0,7	4,3	0,7	68,4
	080818	27-32	8,3	0,3	52	2,3	90	55	48	99	571	1,3	2,5	3,0	9,2	21,1	0,6	0,6	3,0	11,8	3,0	144,6
	080819	32-37	12,6	0,4	47	1,7	109	54	54	92	539	2,2	7,8	2,0	5,2	20,7	0,4	0,9	2,0	11,9	2,0	388,9
	080820	37-42	23,3	1,6	51	2,0	101	53	51	97	561	1,5	2,3	1,1	7,7	28,0	0,7	0,2	4,3	13,7	2,2	167,4
	080821	42-47	28,8	0,6	48	1,8	114	58	54	96	567	2,4	3,0	2,0	11,8	35,9	0,7	0,5	5,3	8,3	0,9	159,7
	080822	47-52	39,6	2,3	51	1,9	125	65	61	103	626	3,3	1,9	1,7	12,1	25,8	0,5	0,3	4,5	13,1	0,6	166,7
	080823	52-57	37,2	2,4	50	2,5	133	77	60	104	682	4,1	3,2	3,2	19,1	39,5	0,9	0,6	9,7	14,0	8,3	376,3
	080824	57-62	16,9	1,4	58	3,5	145	91	64	113	806	5,4	3,6	3,8	28,4	44,4	1,0	0,8	15,4	22,5	5,2	420,1
	080825	62-67	19,3	1,1	55	4,3	121	97	57	127	912	6,2	4,1	4,1	28,5	50,9	1,1	0,8	13,5	20,2	1,3	399,0
Störmündung nördlich Kern 15; Elbe km 679,9; Geogr. Länge (ETRS89) 9,36930922; Geogr. Breite (ETRS89) 53,83123117	080831	0-2	2,3	0,1	26	1,1	59	45	54	68	289	0,8	6,9	10,8	10,8	75,5	2,2	2,2	10,8	10,8	10,8	69,1
	080832	2-5	10,0	0,6	34	2,1	68	52	55	75	338	1,5	2,5	2,5	14,0	41,1	0,5	0,5	7,5	27,0	2,5	120,0
	080833	5-7	21,0	1,5	39	1,9	65	45	51	67	335	1,3	2,1	1,2	12,4	50,2	1,8	0,6	7,6	32,5	1,2	15,3
	080834	7-12	29,2	2,2	33	1,2	60	31	40	47	242	0,8	1,5	0,9	3,3	29,4	0,9	0,2	5,1	19,9	0,9	18,5
	080835	12-17	36,4	2,7	25	0,6	51	20	35	37	186	0,5	2,1	0,7	2,0	20,5	0,6	0,1	3,8	18,7	0,7	1,4
	080836	17-22	28,9	2,3	32	0,3	41	18	27	35	184	0,5	0,9	0,9	0,9	16,1	0,7	0,4	5,2	22,8	18,0	1,7
	080837	22-27	32,2	1,7	60	1,2	57	48	36	89	567	2,1	3,7	2,9	5,0	37,0	2,3	0,7	10,2	46,6	2,6	1,6
	080838	27-32	27,9	1,4	45	0,8	69	35	36	66	372	1,3	1,2	0,9	1,8	40,4	0,6	0,2	4,7	15,1	1,8	1,8
	080839	32-37	33,2	2,2	33	0,4	62	23	32	46	240	0,8	0,8	0,8	0,8	11,6	0,4	0,4	2,7	15,1	0,8	1,5
	080840	37-42	46,0	2,6	38	0,6	67	28	34	57	310	1,1	0,5	0,5	0,5	6,3	0,2	0,1	1,6	11,5	0,5	1,1
	080841	42-47	30,0	5,2	27	<0,10	45	17	27	20	105	0,1	0,5	0,8	0,8	5,8	0,2	0,2	0,8	8,0	0,8	1,7
	080842	47-52	44,6	11,0	24	0,1	54	17	30	17	92	0,1	1,2	0,6	0,6	3,9	0,1	0,4	0,6	3,4	0,6	1,1
	080843	52-57	34,4	6,1	27	0,3	62	19	31	24	128	0,2	0,7	0,7	0,7	8,3	0,1	0,1	1,7	11,6	0,7	1,5

Probenahme mit Vibrocorer vom 29 - 30.10.2008	Probenahme nummer	Tiefe [cm]	Fraktion < 20 µm [%]	TOC (<2000 µm-Fraktion) [Gew.%]	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Summe 16 PAK [mg/kg]	Pentachlorbenzol [µg/kg]	Hexachlorbenzol [µg/kg]	Summe 7 PCB [µg/kg]	a-HCH [µg/kg]	g-HCH [µg/kg]	p,p'-DDE [µg/kg]	p,p'-DDD [µg/kg]	p,p'-DDT [µg/kg]	Tributylzinn [µg OZK/kg]
Allwördener-Außendeich Kern 17, Elbe km 680,914; Geogr. Länge (ETRS89) 9,33306047; Geogr. Breite (ETRS89) 53,82808498	**080848**	0-2	1,1	< 0,1	36	1,6	84	57	60	85	442	1,2	14,9	23,2	23,2	162,6	4,6	4,6	23,2	23,2	23,2	157,9
	080849	2-5	4,2	0,2	36	1,7	67	54	63	75	428	1,1	3,8	6,0	6,0	41,7	1,2	3,8	6,0	6,0	6,0	62,0
	080850	5-7	2,1	0,1	37	1,7	80	52	57	85	429	1,0	7,5	11,8	11,8	82,3	2,4	2,4	11,8	11,8	11,8	164,6
	080851	7-12	4,2	0,4	38	1,5	78	41	46	78	392	1,0	4,1	6,0	6,0	51,4	1,2	1,2	6,0	19,3	6,0	428,6
	080852	12-17	11,2	0,8	36	1,9	75	50	50	83	431	1,4	3,7	2,2	61,6	48,3	0,4	0,4	5,4	14,3	2,2	348,2
	080853	17-22	12,5	0,2	55	1,9	100	54	48	99	515	1,3	1,3	2,0	2,0	14,0	0,4	0,4	2,0	2,0	2,0	40,8
	080854	22-27	9,6	0,1	57	2,2	107	57	50	106	527	1,3	1,7	2,6	2,6	18,2	0,5	0,5	2,6	2,6	2,6	19,8
	080855	27-32	10,6	0,1	46	1,8	104	58	48	96	486	1,0	1,5	2,4	2,4	16,5	0,5	0,5	2,4	2,4	2,4	14,2
	080856	32-37	10,5	0,6	44	1,3	89	51	45	88	474	1,4	1,6	2,4	16,2	16,7	0,5	0,5	2,4	6,0	2,4	45,7
	080857	37-42	12,0	0,2	50	1,7	97	56	48	99	498	1,2	1,3	2,1	2,1	14,6	0,4	0,4	2,1	2,1	2,1	23,3
	080858	42-47	8,1	0,7	53	1,9	71	48	41	85	474	1,2	2,6	3,1	11,1	29,9	0,6	0,6	3,1	13,6	3,1	172,8
	080859	47-52	9,8	0,1	50	1,7	72	46	42	83	438	1,1	1,6	2,6	2,6	17,9	0,5	0,5	2,6	5,9	2,6	24,5
Allwördener-Außendeich Kern 16; Elbe km 682,96; Geogr. Länge (ETRS89) 9,31486028; Geogr. Breite (ETRS89) 53,84142234	**080863**	0-2	0,3	< 0,1	44	0,9	105	54	70	81	377	0,6	53,2	83,2	83,2	582,2	16,6	16,6	83,2	83,2	83,2	166,3
	080864	2-5	0,4	< 0,1	43	0,6	107	56	75	90	427	0,6	44,2	69,1	69,1	483,5	13,8	13,8	69,1	69,1	69,1	138,1
	080865	5-7	0,3	< 0,1	46	1,0	107	52	72	89	477	0,4	47,7	74,6	74,6	522,1	14,9	14,9	74,6	74,6	74,6	149,2
	080866	7-12	1,2	< 0,1	42	1,3	101	41	60	81	434	0,5	13,3	20,8	20,8	145,8	4,2	4,2	20,8	20,8	20,8	41,7
	080867	12-17	1,0	< 0,1	37	1,1	102	58	91	84	423	0,5	16,0	25,0	25,0	175,0	5,0	5,0	25,0	25,0	25,0	50,0
	080868	17-22	5,8	0,1	40	1,6	76	49	44	75	399	0,7	2,8	4,3	4,3	30,2	0,9	0,9	4,3	4,3	4,3	8,6
	080869	22-27	6,4	0,1	43	1,7	68	47	41	87	432	0,7	2,5	3,9	3,9	27,3	0,8	0,8	3,9	3,9	3,9	21,9
	080870	27-32	6,2	0,1	48	1,9	72	50	46	99	453	0,8	2,6	4,0	4,0	28,2	0,8	0,8	4,0	4,0	4,0	21,0
	080871	32-37	4,5	0,1	44	2,1	67	52	42	90	441	0,6	3,6	5,6	5,6	38,9	1,1	1,1	5,6	5,6	5,6	33,3
	080872	37-42	6,1	0,1	41	1,8	66	47	39	78	401	0,7	2,6	4,1	4,1	28,7	0,8	0,8	4,1	4,1	4,1	29,5
	080873	42-47	6,8	0,2	49	1,6	61	53	39	89	414	0,9	2,4	3,7	3,7	44,7	0,7	0,7	3,7	3,7	3,7	111,8
	080874	47-52	16,4	0,2	58	1,7	72	51	43	91	445	1,1	1,1	1,5	1,5	12,9	0,8	0,3	1,5	4,6	1,5	28,7
	080875	52-57	15,4	0,6	69	2,6	83	69	53	96	560	2,2	2,5	1,6	17,5	39,6	1,5	0,3	7,8	27,9	27,9	129,9
	080876	57-62	23,9	0,8	61	2,4	74	62	52	90	523	1,8	1,9	1,0	10,0	23,7	1,2	0,2	5,4	10,5	1,0	62,8
	080877	62-67	14,2	0,3	56	2,5	76	58	50	88	506	1,5	1,1	1,8	5,2	47,3	1,2	0,4	3,7	7,7	1,8	18,3
	080878	67-72	13,4	0,3	75	3,2	81	74	54	106	618	2,4	2,1	1,9	4,1	53,9	2,5	0,4	12,7	41,0	1,9	29,9
	080879	72-77	11,9	0,1	100	4,5	92	87	55	140	851	2,8	1,3	2,1	2,1	14,7	0,4	0,4	2,1	4,4	2,1	4,2
	080880	77-82	13,7	0,3	47	1,5	70	51	45	86	437	1,1	1,8	1,8	5,0	20,6	0,4	0,4	1,8	6,3	1,8	69,3
Brokdorf KKW Kern 23; Elbe km 682,882; Geogr. Länge (ETRS89) 9,33511185; Geogr. Breite (ETRS89) 53,85293053	**081001**	0-2	37,9	1,5	25	0,8	70	36	42	71	278	0,8	2,1	0,7	4,5	14,3	0,4	0,1	2,6	6,9	1,9	68,5
	081002	2-5	29,1	1,5	29	0,8	72	38	45	69	297	0,8	3,0	0,9	3,4	33,1	0,7	0,2	2,7	7,9	0,9	85,8
	081003	5-7	40,1	1,7	27	0,8	73	38	47	71	301	0,9	2,4	0,6	3,7	16,1	0,4	0,1	2,5	6,5	0,6	84,8
	081004	7-12	30,5	1,4	24	0,7	54	32	35	65	259	0,8	2,1	0,8	11,1	15,5	0,4	0,5	2,7	6,9	0,8	75,4
	081005	12-17	24,0	1,1	22	0,6	52	32	37	65	259	0,8	2,4	1,0	4,6	15,3	0,4	0,2	3,0	7,9	1,0	66,7
	081006	17-22	48,9	1,7	28	0,7	55	35	33	66	275	0,8	1,4	0,5	4,3	10,9	0,3	0,3	1,9	4,9	0,5	45,0
	081007	22-27	27,5	1,1	33	0,8	91	37	41	71	310	1,0	2,0	0,9	3,6	15,0	0,6	0,5	2,3	6,5	0,9	54,5
	081008	27-32	49,3	1,5	33	0,8	88	37	41	75	654	1,0	1,3	0,5	3,0	12,7	0,7	0,3	1,8	4,5	0,5	16,2
	081009	32-37	62,1	1,9	31	0,8	83	39	41	73	330	1,0	1,5	0,9	3,7	11,5	0,5	0,3	2,1	5,6	0,4	43,5
	081010	37-42	49,5	1,4	29	1,0	84	39	40	71	342	1,1	1,2	0,5	3,4	14,3	0,2	0,3	1,8	5,3	0,5	40,4
	081011	42-47	26,1	1,4	31	0,9	49	38	33	71	332	1,0	2,2	1,0	5,4	17,2	0,8	0,9	3,5	9,6	1,0	61,3
	081012	47-52	42,4	1,3	30	1,0	52	38	34	77	348	1,0	1,3	0,6	3,3	10,6	0,3	0,3	1,7	5,9	0,6	25,9
	081013	52-57	48,3	1,7	28	0,8	49	35	33	66	312	1,2	1,5	1,6	5,4	21,2	0,5	0,4	2,3	8,1	0,5	29,0
	081014	57-62	57,3	2,2	37	1,2	59	48	42	81	404	1,7	1,7	1,2	6,6	21,0	0,4	0,3	2,4	9,1	0,4	50,6
	081015	62-67	76,4	2,4	24	0,5	45	26	33	58	190	0,6	1,0	0,7	4,6	12,2	0,5	0,3	2,0	5,4	0,3	11,3
	081016	67-72	62,9	1,8	25	0,3	40	22	31	52	149	0,2	0,3	0,4	0,9	2,8	0,4	0,3	0,4	0,9	0,4	12,7
	081017	72-77	86,8	2,3	29	0,2	38	20	29	49	117	0,1	0,2	0,3	0,3	2,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6
	081018	77-82	84,0	2,1	26	0,3	36	22	29	51	122	0,1	0,2	0,3	0,3	2,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,6
	081019	82-87	88,6	2,0	24	0,3	48	22	34	52	132	0,1	0,2	0,3	0,3	2,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6
	081020	87-92	70,5	1,9	27	0,3	42	21	31	51	122	0,2	0,3	0,4	0,4	2,5	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,7
	081021	92-97	85,4	1,9	29	0,3	63	22	37	56	146	0,2	0,2	0,3	0,3	2,0	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6
	081022	97-102	62,6	1,6	25	0,3	36	20	27	48	123	0,2	0,3	0,4	0,4	2,8	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,8
	081023	102-107	51,2	1,4	26	0,3	58	22	36	51	149	0,1	0,3	0,5	0,5	3,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	2,3
	081024	107-110	66,3	1,8	23	0,4	55	22	36	50	136	0,1	0,2	0,4	0,4	2,6	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,8

Probenahme mit Vibrocorer vom 29 - 30.10.2008	Probenahme nummer	Tiefe [cm]	Fraktion < 20 µm [%]	TOC (<2000 µm-Fraktion) [Gew.%]	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Summe 16 PAK [mg/kg]	Pentachlorbenzol [µg/kg]	Hexachlorbenzol [µg/kg]	Summe 7 PCB [µg/kg]	a-HCH [µg/kg]	g-HCH [µg/kg]	p,p'-DDE [µg/kg]	p,p'-DDD [µg/kg]	p,p'-DDT [µg/kg]	Tributylzinn [µg OZK/kg]
Böschrücken Kern 22; Elbe km 690,651; Geogr. Länge (ETRS89) 9,21802965; Geogr. Breite (ETRS89) 53,87390102	080981	0-3	0,7	< 0,1	40	1,3	103	44	57	73	398	0,5	21,8	34,1	34,1	238,8	6,8	6,8	34,1	34,1	34,1	68,2
	080982	3-7	0,4	< 0,1	49	1,2	95	48	66	96	459	0,5	42,3	66,1	66,1	462,8	13,2	13,2	66,1	66,1	66,1	132,2
	080983	7-12	1,7	< 0,1	38	1,2	89	41	81	83	423	0,6	9,4	14,7	14,7	102,9	2,9	2,9	14,7	14,7	14,7	29,4
	080984	12-17	0,9	< 0,1	26	1,1	69	44	47	62	324	1,2	17,8	27,8	27,8	194,4	5,6	5,6	27,8	27,8	27,8	55,6
	080985	17-22	0,7	<0,050	53	1,5	103	69	53	94	483	1,2	24,6	38,5	38,5	269,2	7,7	7,7	38,5	38,5	38,5	76,9
	080986	22-27	2,9	<0,050	48	1,5	102	88	53	95	499	1,0	5,5	8,6	8,6	60,3	1,7	1,7	8,6	8,6	8,6	17,2
	080987	27-32	4,6	<0,050	47	1,5	105	73	54	92	469	1,1	3,5	5,4	5,4	38,0	1,1	1,1	5,4	5,4	5,4	10,9
	080988	32-37	6,8	<0,050	41	1,5	109	69	53	90	482	1,2	2,4	3,7	3,7	25,7	0,7	0,7	3,7	3,7	3,7	7,4
	080989	37-42	2,9	<0,050	44	1,8	101	96	51	89	495	1,1	5,5	8,6	8,6	60,3	1,7	1,7	8,6	8,6	8,6	17,2
	080990	42-47	4,0	<0,050	56	1,7	128	111	60	102	569	1,0	4,0	6,3	6,3	43,8	1,3	1,3	6,3	6,3	6,3	12,5
	080991	47-52	4,9	<0,050	44	1,8	75	83	50	94	485	0,9	3,3	5,1	5,1	35,7	1,0	1,0	5,1	5,1	5,1	10,2
	080992	52-57	2,8	<0,050	50	2,1	68	70	55	92	493	0,6	5,7	8,9	8,9	62,5	1,8	1,8	8,9	8,9	8,9	17,9
	080993	57-62	5,5	24,0	37	1,3	79	58	47	77	378	0,8	2,9	4,5	4,5	31,8	0,9	0,9	4,5	4,5	4,5	9,1
	080994	62-67	3,0	0,1	45	1,3	82	51	47	88	424	1,0	5,3	8,3	8,3	58,3	1,7	1,7	8,3	8,3	8,3	16,7
	080995	67-72	9,6	<0,050	57	2,0	96	66	58	99	461	0,8	1,7	2,6	2,6	18,2	0,5	0,5	2,6	2,6	2,6	5,2
Brunsbüttel Kraftwerk Kern 21; Elbe km 691,555; Geogr. Länge (ETRS89) 9,20809757; Geogr. Breite (ETRS89) 53,88834773	080964	0-2	33,5	1,4	30	1,0	62	42	43	79	370	1,3	2,3	1,7	6,6	20,9	0,5	0,1	3,0	6,9	0,7	38,8
	080965	2-5	37,8	1,5	29	1,1	65	39	42	82	383	1,3	2,0	1,5	6,6	19,3	0,5	0,3	3,7	7,9	1,6	47,6
	080966	5-7	39,5	1,7	31	1,2	85	45	49	91	428	1,6	2,8	2,0	15,9	30,7	0,6	0,4	4,3	8,6	0,6	58,2
	080967	7-12	29,9	1,5	39	1,4	76	45	45	93	420	2,1	3,3	3,2	33,4	44,4	1,3	0,5	6,7	18,4	0,8	40,1
	080968	12-17	37,5	1,8	46	1,9	76	57	51	103	486	2,1	3,7	2,9	9,3	28,9	0,8	0,3	4,8	12,3	0,7	25,9
	080969	17-22	53,7	2,8	47	1,0	52	42	31	86	354	0,8	2,3	1,1	4,3	13,5	0,5	0,3	2,6	7,8	0,5	6,5
	080970	22-27	41,8	2,1	50	1,3	102	47	45	83	355	2,0	2,2	0,6	0,6	4,2	0,2	0,3	0,6	1,3	0,6	9,6
	080971	27-32	56,2	2,3	37	0,7	49	33	32	71	236	1,1	0,6	0,4	0,4	3,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	6,2
	080972	32-37	63,2	2,3	31	0,5	39	28	29	65	166	0,4	0,7	0,4	0,4	2,8	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,8
	080973	37-42	54,4	2,2	33	0,4	37	25	27	67	154	0,3	0,9	0,5	0,5	3,2	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,9
	080974	42-47	69,4	2,1	30	0,3	40	26	29	63	145	0,3	0,5	0,4	0,4	2,5	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,7
	080975	47-52	48,8	2,2	31	0,4	82	27	39	65	164	0,2	0,7	0,5	0,5	3,6	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	1,0
	080976	52-62	23,9	0,5	42	0,4	80	31	38	70	170	0,3	0,7	1,0	1,0	7,3	0,2	0,2	1,0	1,0	1,0	2,1
Querab Tonne 59 Kern 4; Elbe km 693,974; Geogr. Länge (ETRS89) 9,16806012; Geogr. Breite (ETRS89) 53,87125028	080887	0-2	14,1	0,5	20	0,7	63	36	41	65	279	0,8	1,5	1,8	1,8	15,1	0,4	0,4	1,8	4,9	1,8	35,4
	080888	2-5	14,0	0,6	25	0,8	69	40	43	70	297	0,9	1,8	1,8	1,8	15,3	0,4	0,4	1,8	5,7	1,8	40,6
	080889	5-7	7,0	0,3	26	0,9	65	39	46	70	308	0,8	2,5	3,5	3,5	24,8	0,7	0,7	3,5	3,5	3,5	68,1
	080890	7-12	6,8	0,3	26	0,8	63	36	40	67	278	0,8	2,5	3,7	3,7	25,7	0,7	0,7	3,7	3,7	3,7	52,9
	080891	12-17	15,5	0,5	25	0,9	68	39	53	69	305	1,1	1,6	1,6	5,5	21,4	0,3	0,3	1,6	5,5	1,6	64,5
	080892	17-22	30,2	0,7	50	1,8	72	56	43	87	444	2,6	1,6	0,8	4,3	16,5	0,5	0,2	3,0	9,6	6,0	30,5
	080893	22-27	13,9	0,4	47	1,9	74	57	44	84	457	2,9	2,1	1,8	11,5	26,2	0,4	0,4	5,2	12,9	1,8	39,6
	080894	27-32	10,2	0,9	42	1,6	67	49	39	81	407	2,5	1,6	2,5	5,4	17,2	0,5	0,5	2,5	2,5	2,5	53,9
	080895	32-37	19,2	0,9	40	1,6	90	46	45	92	397	1,5	1,4	1,3	4,3	11,3	0,3	0,3	1,3	3,5	1,3	16,7
	080896	37-42	7,8	0,3	43	1,6	82	45	43	89	401	1,4	7,7	3,2	24,4	66,4	2,3	1,7	14,1	33,3	3,2	28,2
	080897	42-47	12,2	0,3	48	2,3	88	65	48	101	532	3,4	6,1	2,0	15,6	36,1	1,2	0,4	7,3	18,9	2,0	63,9
	080898	47-52	16,7	1,5	52	3,2	96	69	52	100	611	2,8	5,8	5,1	35,3	67,1	1,7	0,8	11,4	23,4	1,5	149,7
	080899	52-57	16,1	0,4	53	3,4	101	72	56	103	677	2,6	2,7	1,6	23,6	30,2	1,6	0,7	6,8	13,7	1,6	87,0
	080900	57-62	20,4	0,5	47	1,8	90	56	50	90	452	2,0	1,2	1,2	5,4	25,0	0,8	0,2	3,6	9,3	1,2	12,3
	080901	62-67	12,5	0,2	65	2,5	80	63	44	108	451	1,7	1,9	2,0	8,8	26,9	1,1	0,4	7,1	12,0	2,0	44,0
	080902	67-77	9,2	0,3	42	1,3	79	43	43	87	362	1,2	2,1	2,7	2,7	23,6	1,6	0,5	2,7	8,6	2,7	12,0
	080903	77-82	18,6	0,3	46	1,4	80	41	41	83	348	1,1	1,9	1,3	4,7	22,3	1,0	0,5	3,8	12,4	1,3	9,1

Probenahme mit Vibrocorer vom 29 - 30.10.2008	Probenahme nummer	Tiefe [cm]	Fraktion < 20 µm [%]	TOC (<2000 µm-Fraktion) [Gew.%]	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Summe 16 PAK [mg/kg]	Pentachlorbenzol [µg/kg]	Hexachlorbenzol [µg/kg]	Summe 7 PCB [µg/kg]	a-HCH [µg/kg]	g-HCH [µg/kg]	p,p'-DDE [µg/kg]	p,p'-DDD [µg/kg]	p,p'-DDT [µg/kg]	Tributylzinn [µg OZK/kg]
Nordkehdinger Watt Buhne 25 und 27 Kern 20; Elbe km 699,041; Geogr. Länge (ETRS89) 9,09380766; Geogr. Breite (ETRS89) 53,86988502	080943	0-2	2,6	0,1	27	0,8	76	39	48	67	307	0,7	6,1	9,5	9,5	66,2	1,9	1,9	9,5	9,5	9,5	45,4
	080944	2-5	7,2	0,2	22	0,8	65	41	53	66	306	0,8	2,2	3,5	3,5	24,3	0,7	0,7	3,5	3,5	3,5	30,6
	080945	5-7	3,7	0,2	31	0,9	79	41	50	79	331	0,8	4,3	6,7	6,7	47,2	1,3	1,3	6,7	6,7	6,7	43,1
	080946	7-12	8,8	0,4	28	0,9	69	38	42	72	303	0,9	1,9	2,8	2,8	19,9	0,6	0,6	2,8	2,8	2,8	61,4
	080947	12-17	7,5	0,3	30	0,8	69	37	42	77	313	0,8	2,3	3,3	3,3	23,3	0,7	0,7	3,3	7,6	3,3	69,3
	080948	17-22	16,2	0,4	31	0,8	85	43	39	76	309	1,0	1,1	1,5	1,5	12,4	0,7	0,6	1,5	4,0	1,5	14,8
	080949	22-27	16,4	0,8	42	1,1	94	46	44	89	400	1,4	2,3	1,5	11,0	19,1	0,3	0,3	3,7	10,4	1,5	61,0
	080950	27-32	20,5	0,4	40	1,1	95	49	44	91	416	1,5	1,0	1,2	3,0	10,7	0,2	0,2	1,2	4,9	1,2	58,5
	080951	32-37	22,9	0,8	35	1,1	89	43	42	83	376	1,3	2,0	1,1	5,2	19,5	0,6	0,4	3,7	8,3	1,1	52,4
	080952	37-42	38,9	1,6	33	0,8	87	38	42	78	332	1,1	1,5	0,6	3,3	13,0	0,7	0,3	2,2	5,9	0,6	23,4
	080953	42-47	36,3	2,1	31	0,8	56	41	35	77	327	1,0	1,8	0,7	3,9	16,3	0,5	0,4	2,6	7,2	0,7	27,5
	080954	47-52	47,2	1,1	33	0,9	59	45	37	84	350	1,2	1,4	0,5	3,6	12,5	0,4	0,3	2,1	7,6	0,5	29,7
	080955	52-57	34,6	1,4	33	0,9	55	40	34	78	323	1,0	2,0	0,7	4,3	18,1	0,4	0,3	2,3	6,9	0,7	34,7
	080956	57-62	30,8	1,6	31	0,7	53	39	33	77	320	1,0	2,1	0,8	4,2	16,4	0,5	0,4	2,7	7,8	0,8	22,1
	080957	62-67	44,4	1,8	31	0,9	52	40	34	75	322	1,1	1,9	0,6	3,8	15,0	0,4	0,2	2,7	9,2	0,6	27,0
	080958	67-72	20,2	1,4	30	0,8	50	37	33	73	316	1,1	2,5	1,2	5,4	22,3	0,6	0,6	3,7	13,4	1,2	46,0
Nordkehdinger Watt Buhne 21-23 Kern 2/1; Elbe km 700,916; Geogr. Länge (ETRS89) 9,06840761; Geogr. Breite (ETRS89) 53,86222055	080910	0-2	4,3	0,2	23	1,2	66	42	48	68	303	0,9	3,8	5,9	5,9	41,1	1,2	1,2	5,9	5,9	5,9	82,2
	080911	2-5	3,5	0,1	20	1,1	70	42	46	71	285	0,8	4,6	7,2	7,2	50,5	1,4	1,4	7,2	7,2	7,2	103,8
	080912	5-7	1,5	< 0,1	24	0,9	69	42	46	73	294	0,8	10,7	16,8	16,8	117,3	3,4	3,4	16,8	16,8	16,8	87,1
	080913	7-12	7,9	0,6	52	2,0	81	68	73	122	478	1,2	4,6	13,9	19,0	22,2	0,6	0,6	3,2	3,2	3,2	6,3
	080914	12-17	14,9	0,7	58	1,4	69	45	41	101	389	0,8	3,0	8,7	12,1	11,7	0,3	0,3	1,7	1,7	1,7	3,4
	080915	17-27	33,3	0,3	65	1,9	77	50	46	112	474	0,8	0,6	0,8	2,0	5,3	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8	1,5
	080916	27-32	n.b.	< 0,1	61	1,9	92	47	57	110	427	0,6	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Nordkehdinger Watt Buhne 21-23 Kern 2/2; Elbe km 700,916; Geogr. Länge (ETRS89) 9,06840761; Geogr. Breite (ETRS89) 53,86222055	080917	0-2	2,0	< 0,1	22	0,7	51	31	31	49	207	0,6	8,1	12,7	12,7	89,0	2,5	2,5	12,7	12,7	12,7	86,4
	080918	2-5	5,9	0,3	22	1,4	68	52	66	69	354	1,1	2,9	4,3	4,3	29,9	0,9	0,9	4,3	4,3	4,3	375,5
	080919	5-7	6,1	0,3	23	1,7	65	57	55	85	426	1,4	3,0	4,1	4,1	28,5	0,8	0,8	4,1	11,7	4,1	211,8
	080920	7-12	3,7	0,2	30	1,6	67	52	57	89	413	2,1	4,3	6,8	6,8	47,3	1,4	1,4	6,8	6,8	6,8	78,4
	080921	12-17	4,5	0,3	52	1,8	65	51	48	95	465	1,8	5,8	5,6	44,4	66,9	1,1	1,1	5,6	40,0	5,6	40,0
	080922	17-22	14,0	0,2	90	3,8	67	74	36	125	670	2,0	1,6	1,8	5,1	12,5	0,4	0,4	1,8	1,8	1,8	3,6
	080923	22-27	20,5	1,3	74	3,0	86	75	42	125	627	2,0	4,8	7,3	15,6	14,2	0,2	0,2	1,2	1,2	1,2	2,4
	080924	27-32	24,6	0,8	61	2,0	82	66	41	117	538	1,4	2,6	4,5	6,9	7,1	0,2	0,2	1,0	1,0	1,0	2,0
	080925	32-37	21,9	0,4	49	1,1	77	43	37	94	384	0,7	1,2	1,1	1,1	8,0	0,2	0,2	1,1	1,1	1,1	2,3
	080926	37-42	26,5	0,8	46	1,0	69	37	34	83	348	0,6	1,6	0,9	0,9	6,6	0,2	0,2	0,9	0,9	0,9	1,9
Buhne 15-17 Kern 1; Elbe km 702,931; Geogr. Länge (ETRS89) 9,04058677; Geogr. Breite (ETRS89) 53,85594414	080929	0-2	0,5	< 0,1	34	1,3	66	71	77	85	353	0,7	34,9	54,6	54,6	382,2	10,9	10,9	54,6	54,6	54,6	109,2
	080930	2-5	4,7	0,2	18	1,0	62	47	61	78	355	1,1	3,4	5,3	5,3	36,9	1,1	1,1	5,3	5,3	5,3	86,3
	080931	5-7	7,8	0,3	17	0,8	56	38	53	70	306	1,0	2,1	3,2	3,2	22,6	0,6	0,6	3,2	3,2	3,2	59,3
	080932	7-12	7,2	0,4	44	1,8	58	55	46	98	444	1,4	3,1	3,5	11,0	24,3	0,7	0,7	3,5	3,5	3,5	16,7
	080933	12-17	3,3	0,2	63	2,6	61	64	57	108	530	1,4	4,8	7,6	7,6	53,0	1,5	1,5	7,6	7,6	7,6	15,2
	080934	17-22	9,6	0,2	86	3,0	72	68	41	124	719	1,6	1,9	2,6	2,6	18,2	0,5	0,5	2,6	2,6	2,6	5,2
	080935	22-27	16,9	1,0	81	3,1	72	70	40	121	696	1,8	4,0	4,6	8,3	10,4	0,3	0,3	1,5	1,5	1,5	3,0
	080936	27-32	4,8	0,2	81	3,0	72	72	39	127	673	1,9	4,8	10,4	19,2	36,5	1,0	1,0	5,2	5,2	5,2	10,4
	080937	32-37	16,5	0,7	83	2,8	83	73	43	113	617	1,2	5,4	5,4	9,1	12,7	0,3	0,3	1,5	1,5	1,5	3,0
	080938	37-42	32,5	1,2	71	2,4	98	76	43	122	570	2,3	2,8	3,7	4,9	7,4	0,2	0,2	0,8	0,8	0,8	1,5
	080939	42-52	19,6	0,4	68	1,6	97	64	43	118	532	1,4	2,1	3,0	3,9	8,9	0,6	0,7	1,3	1,3	1,3	2,6
	080940	52-62	7,2	0,2	66	1,5	95	70	43	124	515	1,3	2,2	3,5	3,5	24,3	0,7	0,7	3,5	3,5	3,5	6,9

Schwermetalle gemessen in der Fraktion <20 µm, Organische Schadstoffe normiert auf die Fraktion <20µm, Konzentrationen bezogen auf Trockensubstanz

Anhang 1b: Untersuchungsergebnisse der Sedimentkerne aus dem Jahr 2009 (09.03.-11-03.2009)

Probenahme mit Vibrocorer vom 09 - 11.03.2009	Probenahme nummer	Tiefe [cm]	Fraktion < 20 µm [%]	TOC (<2000 µm-Fraktion) [Gew.%]	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Summe 16 PAK [mg/kg]	Pentachlorbenzol [µg/kg]	Hexachlorbenzol [µg/kg]	Summe 7 PCB [µg/kg]	a-HCH [µg/kg]	g-HCH [µg/kg]	p,p'-DDE [µg/kg]	p,p'-DDD [µg/kg]	p,p'-DDT [µg/kg]	Tributylzinn [µg OZK/kg]
Glückstadt	090192	0-2	46,1	1,9	26	0,9	65	39	41	70	302	0,7	3,3	1,3	4,8	14,8	0,9	0,3	3,0	9,8	0,5	73,8
Fähranleger; Kern 13;	090193	2-4	28,4	1,3	27	1,1	60	39	41	70	325	1,1	2,6	1,8	7,0	16,6	0,8	0,4	3,5	10,9	2,0	56,3
Elbe, Nebenarm	090194	4-6	30,1	n.b.	27	1,4	67	48	44	77	413	1,3	2,7	1,8	10,6	19,3	0,9	0,4	4,3	14,6	0,8	93,0
Glückstädter	090195	6-8	35,1	1,7	30	2,4	75	63	50	89	520	1,5	2,6	1,7	6,8	20,4	0,8	0,5	5,1	15,1	2,6	114,0
Nebenelbe km 4,043;	090196	8-10	27,5	1,9	32	3,2	77	71	49	91	650	2,1	4,4	3,6	24,7	45,1	1,4	0,6	10,2	36,4	43,6	363,6
Geogr. Länge	090197	10-25	44,0	2,1	35	2,0	89	54	51	84	473	1,6	2,4	1,6	9,1	27,5	0,6	0,3	4,8	10,2	12,0	272,7
(ETRS89) 9,40359924;	090198	25-40	36,4	1,3	34	1,8	68	48	50	80	459	1,6	2,5	1,8	11,8	36,1	0,6	0,1	5,2	9,6	2,0	384,6
Störmündung südlich	090202	0-2	26,0	2,4	27	1,0	68	41	37	64	340	0,8	2,8	2,0	8,8	26,1	1,3	0,5	5,4	14,2	2,1	146,2
Kern 14; Elbe,	090203	2-4	30,5	1,6	26	1,1	51	41	44	68	324	1,0	2,1	1,3	6,6	14,2	0,6	0,3	3,0	9,8	0,8	78,7
Nebenarm	090204	4-6	39,0	2,1	25	0,9	55	36	38	68	310	0,9	2,1	1,3	10,3	15,9	0,4	0,3	3,1	10,3	0,8	71,8
Glückstädter	090205	6-8	30,8	1,6	22	0,9	55	34	36	68	320	0,9	2,7	1,3	5,8	22,2	0,6	0,2	3,6	12,7	0,9	87,7
Nebenelbe km 5,318;	090206	8-10	27,2	1,7	24	1,3	55	50	57	81	408	1,2	3,0	1,3	6,6	15,7	0,6	0,2	2,8	9,2	1,5	117,8
Geogr. Länge	090207	10-25	34,2	1,8	31	1,7	40	48	30	72	428	1,5	2,3	0,7	6,4	15,8	0,4	0,1	4,1	9,4	0,7	78,9
(ETRS89) 9,3945563;	090208	25-40	25,2	1,2	31	2,1	43	49	31	75	402	1,6	2,4	1,0	9,9	20,2	0,5	0,2	4,4	11,1	1,0	162,7
Störmündung	090216	0-2	25,4	1,6	26	1,0	67	37	46	72	325	0,9	2,8	1,0	6,3	20,5	0,7	0,2	3,2	11,8	1,0	192,9
nördlich Kern 15;	090217	2-4	45,3	1,9	30	2,9	79	68	50	95	609	1,9	2,0	1,5	6,6	76,9	0,7	0,3	4,2	18,3	1,1	94,9
Elbe km 679,848;	090218	4-6	26,5	1,6	24	1,2	66	45	46	72	383	1,2	2,7	2,1	8,7	19,7	1,5	0,4	4,2	15,8	0,9	79,2
Geogr. Länge	090219	6-8	29,0	1,8	46	0,8	66	34	43	68	306	1,0	2,6	0,9	6,2	22,0	0,8	0,2	3,8	15,5	1,8	51,7
(ETRS89) 9,3671406;	090220	8-10	20,4	1,5	29	2,5	78	59	47	83	534	1,7	3,8	2,5	18,1	25,1	2,1	0,2	6,4	24,0	2,5	122,5
Geogr. Breite	090221	10-21	27,7	1,3	33	1,5	78	49	54	85	448	2,4	2,1	0,9	10,5	35,2	0,5	0,2	4,7	8,7	0,9	220,2
(ETRS89) 53,82987217	090222	21-33	25,2	1,2	36	1,5	87	52	60	86	456	2,5	2,1	1,0	11,5	24,3	0,4	0,2	5,2	8,3	1,0	190,5
Allwördener-	090239	0-2	30,8	2,3	50	2,8	93	84	55	114	665	3,4	3,9	6,2	71,4	62,3	5,5	2,3	12,3	21,8	0,8	454,5
Außendeich Kern 17,	090240	2-4	17,9	1,4	52	3,1	101	92	59	123	728	4,0	6,4	10,1	111,7	109,5	7,8	4,3	22,3	34,1	3,0	614,5
Elbe km 680,927;	090241	4-6	21,0	1,8	52	3,1	100	87	57	123	724	3,8	5,0	9,0	119,0	82,4	8,1	4,0	20,0	27,6	1,2	523,8
Geogr. Länge	090242	6-8	9,0	1,1	56	3,0	102	89	61	126	743	3,8	6,6	12,2	133,3	111,3	15,6	28,9	25,6	42,2	2,8	788,9
(ETRS89) 9,33364078;	090243	8-10	3,9	0,3	51	2,4	87	76	57	118	663	2,9	4,1	6,4	51,3	147,2	20,0	28,2	13,6	30,8	6,4	410,3
Geogr. Breite	090244	10-25	11,7	0,7	58	4,7	117	89	62	118	819	3,2	3,2	5,7	61,5	37,4	1,2	0,4	11,1	17,9	2,1	222,2
(ETRS89) 53,82848767	090245	25-40	17,5	0,9	62	4,3	114	90	61	118	783	3,4	3,7	6,9	102,9	65,3	1,6	0,9	13,1	18,9	1,4	302,9
Allwördener-	090228	0-2	2,0	<0,1	38	1,3	77	41	40	71	356	0,8	8,0	12,5	12,5	87,5	2,5	2,5	12,5	12,5	12,5	115,0
Außendeich Kern 16;	090229	2-4	2,3	0,2	41	1,3	80	43	42	75	378	0,8	7,0	10,9	10,9	76,1	2,2	2,2	10,9	10,9	10,9	78,3
Elbe km 683,120;	090230	4-6	6,6	0,3	33	0,9	81	42	40	60	324	0,8	2,6	3,8	3,8	26,5	0,8	0,8	3,8	9,4	3,8	62,1
Geogr. Länge	090231	6-8	4,1	0,3	36	0,9	71	39	37	64	334	0,8	3,9	6,1	6,1	42,7	3,9	15,4	6,1	12,9	6,1	65,9
(ETRS89) 9,31002053;	090232	8-10	5,3	0,2	35	0,9	61	44	37	73	347	0,9	3,0	4,7	4,7	33,0	0,9	0,9	4,7	4,7	4,7	34,0
Geogr. Breite	090233	10-25	6,1	0,2	37	1,7	41	45	32	74	434	1,7	2,6	4,1	4,1	28,7	0,8	0,8	4,1	4,1	4,1	49,2
(ETRS89) 53,84024002	090234	25-40	9,4	0,3	34	1,7	58	44	38	75	363	1,2	2,1	2,7	2,7	31,2	0,5	0,5	2,7	8,8	23,4	42,6
Brokdorf KKW Kern	090279	0-2	26,5	1,3	25	0,7	63	34	42	75	313	0,9	2,3	0,9	7,2	14,0	0,6	0,2	2,8	10,2	2,6	52,8
23; Elbe km 682,867;	090280	2-4	11,4	0,6	29	1,3	74	47	49	86	402	1,3	3,8	2,2	9,6	28,0	1,9	0,4	5,3	21,1	2,2	122,8
Geogr. Länge	090281	4-6	13,6	0,7	31	1,8	86	59	58	97	419	1,5	2,9	1,8	6,6	24,3	0,4	0,4	4,2	17,6	1,8	161,8
(ETRS89) 9,33520187;	090282	6-8	20,8	1,2	25	0,6	73	29	46	50	240	0,6	1,4	1,2	3,8	10,3	0,2	0,2	1,2	7,2	1,2	86,5
Geogr. Breite	090283	8-10	67,9	4,4	25	<0,1	60	10	33	16	93	<0,1	0,3	0,4	0,4	2,6	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	4,0
(ETRS89) 53,85278653	090284	10-25	84,0	5,8	15	0,2	49	14	35	19	85	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6
	090285	25-40	75,6	7,6	11	0,2	52	14	35	19	92	0,1	0,2	0,3	0,3	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	1,3
Böschrücken Kern 22;	090269	0-2	0,9	<0,1	35	3,2	69	72	66	70	432	0,9	6,0	1,9	6,9	12,6	0,8	1,1	4,4	10,9	1,7	56,8
Elbe km 690,583;	090270	2-4	0,7	<0,1	38	1,6	109	54	98	74	461	0,7	4,4	1,5	6,0	16,3	1,0	1,3	4,3	10,6	2,2	74,6
Geogr. Länge	090271	4-6	1,4	<0,1	53	1,5	74	59	82	76	456	0,8	2,5	0,7	2,6	7,7	0,5	0,4	2,2	4,8	0,6	35,2
(ETRS89) 9,2190014;	090272	6-8	3,3	<0,1	45	1,4	107	68	59	80	470	1,1	4,8	7,6	7,6	53,0	5,8	1,5	7,6	7,6	7,6	15,2
Geogr. Breite	090273	8-10	1,3	<0,1	42	1,5	102	71	54	76	434	1,1	12,3	19,2	19,2	134,6	7,7	3,8	19,2	19,2	19,2	38,5
(ETRS89) 53,8736567	090274	10-25	1,9	0,0	40	2,9	112	83	54	68	518	1,3	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	26,3
	090275	25-40	1,4	0,0	39	2,6	104	98	53	73	524	1,4	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	39,3
Brunsbüttel Kraftwerk	090258	0-2	30,9	2,2	29	1,1	90	42	42	61	299	0,8	2,6	1,9	6,8	24,2	1,5	0,7	3,6	10,7	0,8	64,7
Kern 21; Elbe km	090259	2-4	38,8	1,8	32	1,1	66	42	43	85	397	1,4	2,1	1,5	7,2	21,6	0,5	0,3	4,1	11,6	0,8	129,0
691,500; Geogr.	090260	4-6	20,1	1,7	38	1,1	88	47	46	83	434	1,3	3,9	2,9	12,4	39,5	1,3	0,6	7,0	13,9	1,2	253,7
Länge (ETRS89)	090261	6-8	19,8	1,8	38	1,0	91	46	46	81	421	1,3	3,5	1,3	11,1	33,9	1,3	0,6	6,6	12,6	1,3	181,8
9,20891799; Geogr.	090262	8-10	30,6	1,5	29	1,0	58	40	39	79	387	1,4	2,6	1,6	7,8	23,5	0,5	0,3	4,3	10,5	1,0	127,5
Breite (ETRS89)	090263	10-25	49,4	2,1	59	1,8	95	56	43	97	501	1,7	2,3	1,5	3,6	10,9	0,5	0,1	2,6	9,3	0,5	8,1
53,8881756	090264	25-40	56,8	2,1	48	0,9	91	37	39	84	278	0,6	1,0	0,4	0,4	3,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,4	0,9

Probenahme mit Vibrocorer vom 09 - 11.03.2009	Probenahme nummer	Tiefe [cm]	Fraktion < 20 µm [%]	TOC (<2000 µm-Fraktion) [Gew.%]	As mg/kg	Cd mg/kg	Cr mg/kg	Cu mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg	Zn mg/kg	Hg mg/kg	Summe 16 PAK [mg/kg]	Pentachlorbenzol [µg/kg]	Hexachlorbenzol [µg/kg]	Summe 7 PCB [µg/kg]	a-HCH [µg/kg]	g-HCH [µg/kg]	p,p'-DDE [µg/kg]	p,p'-DDD [µg/kg]	p,p'-DDT [µg/kg]	Tributylzinn [µg OZK/kg]
Querab Tonne 59 Kern 4; Elbe km 693,975; Geogr. Länge (ETRS89) 9,16804485; Geogr. Breite (ETRS89) 53,87123233	090182	0-2	13,5	0,7	28	0,8	79	39	39	67	310	1,0	2,8	1,9	5,2	22,4	0,4	0,4	1,9	9,6	11,1	88,9
	090183	2-4	13,0	0,4	28	0,9	80	41	39	70	323	1,0	1,6	1,9	1,9	23,4	0,4	0,8	1,9	13,8	10,0	69,2
	090184	4-6	7,0	0,3	31	0,8	77	47	40	76	342	0,9	2,3	3,6	3,6	40,4	0,7	0,7	3,6	11,0	3,6	110,0
	090185	6-8	14,4	0,6	30	0,8	72	38	35	64	298	0,9	2,1	1,7	4,9	17,7	0,3	0,3	1,7	9,0	1,7	97,2
	090186	8-10	13,5	0,7	29	0,8	73	39	37	66	301	0,9	2,6	1,9	7,4	27,9	1,0	0,4	1,9	11,9	17,0	111,1
	090187	10-25	14,9	0,7	36	1,8	44	48	33	75	426	1,8	2,2	1,7	8,7	16,5	0,3	0,3	3,5	10,1	1,7	100,7
	090188	25-40	10,4	0,6	50	3,1	54	63	41	91	584	2,5	4,0	2,4	13,5	39,3	1,9	0,5	9,4	25,0	2,4	67,3
Neufeld Ost Kern 31; Elbe km 698,696; Geogr. Länge (ETRS89) 9,09333927; Geogr. Breite (ETRS89) 53,88639872	090288	0-2	42,0	2,1	27	0,8	78	41	47	84	326	1,0	1,8	1,2	5,0	12,8	1,0	0,1	2,3	11,7	0,6	42,9
	090289	2-4	34,1	2,1	25	0,7	74	35	49	77	272	0,9	2,4	1,6	7,6	16,6	1,8	0,4	2,9	11,4	0,7	61,6
	090290	4-6	29,2	1,7	26	0,7	73	38	45	80	305	0,9	2,3	0,9	6,2	16,2	0,5	0,2	3,1	14,4	0,9	51,4
	090291	6-8	28,6	1,6	25	0,8	71	37	50	74	299	0,9	2,6	2,6	6,3	17,6	0,5	0,2	3,2	11,9	0,9	49,0
	090292	8-10	27,7	1,7	27	1,0	77	41	46	81	345	1,0	2,6	0,9	5,1	15,5	0,5	0,2	3,2	11,6	2,5	61,4
	090293	10-25	46,9	2,3	26	0,8	50	39	42	70	329	0,8	2,2	1,4	5,1	14,2	0,4	0,1	4,1	8,3	0,5	74,6
	090294	25-40	27,2	1,6	34	1,4	75	50	46	85	402	1,5	3,2	4,4	16,5	30,7	1,0	0,4	8,1	15,4	0,9	33,1
Nordkehdinger Watt Buhne 25 und 27 Kern 20; Elbe km 698,971; Geogr. Länge (ETRS89) 9,08887196; Geogr. Breite (ETRS89)	090250	0-2	1,9	0,1	31	0,9	53	41	33	67	310	0,9	8,4	13,2	13,2	92,1	32,1	20,5	13,2	13,2	13,2	63,2
	090251	2-4	3,3	<0,1	35	0,7	69	45	39	73	330	0,9	4,8	7,6	7,6	53,0	27,0	10,9	7,6	7,6	7,6	36,4
	090252	4-6	1,1	<0,1	35	0,9	98	47	47	72	341	0,8	14,5	22,7	22,7	159,1	62,7	39,1	22,7	22,7	22,7	45,5
	090253	6-8	2,8	0,1	34	0,8	88	42	43	70	332	0,8	5,7	8,9	8,9	62,5	5,4	5,4	8,9	8,9	8,9	64,3
	090254	8-10	2,7	0,2	33	0,8	89	42	43	69	327	0,9	7,1	9,3	9,3	64,8	4,4	1,9	9,3	9,3	9,3	44,4
	090255	10-25	11,4	0,5	40	1,2	91	43	41	76	410	1,1	1,5	2,2	2,2	15,4	0,4	0,4	2,2	6,4	2,2	70,2
	090256	25-40	22,8	1,0	38	0,9	93	42	41	75	371	1,2	1,6	1,1	3,3	13,2	0,2	0,2	3,2	8,3	1,1	74,6
Neufeld Ost Kern 32; Elbe km 698,971; Geogr. Länge (ETRS89) 9,08887196; Geogr. Breite (ETRS89) 53,88649718	090302	0-2	19,6	1,0	27	0,9	72	41	48	78	319	1,1	2,8	1,3	7,1	20,2	2,0	0,3	3,4	21,4	1,3	76,5
	090303	2-4	13,7	1,2	24	0,9	68	41	44	77	331	1,2	6,6	6,7	21,2	34,7	0,9	0,4	8,8	32,1	1,8	182,5
	090304	4-6	23,3	1,6	28	0,8	61	37	42	60	309	1,1	13,5	1,1	7,7	27,6	0,6	0,2	4,3	17,2	1,1	68,7
	090305	6-8	28,1	1,7	29	0,8	63	43	45	63	322	1,3	2,8	0,9	8,9	132,9	0,4	0,2	13,2	23,8	34,5	56,9
	090306	8-10	22,4	1,7	33	1,2	75	45	47	82	411	1,7	3,6	1,1	14,3	36,6	0,8	0,2	6,3	23,2	1,1	58,0
	090307	10-25	25,6	2,0	35	1,6	75	53	52	93	444	2,1	3,8	2,9	16,0	4,7	0,6	0,2	7,4	16,0	1,0	85,9
	090308	25-40	32,0	1,7	34	2,1	78	58	49	91	478	2,2	12,9	3,1	14,1	21,6	1,4	0,6	9,4	18,1	2,7	75,0
Nordkehdinger Watt Buhne 21-23 Kern 2; Elbe km 700,854; Geogr. Länge	090176	0-2	0,9	<0,1	44	1,0	102	56	48	89	382	0,8	17,8	27,8	27,8	194,4	5,6	5,6	27,8	27,8	27,8	55,6
	090177	2-14	9,9	0,3	27	1,8	46	48	32	74	421	0,8	1,8	2,5	2,5	17,7	0,5	0,5	2,5	7,5	2,5	90,9
	090178	14-20	8,7	0,4	33	1,7	73	54	45	96	447	2,6	2,4	2,9	2,9	36,9	0,6	0,6	2,9	11,0	2,9	252,9
	090179	20-34	5,2	0,2	27	1,9	47	51	33	73	434	1,9	0,0	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	153,8
Buhne 17-19 Kern 1b; Elbe km 702,392; Geogr. Länge (ETRS89) 9,04789611; Geogr. Breite (ETRS89) 53,85755009	090169	0-2	4,5	0,5	51	1,6	94	58	44	103	480	1,6	6,8	5,6	13,6	38,9	1,1	1,1	5,6	5,6	5,6	126,7
	090170	2-4	10,7	0,9	41	1,7	105	63	51	104	496	2,6	3,3	2,3	10,3	44,4	1,6	0,9	8,9	36,4	2,3	90,7
	090171	4-6	18,9	0,9	51	1,8	93	55	45	101	485	2,1	17,1	2,9	5,8	55,3	2,3	1,3	10,1	52,9	4,0	21,2
	090172	6-8	9,8	0,6	58	2,0	98	65	47	115	525	2,1	3,7	5,8	9,6	43,5	1,8	1,1	7,2	38,8	2,6	13,3
	090173	8-10	15,9	0,7	65	1,7	94	61	45	119	537	1,6	2,8	7,5	11,9	13,7	0,3	0,3	1,6	5,2	1,6	3,1
	090174	10-25	13,4	0,5	69	3,1	49	72	32	111	586	2,0	2,1	1,9	5,6	13,1	0,4	0,4	1,9	1,9	1,9	3,7
	090175	25-40	11,5	0,5	64	2,4	49	64	31	112	563	1,6	2,2	4,5	7,4	15,2	0,4	0,4	2,2	2,2	2,2	4,3

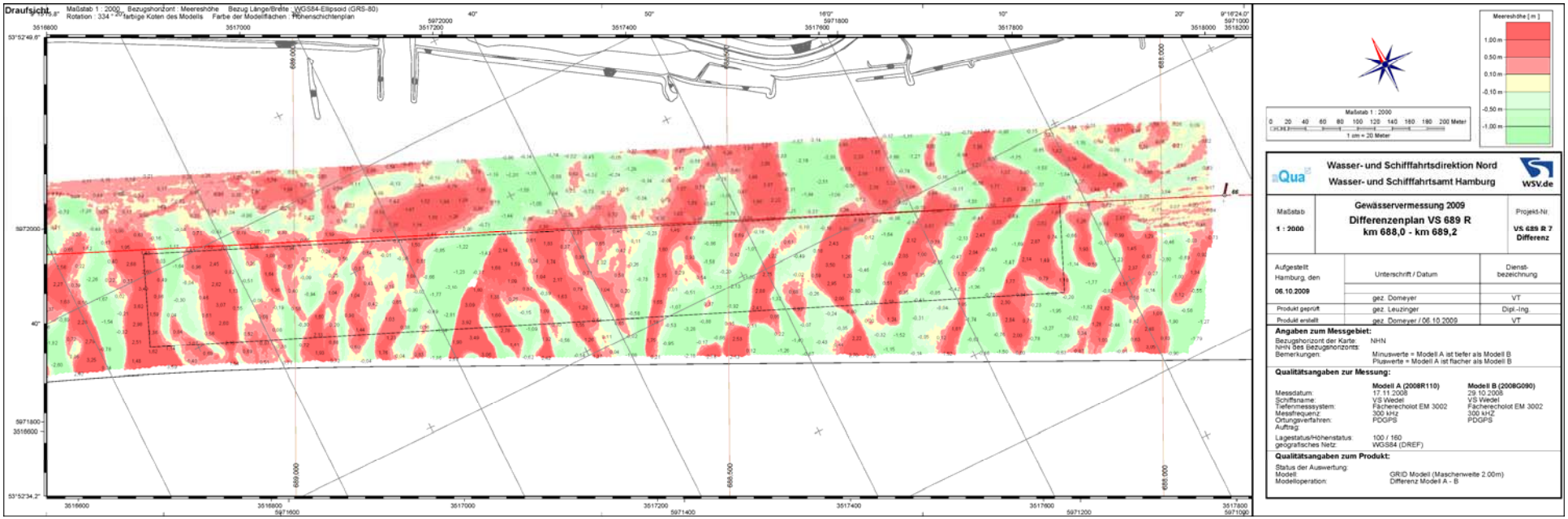
Schwermetalle gemessen in der Fraktion <20 µm, Organische Schadstoffe normiert auf die Fraktion <20µm, Konzentrationen bezogen auf Trockensubstanz

Anhang 2: Entnahmestellen der Greifer aus dem Klappstellenbereich 688/690 im März 2009

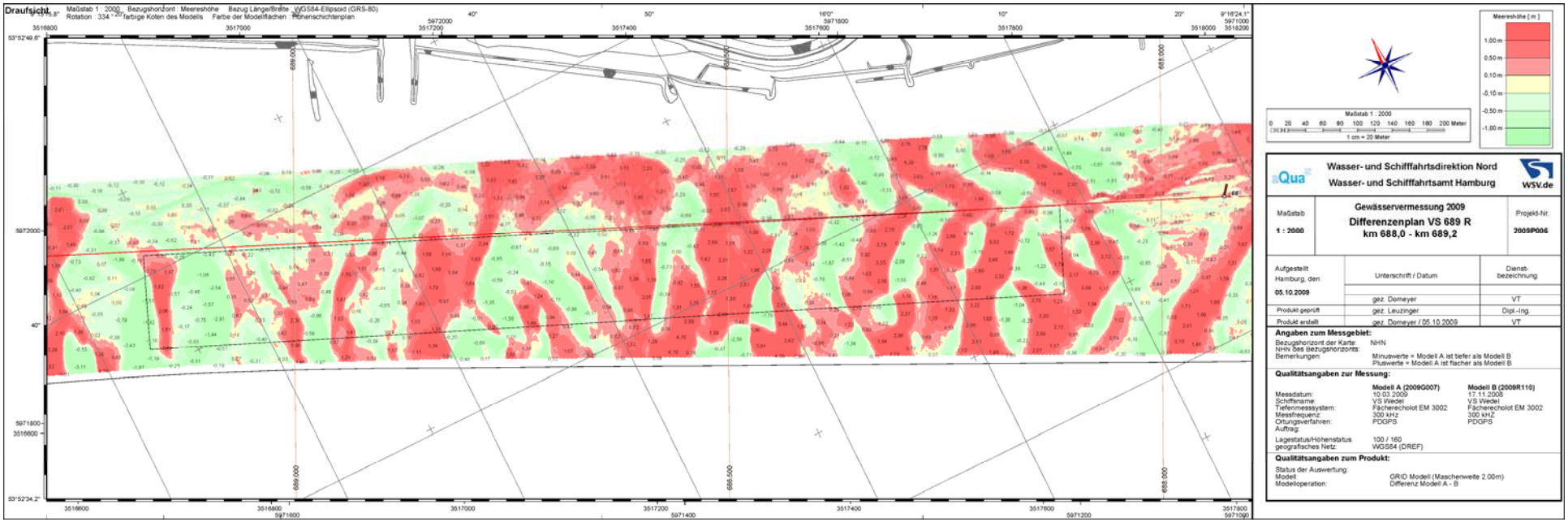
Entnahmestelle (Bezeichnung)	Gewässer	Bodenart (Phase)	Datum Probenahme	Probenahmegerät	Tiefe von (cm)	Tiefe bis (cm)	Geogr. Länge (ETRS89)	Geogr. Breite (ETRS89)	Flusskilometer	Lage
690_04	Elbe	Sediment	24.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2428776	53,8796972	690,0	rechts in Fahrtrichtung
690_08	Elbe	Sediment	24.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2571642	53,8778504	689,1	rechts in Fahrtrichtung
690_11	Elbe	Sediment	24.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2602173	53,8772589	688,9	rechts in Fahrtrichtung
690_12	Elbe	Sediment	24.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2601777	53,8762722	688,8	rechts in Fahrtrichtung
690_15	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2630781	53,8755353	688,6	rechts in Fahrtrichtung
690_18	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2653842	53,8749107	688,4	rechts in Fahrtrichtung
690_20	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2682839	53,8741541	688,2	rechts in Fahrtrichtung
690_23	Elbe	Sediment	25.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2765300	53,8728967	687,7	rechts in Fahrtrichtung
690_26	Elbe	Sediment	25.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2837779	53,8709898	687,2	rechts in Fahrtrichtung
690_29	Elbe	Sediment	24.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2921465	53,8688483	686,8	rechts in Fahrtrichtung
690_36	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2750936	53,8600440	688,2	links in Fahrtrichtung
690_38	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2687558	53,8620236	687,5	links in Fahrtrichtung
690_39	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2631028	53,8697498	688,3	links in Fahrtrichtung
690_42	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2576036	53,8713303	688,7	links in Fahrtrichtung
690_44	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2531476	53,8664061	688,7	links in

										Fahrtrichtung
690 _45	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2438477	53,8809448	690,0	links in Fahrtrichtung
690 _46	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2404109	53,8754519	690,0	links in Fahrtrichtung
Entnahmestelle (Bezeichnung)	**Gewässer**	**Bodenart (Phase)**	**Datum Probenahme**	**Probenahmegerät**	**Tiefe von (cm)**	**Tiefe bis (cm)**	**Geogr. Länge (ETRS89)**	**Geogr. Breite (ETRS89)**	**Flusskilometer**	**Lage**
690 _48	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,2362402	53,8693188	690,0	links in Fahrtrichtung
690 _49	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,26774312	53,86727669	689,2	links in Fahrtrichtung
690 _50	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,25653982	53,86976298	688,7	links in Fahrtrichtung
690 _51	Elbe	Sediment	26.03.2009	Van-Veen-Greifer	0	20	9,25122357	53,87304463	688,0	links in Fahrtrichtung

Anhang 3



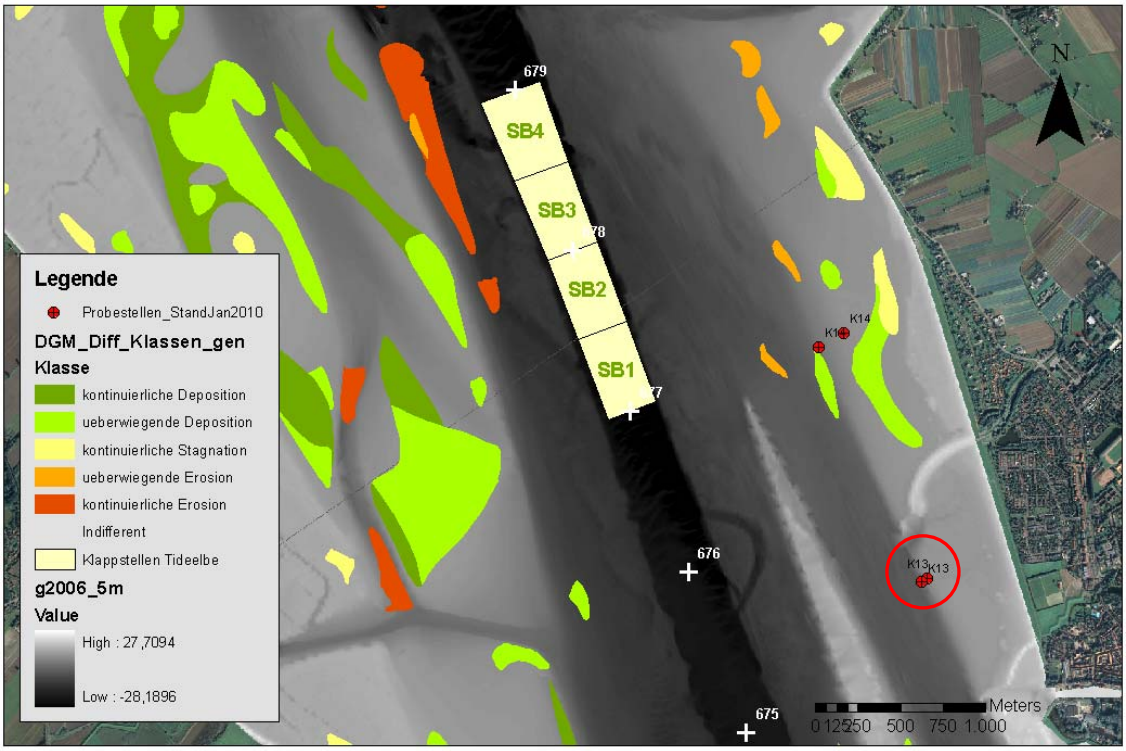
Differenzenplan VS689R auf Grundlage der Peilungen •vom 29. Oktober und 17. November 2008, also vor Beginn und nach Abschluss der Umlagerung von Baggergut aus der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs vor Wedel

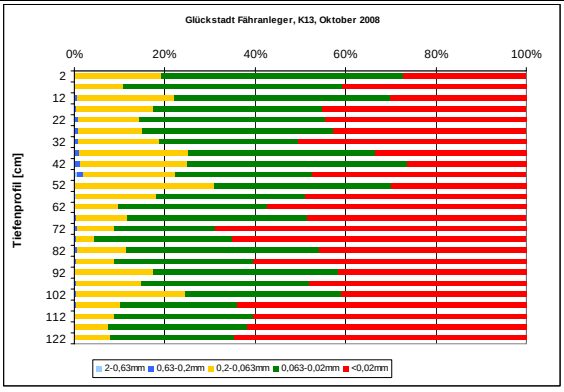


Differenzenplan VS689R auf Grundlage der Peilungen •vom 17. November 2008 und 10. März 2009, also in der umlagerungsfreien Zeit nach Abschluss der Umlagerung von Baggergut aus der 1. Unterhaltung des Sedimentfangs vor Wedel sowie zeitgleich zur Probenahme im März 2009.

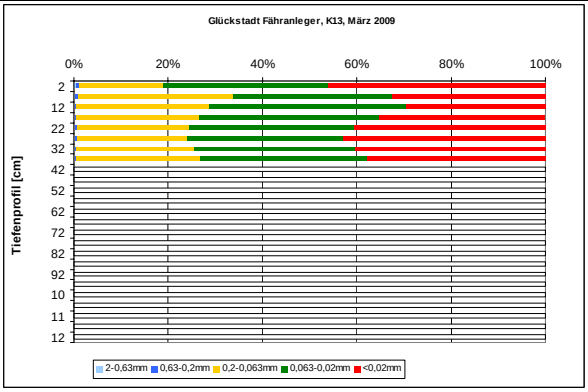
Anhang 4

Kern 13, Position Glückstadt Fähranleger





Rechtswert: 3526695, Hochwert: 5962343
Tiefenlage: -0,5 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

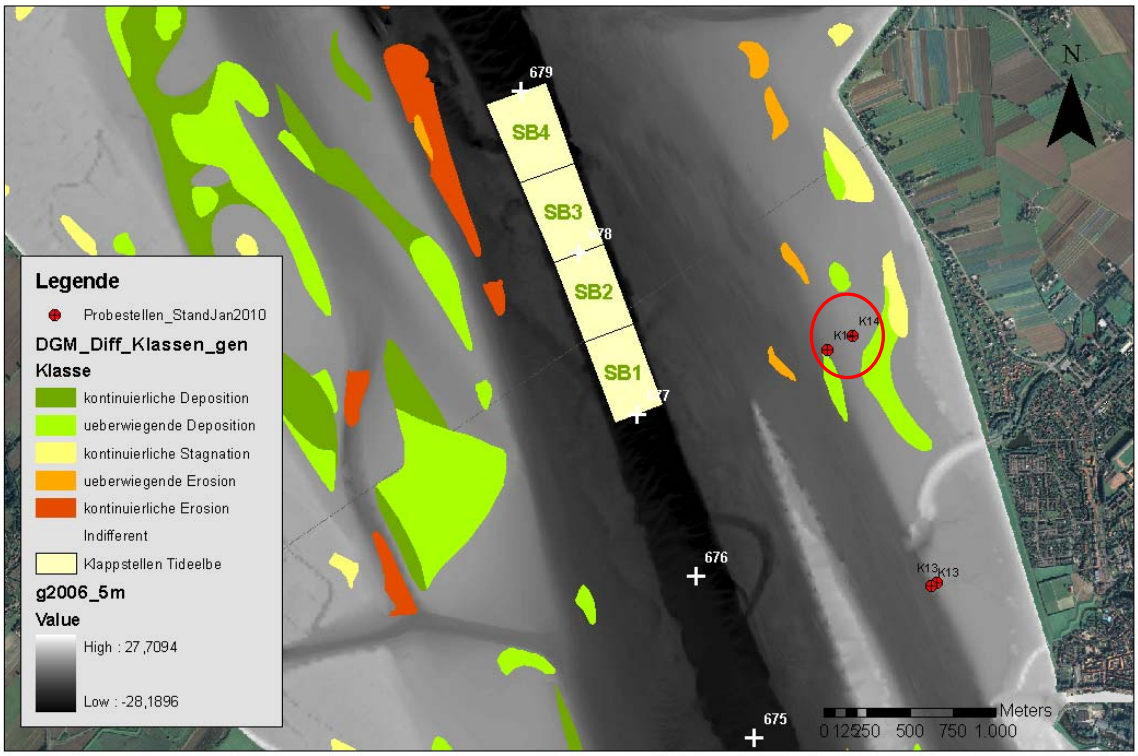


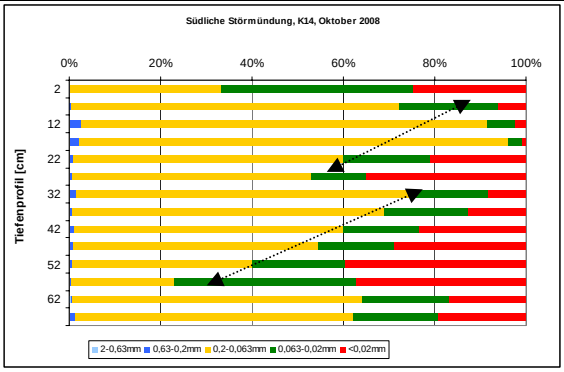
Rechtswert: 3526668, Hochwert: 5962320
Tiefenlage: -2,8 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 675,5, in Glückstädter Nebenelbe, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander | Entfernung zu VS689R: 35 m |
Sedimente:

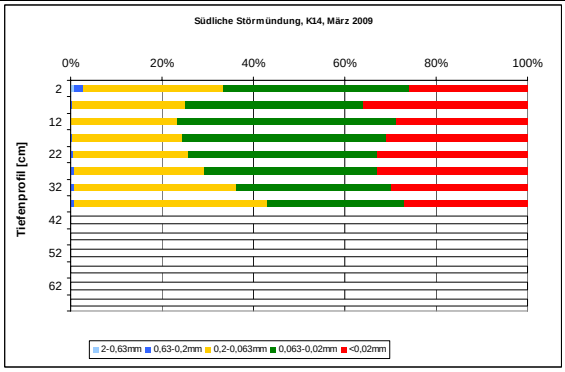
- Dominanz schluffiger Sedimente
- ähnliche und über die Tiefe konstante Anteile an schluffigen und sandigen Sedimentanteilen in beiden Proben
- geringe Tendenz der Vergröberung durch Anteile Feinsand sowie Grobschluff zu Lasten Anteil < 20µm.

Kern 14, Südlich Störmündung





Rechtswert: 3526206, Hochwert: 5963780
Tiefenlage: 0,0 m KN (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

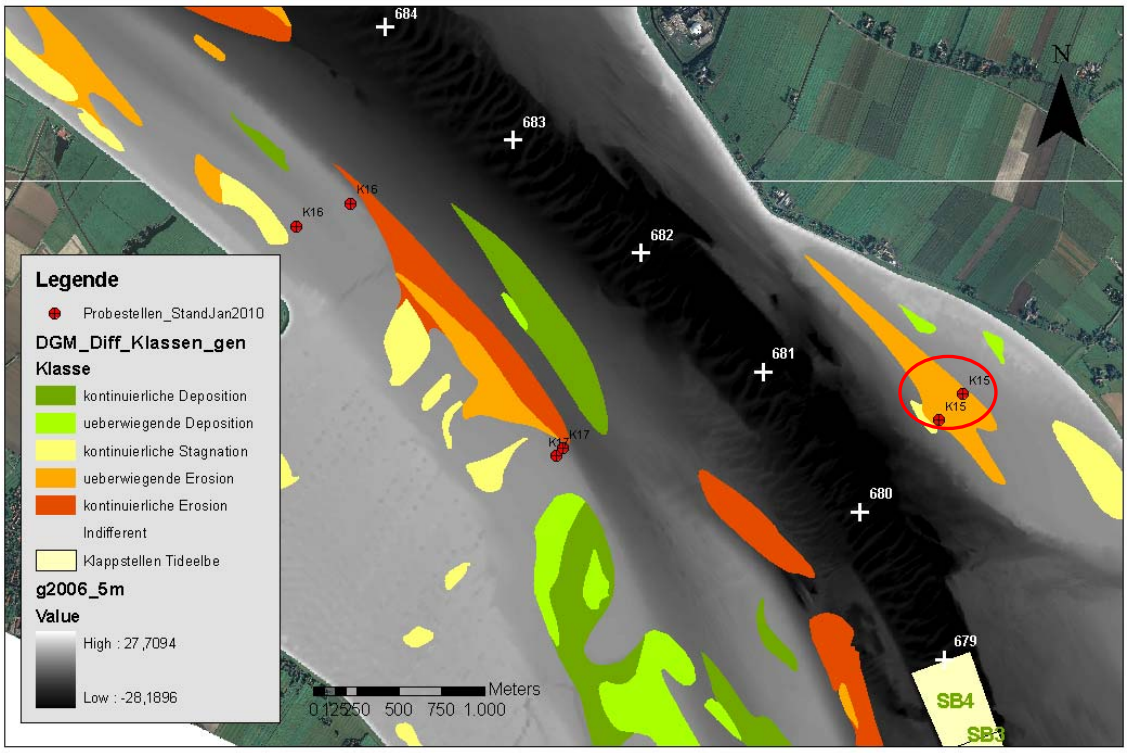


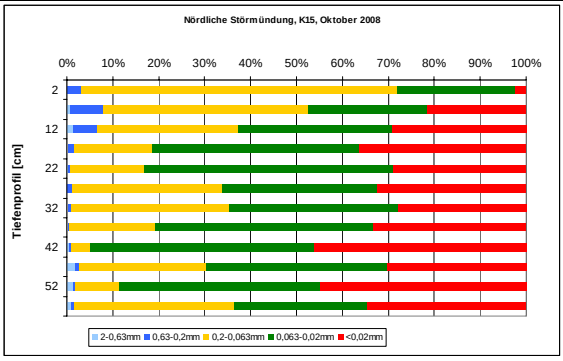
Rechtswert: 3526063, Hochwert: 5963697
Tiefenlage: -2,6 m KN (DGM, 2006, Höhenbezug)

Lage: Höhe Km 677, am Beginn Prallhangufer, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 182 m
Sedimente:

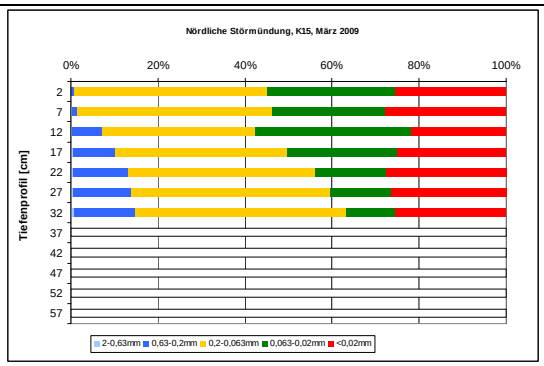
- mittlere Korngrößenverteilung von Kern 14_Mrz09 ist nicht vergleichbar mit Probe Kern 14_Okt08, Unterschiede aufgrund der Entfernung der Positionen zueinander
- mittlere Korngrößenverteilung von Kern 14_Mrz09 ist aber vergleichbar mit Probe Kern 13_Mrz08
- Zusammensetzung von Kern 14_Okt08 hingegen ist viel heterogener, es dominieren Feinsandanteile
- auffällig ist ein wiederkehrendes Muster mit dominantem Anteil schluffiger Sedimente und stetig abnehmender Dominanz in den darüber liegenden Schichten (siehe Pfeile in Abbildung) und Feinsandanteil ca. 40% bzw. 38% - entspricht der mittleren Korngrößenverteilung des Kerns

Kern 15, Nördlich Störmündung





Rechtswert: 3524385, Hochwert: 5966757
Tiefenlage: -0,8 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

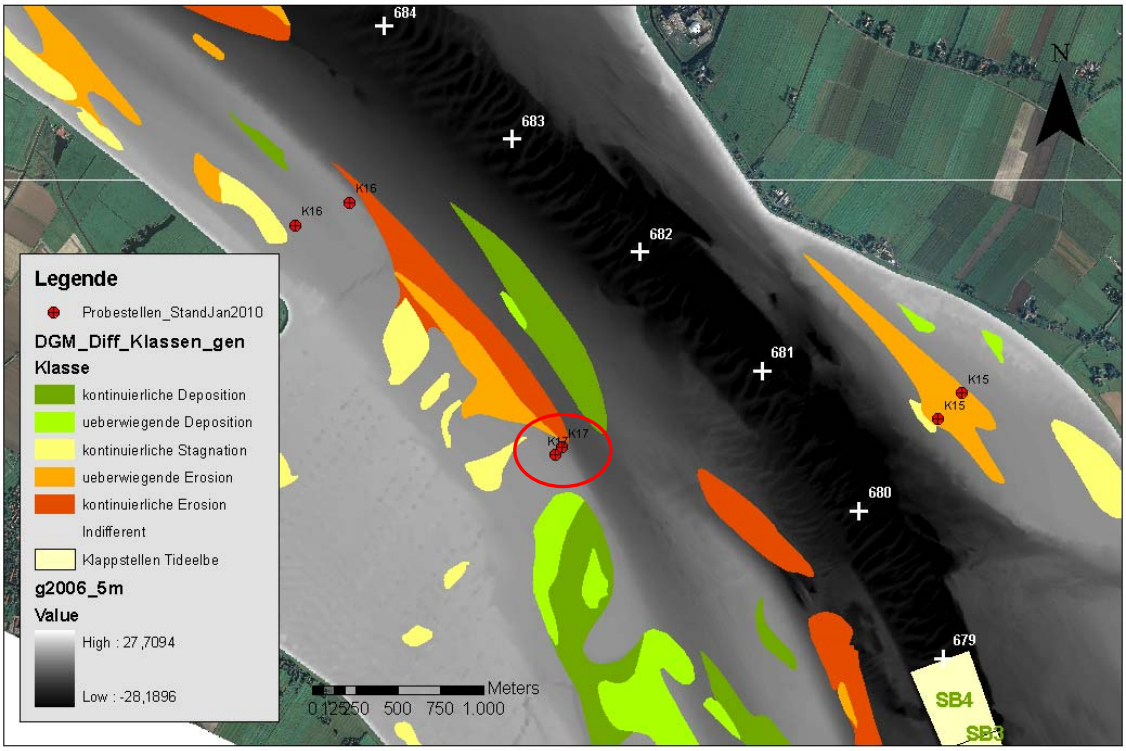


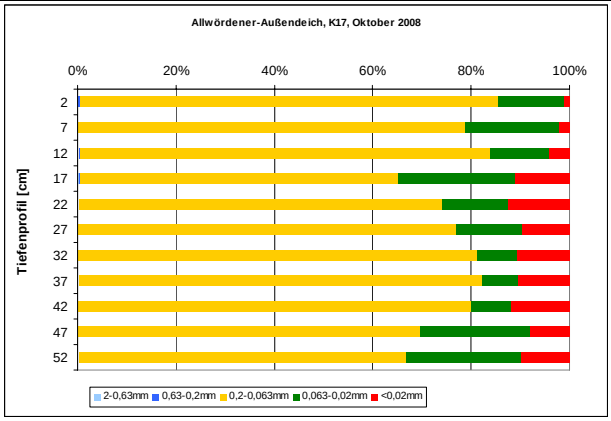
Rechtswert: 3524243, Hochwert: 5966605
Tiefenlage: -2,8 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 680, Bereich Prallhangufer, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 210 m
Sedimente:

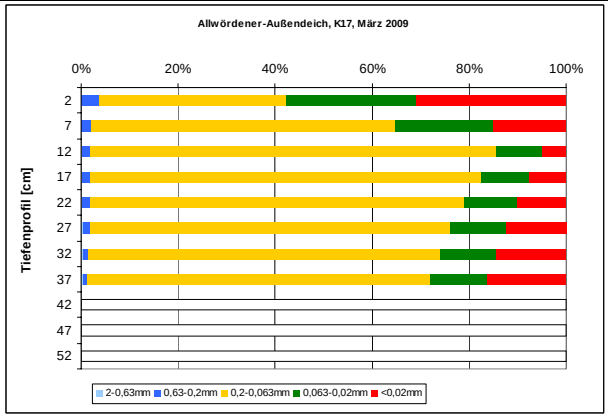
- Mittel- und Grobsandanteile von bis zu 17% in den oberen Schichten beider Kernen
- kontinuierliche Abnahme des schluffigen Anteils in den oberen Schichten des Kerns 15_Okt08

Kern 17, Allwördener Außendeich





Rechtswert: 3522000, Hochwert: 5966395
Tiefenlage: -0,3 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

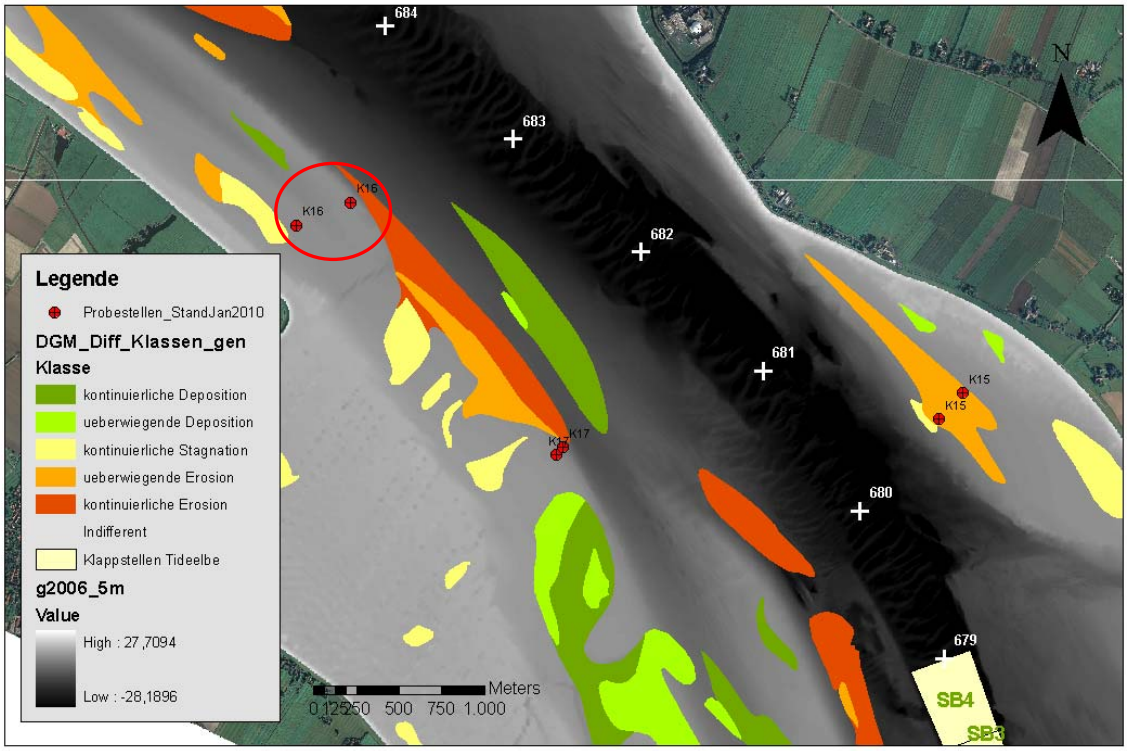


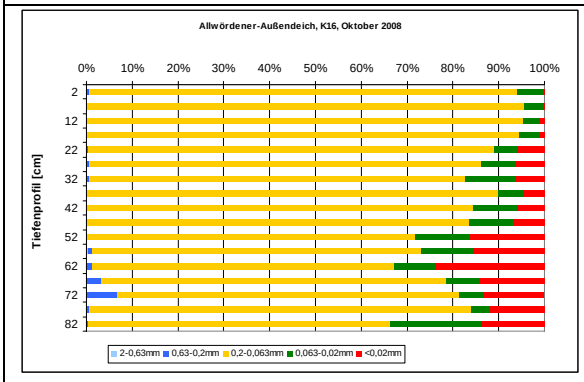
Rechtswert: 3522038, Hochwert: 5966440
Tiefenlage: -2,0 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 681, Bereich Gleithangufer, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 60 m
Sedimente:

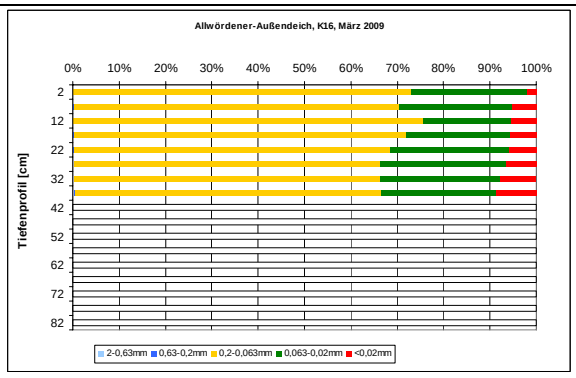
- In beiden Kernen ist Feinsand die dominante Kornfraktion
- In Kern 17_Mrz09 geringe Mittel- und Grobsandanteile, bei gleichzeitigem Anstieg schluffiger Anteile
- Ansonsten ähnliche und über die Tiefe recht konstante Korngrößenanteile in beiden Kernproben

Kern 16, Allwördener Außendeich





Rechtswert: 3520795, Hochwert: 5967874
Tiefenlage: -0,3 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

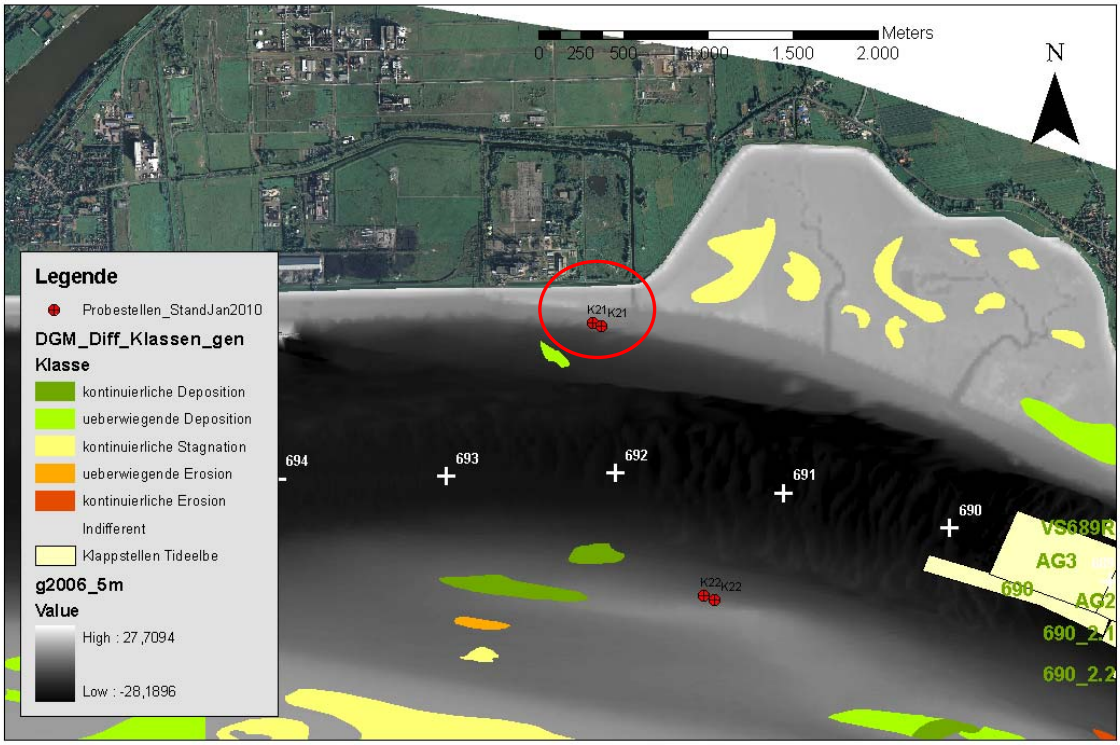


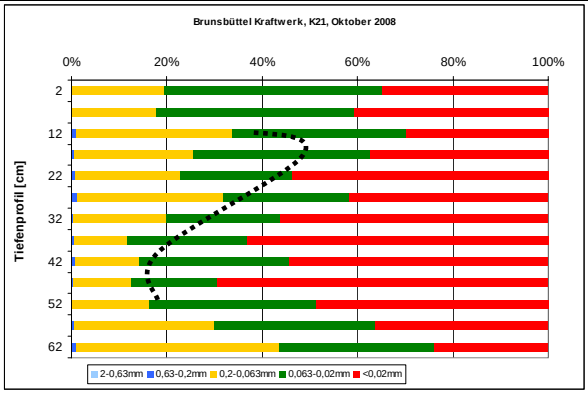
Rechtswert: 3520477, Hochwert: 5967741
Tiefenlage: -0,1 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 683, Bereich Gleithangufer, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 340 m
Sedimente:

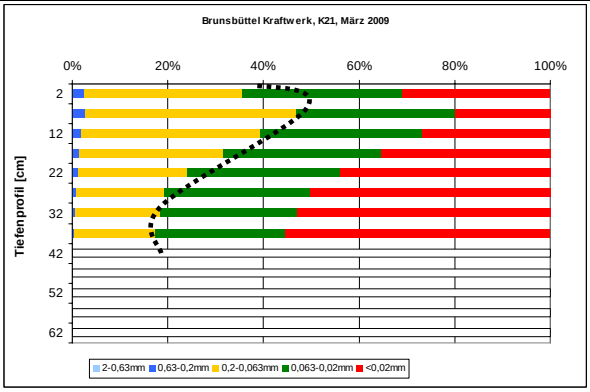
- In beiden Kernen ist Feinsand die dominante Kornfraktion mit den Trend einer leichten Zunahme des Feinsandanteils in den oberen Schichten
- Im Kern 16_Okt08, welcher ca. 300 m näher als Kern 16_Mrz09 zur Fahrrinne liegt, sind in manchen Schichten Mittelsandanteile enthalten

Kern 21, Brunsbüttel Kraftwerk





Rechtswert: 3513752, Hochwert: 5973071
Tiefenlage: -1,8 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

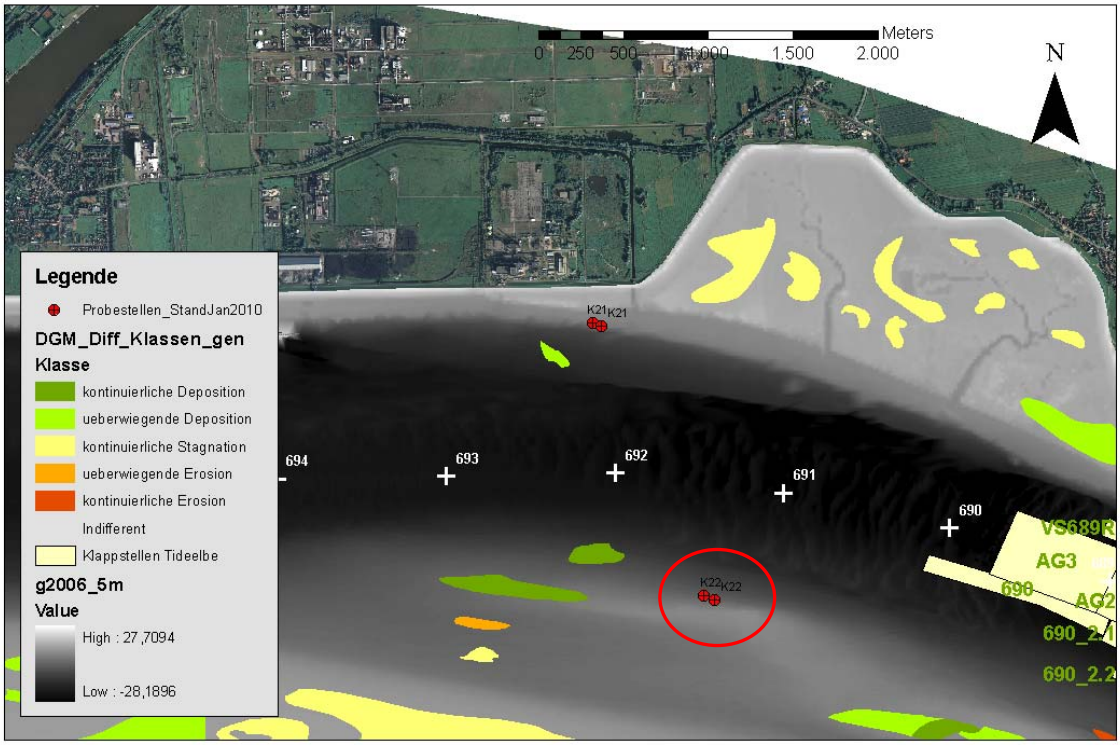


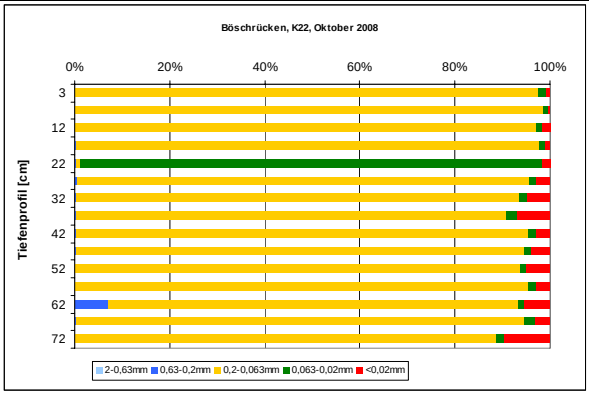
Rechtswert: 3513806, Hochwert: 5973052
Tiefenlage: -2,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 692, Bereich Prallhangufer, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 60 m
Sedimente:

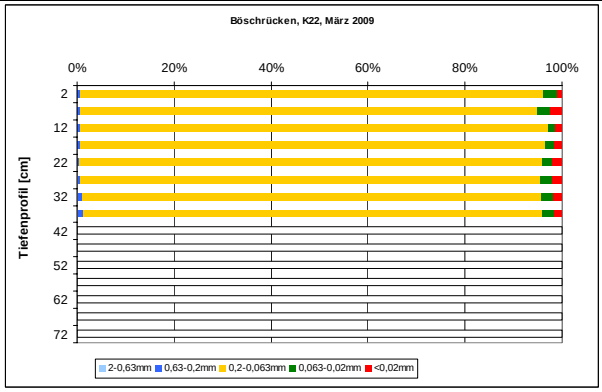
- beide Kernen besitzen einen hohen Feinkornanteil mit Dominanz schluffige Sedimente, in tieferen Schichten dominiert teilweise einzig die Fraktion der Sedimente < 20 µm
- Im Kern 21_Mrz09 ist die kontinuierliche Tendenz einer Zunahme der Anteile an Feinsande zu Lasten der feinen Sediment < 20 µm zu erkennen.

Kern 22, Böschrücken





Rechtswert: 3514410, Hochwert: 5971465
Tiefenlage: -5,5 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

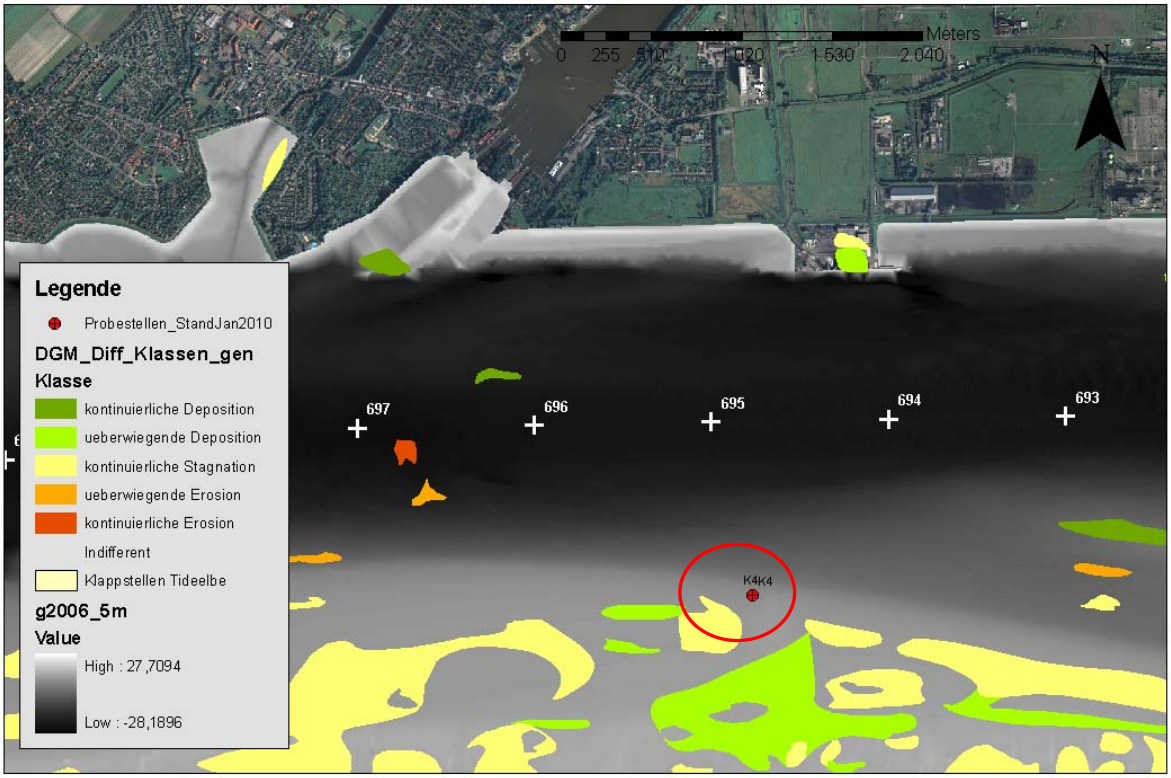


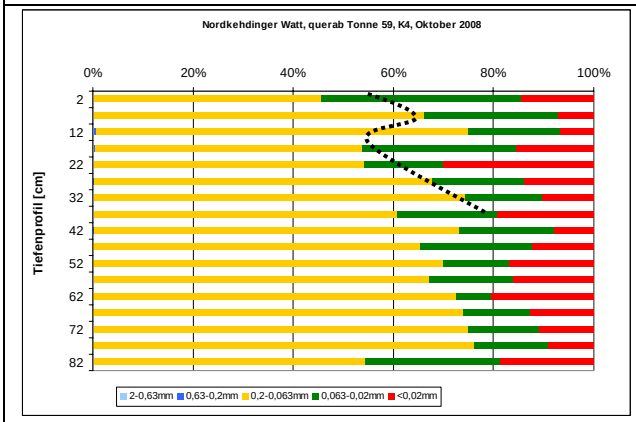
Rechtswert: 3514474, Hochwert: 5971438
Tiefenlage: -4,6 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 691,5, Bereich Gleithangufer, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 70 m
Sedimente:
- bei beide Kernen handelt es sich um Sedimentproben mit einen Feinsandanteil von über 95% im Durchschnitt

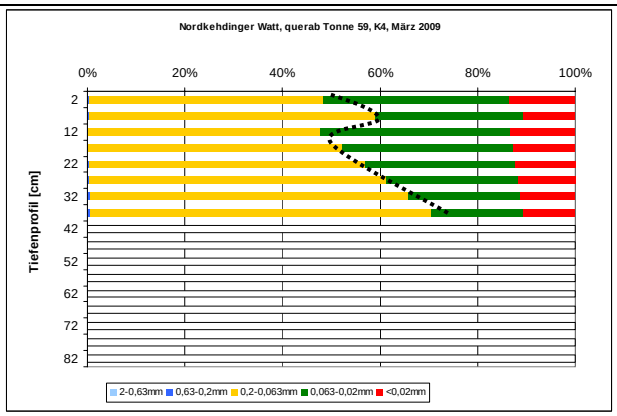
- - Im Kern 22_Okt08 handelt es sich bei der Schicht in 22 cm Tiefe um einen Laborfehler

Kern 4, Nordkehdinger Watt, Tonne 59





Rechtswert: 3511124, Hochwert: 5971161
Tiefenlage: -0,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

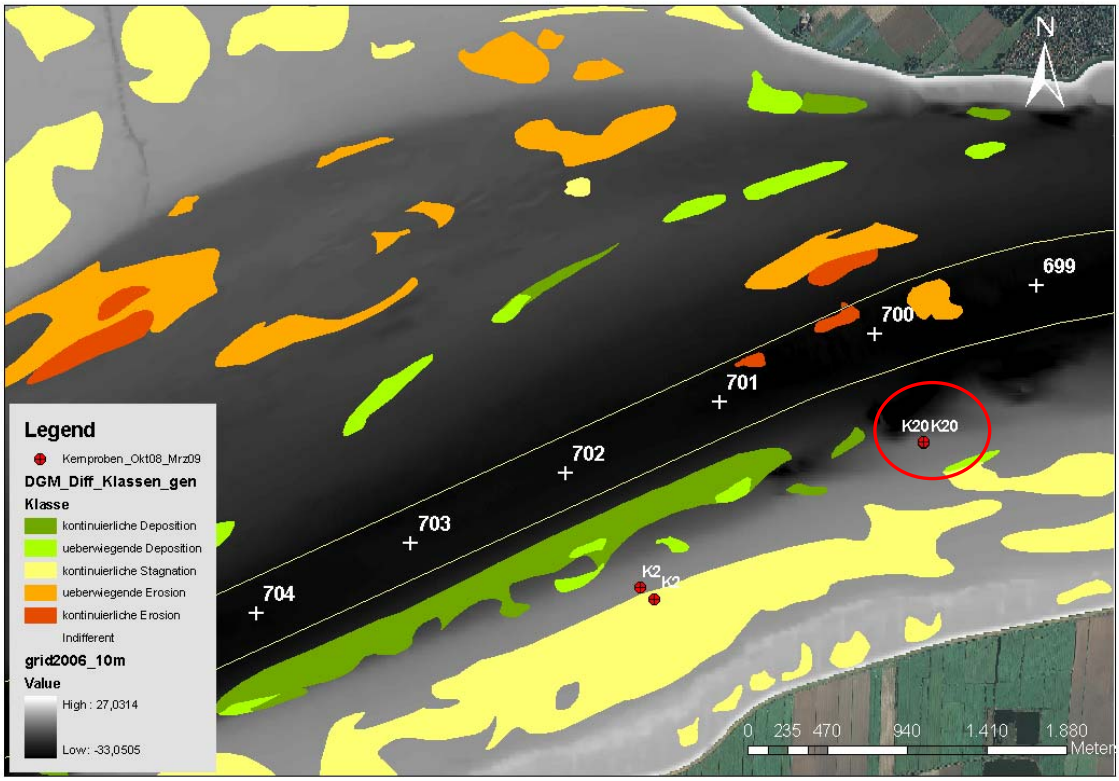


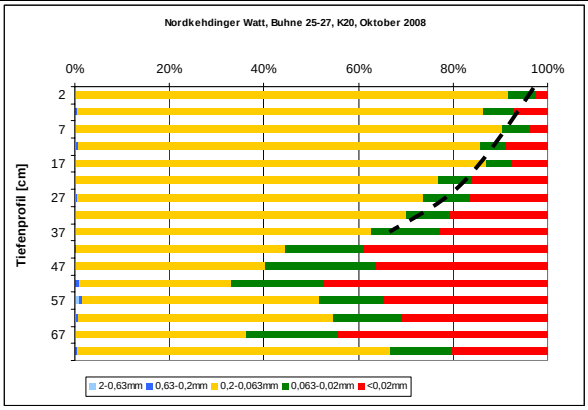
Rechtswert: 3511123, Hochwert: 5971159
Tiefenlage: -0,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 695, am Beginn eines Gleithangufers, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 2 m
Sedimente:

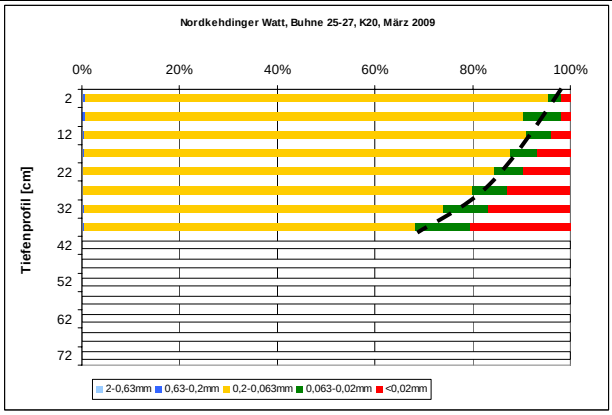
- hoher Feinsandanteil bei beiden Kernen, zugleich jedoch Zunahme Anteil schluffiger Sedimente in den oberen Schichten

Kern 20, Buhne 25-27





Rechtswert: 3506240, Hochwert: 5971000
Tiefenlage: -3,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

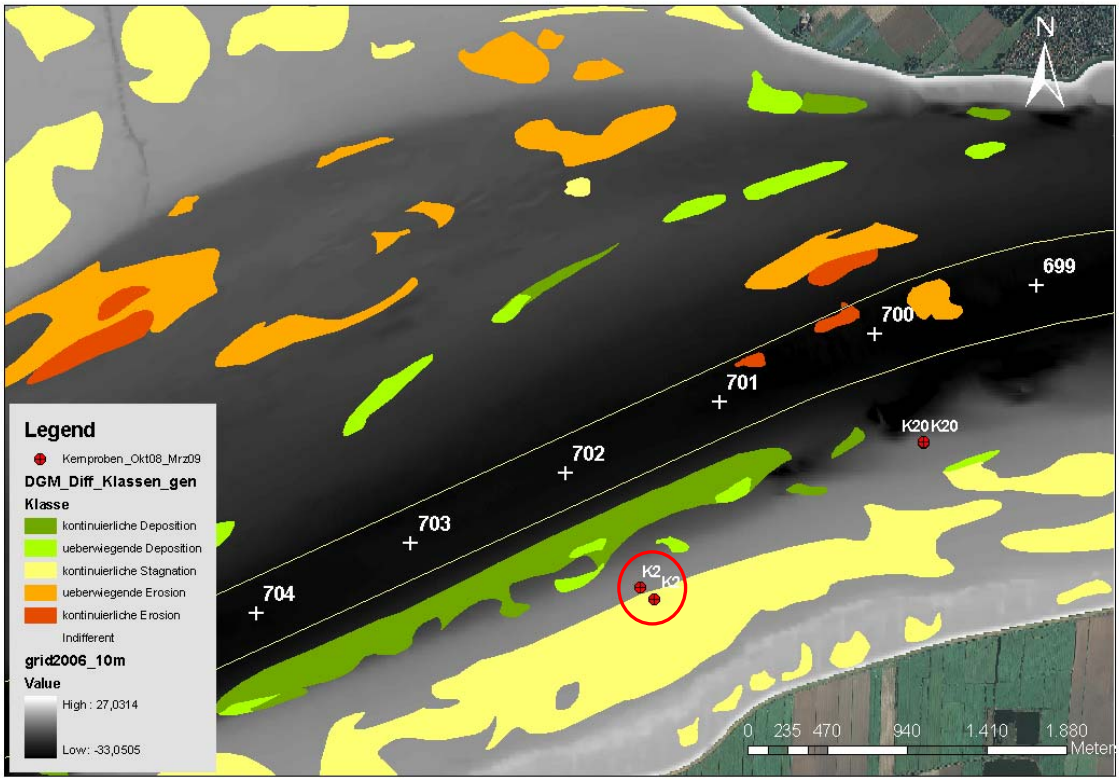


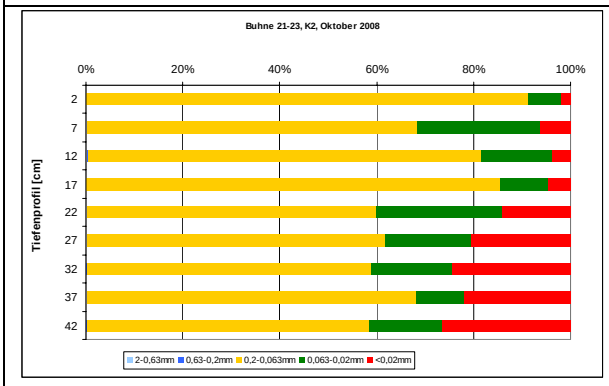
Rechtswert: 3506242, Hochwert: 5971001
Tiefenlage: -3,2 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 700, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 5 m
Sedimente:

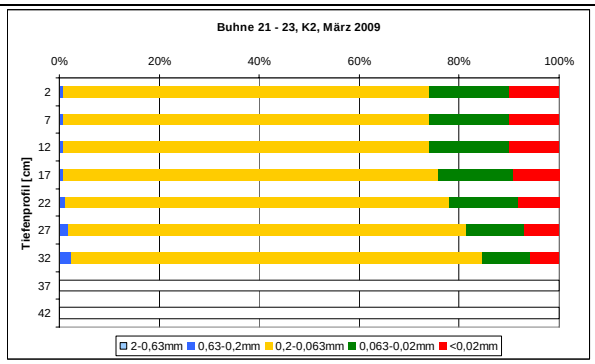
- bei beiden Kernen hoher Feinsandanteil,
- kontinuierlich nimmt dieser in älteren Sedimentschichten bis ca. 50cm unterhalb Gewässersohle ab, dafür steigt der Anteil schluffiger Sedimente

Kern 2, Neufeld Ost





Rechtswert: 3506242, Hochwert: 5971001
Tiefenlage: -1 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)



Rechtswert: 3504654, Hochwert: 5970077
Tiefenlage: -0,5 m (DGM, 2006, Höhenbezug NN)

Lage: Höhe Km 702, am Rand einer ufernahen Wattfläche
Distanz der Probenahmepunkte zueinander: 110 m
Sedimente:

- bei beiden Kernen hoher Feinsandanteil mit Anteil schlickiger Sedimente
- am ufernahen Kern K2_Mrz09 nimmt Feinsandanteil in der Tiefe leicht zu, wobei dieser Anteil im uferentfernteren Kern K2_Okt08 in der Tiefe leicht ab.