



**BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU**

Karlsruhe · Hamburg · Ilmenau

**BAW**



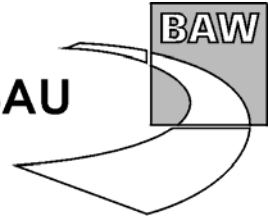
**GUTACHTEN**

**Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe  
an die Containerschifffahrt**

**Gutachten  
zum Verbringungskonzept für  
Umlagerungen im Medembogen  
und im Neuen Luechtergrund**

**BAW-Nr A3955 03 10062**

**H.1 f**



**Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe  
an die Containerschifffahrt**

**Gutachten  
zum Verbringungskonzept im Medembogen  
und im Neuen Luechtergrund**

Auftraggeber: Projektbüro Fahrrinnenanpassung  
der Unter- und Außenelbe beim  
Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg der WSV  
(Bündelungsstelle) und Hamburg Port Authority  
Moorweidenstraße 14  
20148 Hamburg

Auftrag vom: 24. August 2006

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A3955 03 10062

Aufgestellt von: Abteilung: Wasserbau im Küstenbereich  
Referat: Ästuarsysteme II (K3)  
Bearbeiter: Dipl.-Ing. R. Stammermann

Hamburg, 16.10.2006

Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung der BAW.

## Zusammenfassung

Mit dem Kabinettsbeschluss der Bundesregierung vom 15. September 2004 zur Aufnahme der weiteren Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe in den Bundesverkehrswegeplan erhielt das Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg von der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord den uneingeschränkten Planungsauftrag für die Hauptuntersuchung. Seitens der Freien und Hansestadt Hamburg wurde das damalige Amt Strom- und Hafenbau (jetzt Hamburg Port Authority) mit der Planung des weiteren Fahrrinenausbaues beauftragt.

Für das Planfeststellungsverfahren wurde die BAW vom Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg und der Hamburg Port Authority über das gemeinsame Projektbüro Fahrrinnenanpassung (JAP-Auftrag Nr. A3955 03 10062 und Schreiben vom 1.11.2004, Geschäftszeichen A;192-4;427.04) beauftragt, eine wasserbauliche Systemanalyse mit dem Ziel einer detaillierten Ermittlung ausbaubedingter Änderungen der abiotischen Systemparameter zu erstellen.

Im Rahmen dieser Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe soll die Fahrrinne der Elbe so vertieft werden, dass moderne Containerschiffe mit einem Tiefgang bis 13,50 m (Salzwasser) tideunabhängig verkehren können und tideabhängig fahrende Containerschiffe den Hamburger Hafen innerhalb eines zweistündigen Tidefensters mit einem Tiefgang von 14,50 m (Salzwasser) verlassen können. Dabei soll ebenfalls der Verlauf und die Breite der Fahrrinne den Erfordernissen der zukünftigen Schiffstypen angepasst und eine Strecke für die Begegnung von großen ein- und auslaufenden Schiffen hergestellt werden.

Für das vorliegende Gutachten wird die Verbringung des bei der Fahrrinnenanpassung anfallenden Baggerguts in Umlagerungsstellen im Medembogen und im Neuen Luechtergrund mit Hilfe eines hydrodynamisch-numerischen (HN)-Modells untersucht. Da die Umlagerung im Medembogen erst nach Einbau der Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne-Ost stattfinden soll, wird die Topographie des geplanten Ausbauzustandes zugrunde gelegt. Insgesamt sind ca. 5 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut für eine Umlagerung in Betracht zu ziehen.

Da der Medembogen aufgrund zu geringer Tiefen von tiefgehenden Hopperbaggern nicht befahren werden kann, soll das Material mittels einer Spülleitung eingebracht werden. Geplant sinderspülungen im 2-Stunden-Takt, wobei pro Verspülung 5.500 m<sup>3</sup> innerhalb einer Stunde umgelagert werden. Insgesamt sollen 2,5 Mio. m<sup>3</sup> in den Medembogen gebracht werden.

Die übrigen 2,5 Mio. m<sup>3</sup> sollen im Bereich des Neuen Luechtergrunds verklappt werden. Geplant sind vier Umlagerungen je Hochwasserphase mit Ladungen à 4.000 m<sup>3</sup>. Dazu werden zwei Bagger eingesetzt.

Die Tauglichkeit der Umlagerungsstellen Medemrinne und Neuer Luechtergrund wird von der BAW mittels numerischer Modelle untersucht und fachlich bewertet. Dazu wird je ein Modell für jeden Untersuchungsfall aufgebaut. Es handelt sich um ein dreidimensionales Modell der Elbe inklusive der Deutschen Bucht. Als Untersuchungszeitraum wird der 03. bis 11. Mai 2002 gewählt, da für diesen Zeitraum ausreichend Informationen über not-

wendige Randbedingungen wie Meteorologie, Oberwasserzufluss etc. vorliegen. Die natürliche Schwebstoffkonzentration wird im Modell nicht berücksichtigt.

Mit vertretbarem Aufwand kann keine Simulation über Monate erfolgen. Für eine Aussage über das Transportverhalten des umgelagerten Materials müssen demnach die Resultate der Berechnung eines kurzen Zeitraums interpretiert werden. Vor allem das Transportverhalten von Fein- und Mittelsand ist von Interesse, da diese mit ca. 80 % den größten Anteil am Baggergut bilden.

Bei den vorliegenden Ergebnissen handelt es sich um Resultate nach einem Untersuchungszeitraum von 10,5 Tagen. Im Medembogen finden in dieser Zeit 89 Umlagerungen (489.500 m<sup>3</sup>), im Neuen Luechtergrund 30 Umlagerungen (240.000 m<sup>3</sup>) statt.

Das Transportverhalten der einzelnen Fraktionen ist für die Umlagerung im Medembogen und im Neuen Luechtergrund ähnlich. Fein- bis Grobsand bleiben größtenteils im Bereich der Umlagerungsstellen liegen und bilden dort eine Schicht von maximal 60 cm. Nur geringe Mengen werden mit der Strömung bis zu 2 km von der Umlagerungsstelle entfernt transportiert.

Bis zum Ende des Untersuchungszeitraums bleiben die Feinsedimente Grobschluff bis Ton überwiegend als Suspension in der Wassersäule. Im Schnitt werden Schwebstoffkonzentrationen von 1-2 mg/l erreicht. Nur kurzzeitig treten während dererspülung im Medembogen Konzentrationen von ca. 100 mg/l auf. Da während der Verklappung im Neuen Luechtergrund in kürzerer Zeit größere Mengen eingebracht werden, steigt in diesem Fall der Schwebstoffgehalt vorübergehend auf über 500 mg/l. Aufgrund ihrer geringen Sinkgeschwindigkeit werden die feinen Fraktionen wesentlich weiter transportiert als Sande. Sie erreichen maximal Brunsbüttel und Großer Vogelsand im Falle dererspülung im Medembogen und ein Gebiet zwischen Bake A und Otterndorf bei der Verklappung im Neuen Luechtergrund, jedoch in so geringen Mengen, dass sie als Deposition über 0,00001 m (= 0,01 mm) nicht zu erkennen sind.

Die Ausbreitung des Grobschluffs gibt nach Auffassung der BAW belastbare Hinweise darüber, wohin der Feinsand nach langer Zeit (Monate) vom Tidestrom transportiert werden kann. Feinsand wird bei hohen Strömungen auch in Suspension transportiert. Die vom Feinsand zurück gelegten Tidewege sind aufgrund der höheren Sinkgeschwindigkeit des Materials jedoch viel geringer als die Tidewege des Grobschluffs. Insbesondere der am Neuen Luechtergrund umgelagerte Feinsand kann nach längerer Zeit auch in das Klotzenloch gelangen. Eine Ausbreitung größerer Mengen des umgelagerten Materials in die Wattgebiete und Priele nördlich der Nordergründe kann jedoch ausgeschlossen werden.

Da Mittelsand noch größere Sinkgeschwindigkeiten aufweist, weniger leicht erodiert wird als Feinsand und dem gravitationellen Transport an Rinnenböschungen ausgesetzt ist, sind seine Tidewege kürzer als die des Feinsandes und mehr auf die tiefen Rinnen konzentriert.

Im Zusammenhang mit der Beurteilung der durch die Umlagerung veränderten Sedimentdynamik kann der Sachverhalt wie folgt interpretiert werden:



In der Medemrinne soll erst Ausbaumaterial umgelagert werden, wenn in ihr die UWA fertig gestellt ist. Durch diese Baumaßnahme wird das Erosionspotenzial an der westlichen Südkante des Medemsands vermindert, weil hier die Strömung abnimmt. Folglich wird pro Jahr weniger Material erodiert.

Hervorzuheben ist, dass an dieser Südkante in vergangenen Jahren bis zu 20 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr erodiert wurden. Die aus der Umlagerung des Ausbaubaggergutes kommenden Transportmengen werden somit nicht größer sein, als die heute bereits transportierten Mengen, so dass eine gravierende Verschlechterung des natürlichen Zustandes nicht zu erwarten ist.

Der natürliche Schwebstoffgehalt in der Deutschen Bucht muss ebenfalls berücksichtigt werden. Eine mittlere Schwebstoffverteilung für den deutschen Festlandsockel, ermittelt von der BSH aus Daten der Meeresumweltdatenbank (MUDAB), ergibt für den Bereich des „Neuen Luechterlochs“ Konzentrationen von 25 – 50 mg/l und für den Bereich des Medembogens über 50 mg/l (Extremwerte >150 mg/l) (persönliche Mitteilung von Peter König, BSH). Mit einer Erhöhung der Schwebstoffkonzentration um 1 bis 2 mg/l werden die natürlichen Verhältnisse nicht wesentlich verändert.

## Inhaltsverzeichnis

## Seite

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Beschreibung der Umlagerungsstellen	2
3	Modellaufbau	5
3.1	Positionen der Umlagerungsstellen	6
3.2	Baggergut	7
3.3	Umlagerungsart und –menge	8
3.3.1	Medembogen	8
3.3.2	Neuer Luechtergrund	9
4	Ergebnisse	11
4.1	Medembogen	11
4.2	Neuer Luechtergrund	21
5	Bewertung der Ergebnisse	29
6	Literaturverzeichnis	32

## Bildverzeichnis

## Seite

Bild 1:	Umlagerungsstelle Medembogen	3
Bild 2:	Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund	4
Bild 3:	Modellgebiet	5
Bild 4:	Umlagerungsstellen und UWA Medemrinne-Ost	5
Bild 5:	Verspülzeiten Medembogen	9
Bild 6:	Klappzeitpunkte Neuer Luechtergrund	10
Bild 7:	Umlagerungsstelle Medembogen maximaler Schwebstoffgehalt	12
Bild 8:	Detail aus Bild 7	12
Bild 9:	Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil umgelagerter Grobsand	13
Bild 10:	Detail aus Bild 9	14
Bild 11:	Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil umgelagerter Mittelsand	15
Bild 12:	Detail aus Bild 11	15
Bild 13:	Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil umgelagerter Feinsand	16
Bild 14:	Detail aus Bild 13	16
Bild 15:	Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil umgelagerter Grobschluff	18
Bild 16:	Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil umgelagerter Mittelschluff	18
Bild 17:	Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil umgelagerter Feinschluff	19

Bild 18: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil umgelagerter Ton	19
Bild 19: Detail aus Abbildung 18	20
Bild 20: Umlagerungsstelle Medembogen: Deposition	20
Bild 21: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: max. Schwebstoffgehalt	22
Bild 22: Detail aus Bild 21	22
Bild 23: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil umgelagerter Grobsand	23
Bild 24: Detail aus Bild 23	23
Bild 25: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil umgelagerter Mittelsand	24
Bild 26: Detail aus Bild 25	24
Bild 27: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil umgelagerter Feinsand	25
Bild 28: Detail aus Bild 27	25
Bild 29: Umlagerungsstelle N. Luechtergrund: Sedimentanteil umgelagerter Grobschluff	26
Bild 30: Umlagerungsstelle N. Luechtergrund: Sedimentanteil umgelagerter Mittelschluff	27
Bild 31: Umlagerungsstelle N. Luechtergrund: Sedimentanteil umgelagerter Feinschluff	27
Bild 32: Umlagerungsstelle N. Luechtergrund: Sedimentanteil umgelagerter Ton	28
Bild 33: Detail aus Bild 32	28
Bild 34: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Deposition	29

## **Tabellenverzeichnis**

## **Seite**

Tabelle 1: Bodenproben Elbe-Km 732 bis Elbe-Km 735	7
Tabelle 2: Bodenproben Elbe-Km 736 bis Elbe-Km 740	7
Tabelle 3: mittlere Kornzusammensetzung der Proben	8
Tabelle 4: gewählte Kornzusammensetzung für das numerische Modell	8

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Mit dem Kabinettsbeschluss der Bundesregierung vom 15. September 2004 zur Aufnahme der weiteren Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe in den Bundesverkehrswegeplan erhielt das Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg von der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord den uneingeschränkten Planungsauftrag für die Hauptuntersuchung. Seitens der Freien und Hansestadt Hamburg wurde das damalige Amt Strom- und Hafenbau (jetzt Hamburg Port Authority) mit der Planung des weiteren Fahrrinnenausbaues beauftragt.

Für das Planfeststellungsverfahren wurde die BAW vom Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg und der Hamburg Port Authority über das gemeinsame Projektbüro Fahrrinnenanpassung (JAP-Auftrag Nr. A3955 03 10062 und Schreiben vom 1.11.2004, Geschäftszeichen A;192-4;427.04) beauftragt, eine wasserbauliche Systemanalyse mit dem Ziel einer detaillierten Ermittlung ausbaubedingter Änderungen der abiotischen Systemparameter zu erstellen.

Im Rahmen dieser Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe soll die Fahrrinne der Elbe so vertieft werden, dass moderne Containerschiffe mit einem Tiefgang bis 13,50 m (Salzwasser) tideunabhängig verkehren können und tideabhängig fahrende Containerschiffe den Hamburger Hafen innerhalb eines zweistündigen Tidenfensters mit einem Tiefgang von 14,50 m (Salzwasser) verlassen können. Dabei soll ebenfalls der Verlauf und die Breite der Fahrrinne den Erfordernissen der zukünftigen Schiffstypen angepasst und eine Strecke für die Begegnung von großen ein- und auslaufenden Schiffen hergestellt werden.

Aufgrund der umfangreichen Untersuchungen wurde von der BAW das folgende Bearbeitungskonzept zur Ermittlung der Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung zugrunde gelegt:

- **Tidedynamik und Salztransport**

Ermittlung der maßgebenden Kennwerte der Tidedynamik und des Salztransports auf der Basis einer hochauflösenden 3D HN-Modellierung des planerischen Ist-Zustandes (PIZ) sowie Ermittlung der ausbaubedingten Auswirkungen auf die Kennwerte (BAW 2006 a).

- **Sturmfluten**

Ermittlung der heutigen Sturmflutverhältnisse auf der Basis einer hochauflösenden HN-Modellierung des planerischen Ist-Zustandes (PIZ) sowie Ermittlung der ausbaubedingten Auswirkungen auf die Sturmflutkennwerte unterschiedlicher Sturmfluten (BAW 2006 b).

- **Morphodynamik**



Beschreibung der heutigen Transportprozesse auf der Basis einer hochauflösenden 3D HN-Modellierung des planerischen Ist-Zustandes (PIZ) sowie Ermittlung der ausbaubedingten Auswirkungen auf die Transportprozesse (BAW 2006 c).

▪ **Schiffserzeugte Belastungen**

Beschreibung der heutigen schiffserzeugten Belastungen auf der Basis von Naturuntersuchungen und hydraulischen Modellversuchen sowie Ermittlung der ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen (BAW 2006 d).

Das vorliegende Gutachten behandelt ausschließlich die Untersuchungen zum Teilaspekt der Auswirkung von Umlagerungen von Baggergut im Medembogen und im Neuen Luechtergrund im geplanten Ausbauzustand. Diese umfassen die Ermittlung der Ausbreitung des umgelagerten Sediments und dessen Verbleib im System.

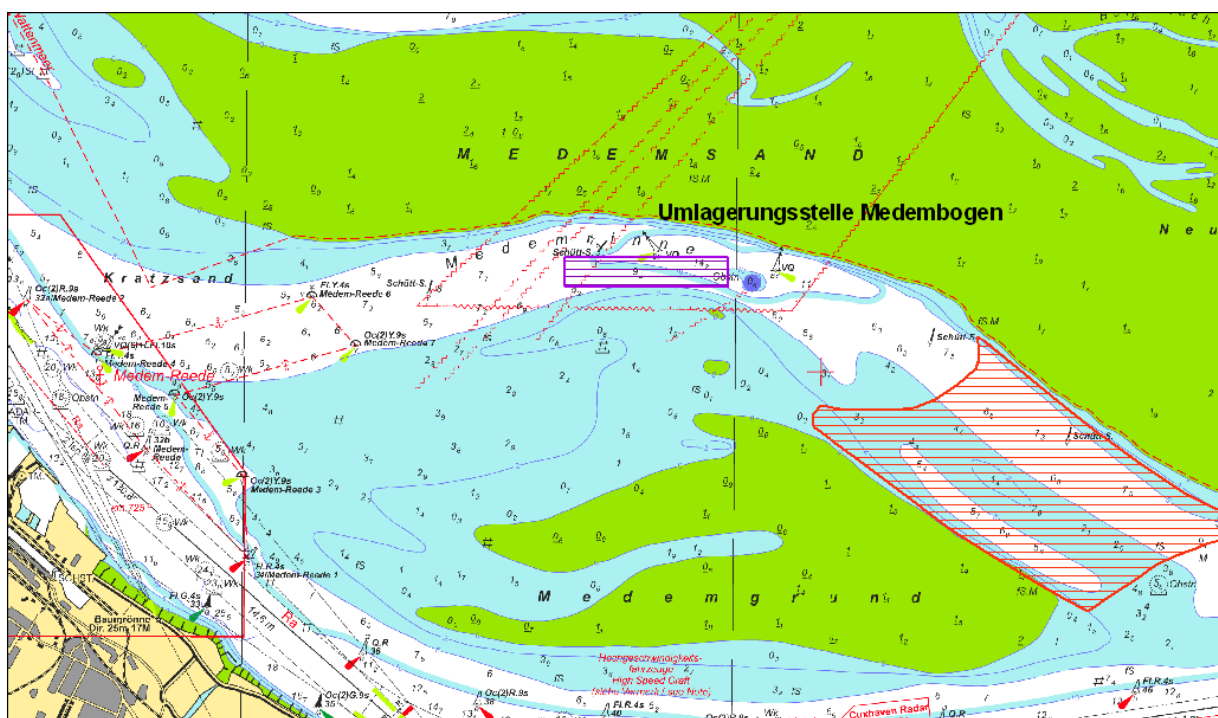
## 2 Beschreibung der Umlagerungsstellen

Die Vorhabensbeschreibung des Projektbüros Fahrrinnenanpassung zur Verbringung von Baggergut in den Medembogen und in den Neuen Luechtergrund lautet wie folgt:

*Kerngedanke des Verbringungskonzeptes ist die Rückführung des im Rahmen der Fahrrinnenanpassung gewonnenen Sediments. Das gebräuchlichste Verfahren ist das Umlagern. Beim Umlagern wird das Baggergut dem Gewässer an einer oder mehreren Stellen, den so genannten Umlagerungsstellen, zurückgeführt. Das Baggergut wird auf diese Weise den natürlicherweise im Gewässer ablaufenden Feststofftransportprozessen wieder verfügbar gemacht. Für die Verbringung von Ausbaubaggergut besteht sowohl aus ökologischen als auch aus ökonomischen Gesichtspunkten die Forderung, dass so wenig Material wie möglich in empfindliche Strombereiche oder zurück in die Fahrrinne, wo es erneut zu baggern wäre, verdriftet werden darf.*

*Das Baggergut für den Ausbau der Schifffahrtsrinne wird - bis auf einige Restmengen – durch die vorgesehenen Unterwasserablagerungsflächen, Ufervorspülungen und Spülfelder aufgenommen. Zusätzliche Maßnahmen wie die Herrichtung eines Warteplatzes bei Brunsbüttel, machen zusätzliche Unterbringungskapazitäten erforderlich. Die Umlagerung bildet ein zeitlich befristetes Instrument der Tideenergiedämpfung im Außenelbebereich, solange bis das Baggergut durch den Tidestrom erodiert ist. Die Dauer der energiezehrenden Wirkung kann durch nachfolgende Umlagerung von Baggergut aus der anschließenden Fahrrinnenunterhaltung beeinflusst werden. Insgesamt sind ca. 5 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut für eine Umlagerung in Betracht zu ziehen.*

Für eine Umlagerung von Ausbaubaggergut ist eine Verbringung im Medembogen vorgesehen (Bild 1). Um einen Wiederaustrag des Materials zu vermeiden erfolgt die Umlagerung erst nach Herstellung der Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne-Ost. Die Umlagerung soll mit Fein- und Mittelsanden im Einspülverfahren erfolgen. Hierzu wird eine Spülleitung zwischen dem seeseitigen Anschluss der Medemrinne an das Fahrwasser zu einem Spülponon im Bereich der Umlagerungsstelle des Medembogens eingerichtet, da die Bagger aufgrund der vorhandenen Tiefen nicht direkt bei der Umlagerungsstelle verklappen können. Die Spülleitung wird von den Baggern aus einem Bereich mit ausreichenden Wassertiefen beschickt. Die Größe der Umlagerungsfläche beträgt ca. 60 ha.



**Bild 1: Umlagerungsstelle Medembogen**

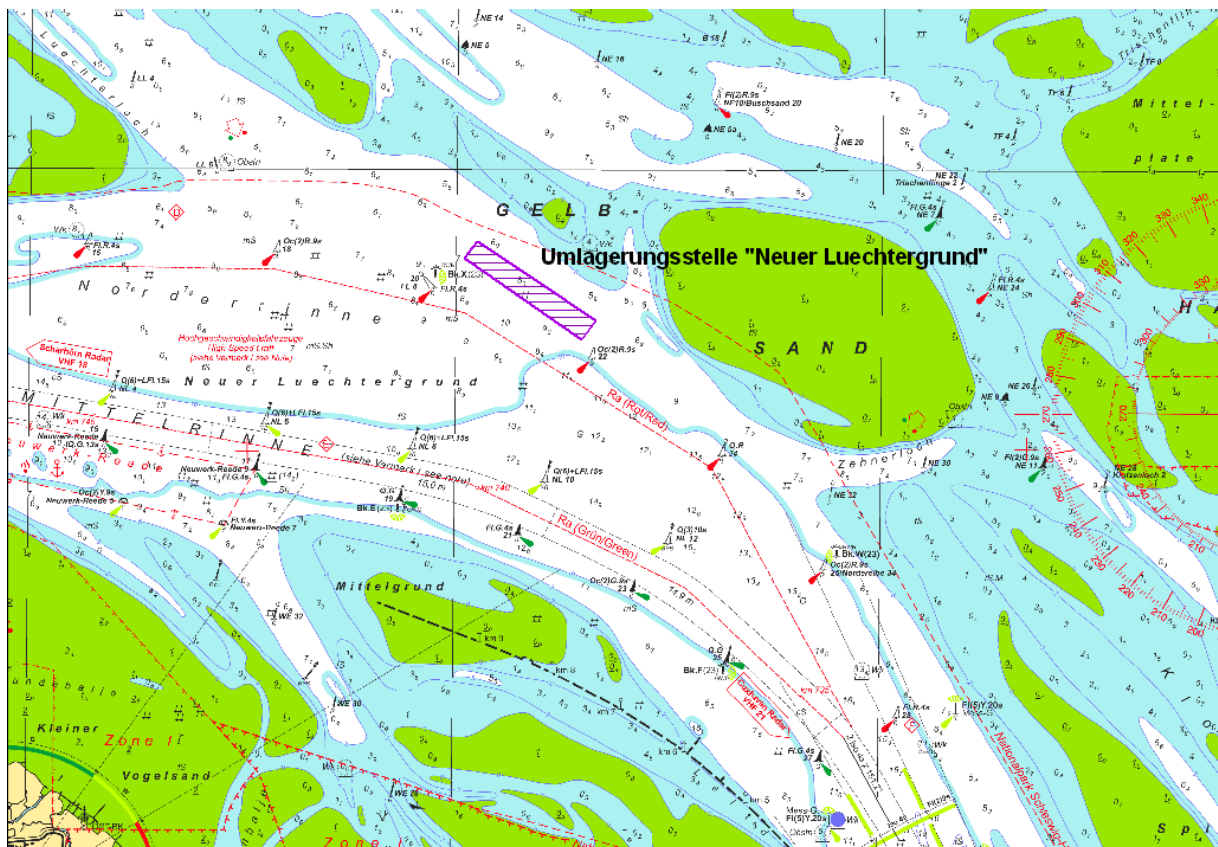
Der Medembogen ist für eine Umlagerung besonders gut geeignet, weil im Schutze der UWA Medemrinne-Ost nach Systemuntersuchungen der BAW ohnehin langfristig eine Aufsedimentierung in diesem Bereich erfolgen wird (BAW 2006 c). Ziel ist eine hohe Lagestabilität des einzubringenden Baggergutes. Dieser Effekt kann bedarfsweise durch ein sohnahes Einbringen des Baggergutes (Verspülen) mit Hilfe eines Spezialspülkopfes gestützt werden, was auch ein Umlagern unter größeren Strömungsgeschwindigkeiten ermöglicht.

Im Medembogen sollen ca. 2,5 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut umgelagert werden. Es wird von einer Tagesleistung von rund 30.000 m<sup>3</sup>/Bagger (~6 Umläufe) ausgegangen. Daraus folgt für die Umlagerung im Medembogen eine Einsatzzeit von ca. 2 Monaten.

Als weitere Umlagerungsstelle von Baggergut ist der Neue Luechtergrund vorgesehen (Bild 2). Im Gegensatz zum Medembogen soll hier vor allem auch schluffhaltiges Material

umgelagert werden. In dieser Umlagerungsstelle sollen Kapazitäten von mindestens 2,5 Mio. m<sup>3</sup> vorgehalten werden. Das Einbringen des Baggergutes erfolgt aufgrund der im Neuen Luechtergrund vorhandenen Wassertiefen durch Umlagern unter Ausnutzung hoher Wasserstände. Durch das Einbringen des Materials während der Hochwasserphase, in der keine ausgeprägte Tideströmung vorherrscht, soll zudem ein verdriftungs- und trübungsarmes Umlagern gewährleistet werden.

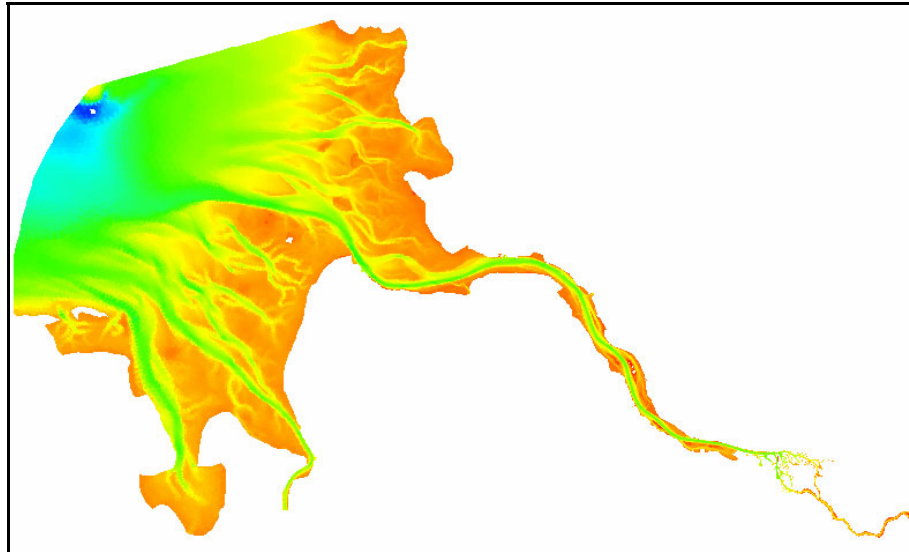
Aus diesem Grund besitzt ein Bagger eine Tagesleistung von ca. 16000 m<sup>3</sup>. Der Umlagerungsvorgang wird anders als im Medembogen von dem Bagger direkt betrieben. Für Umlagerung am Neuen Luechtergrund wird eine Dauer von ca. 3 Monaten veranschlagt. Die Größe der Umlagerungsstelle beträgt ca. 60 ha.



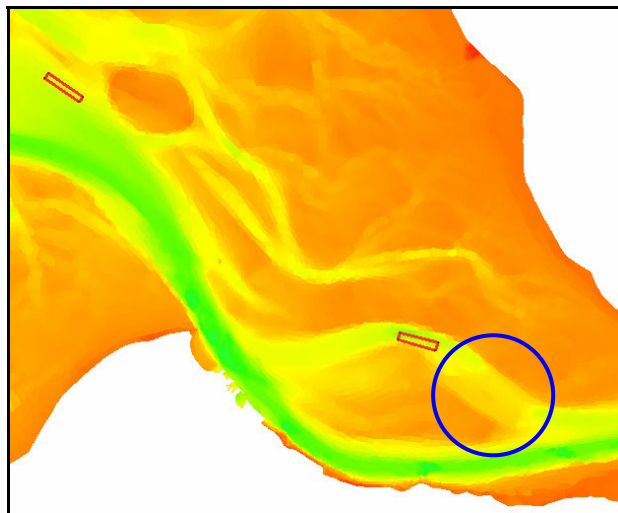
**Bild 2: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund**

### 3 Modellaufbau

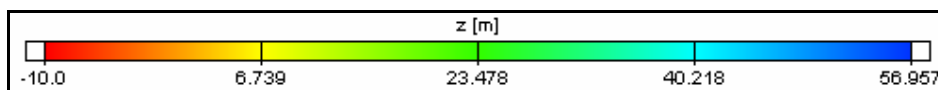
Die Untersuchung erfolgt mit einem dreidimensionalen HN-Modell der Elbe inklusive der Deutschen Bucht. Bild 3 zeigt die Topographie des Modells, die den geplanten Ausbaustand berücksichtigt (Bild 4).



**Bild 3: Modellgebiet**



**Bild 4: Umlagerungsstellen (rot) und UWA Medemrinne-Ost (blau)**



Der gewählte Untersuchungszeitraum ist 03.-11. Mai 2002, da für diesen Zeitraum ausreichend Informationen über die Randbedingungen, wie z.B. Oberwasserzufluss und Meteorologie, vorliegen. Die natürliche Schwebstoffkonzentration und die natürliche Sedimentverteilung am Boden werden im Modell nicht berücksichtigt. Aus modelltechnischen Gründen muss Sediment am Boden vorhanden sein. Es wird eine konstante Vorbelegung mit Feinsand gewählt, der jedoch nicht transportiert wird. Die berechneten Sedimentablagerungen können somit nur durch die Umlagerung des Baggerguts entstehen. Der Feinsand am Boden und der Feinsand im umgelagerten Material sind unterschiedlich benannt worden, so dass sie separat voneinander betrachtet werden können.

### 3.1 Positionen der Umlagerungsstellen

Die genauen Positionen der Umlagerungsstellen werden von dem Projektbüro Fahrrinnenanpassung wie folgt angegeben (Eckpunkte der Umlagerungsstellen):

a) Medembogen:

	Rechtswert	Hochwert
P1:	3488304	5973423
P2:	3489960	5972964
P3:	3489848	5972644
P4:	3488193	5973103

b) Neuer Luechtergrund

	Rechtswert	Hochwert
P1:	3473027	5984658
P2:	3474544	5983638
P3:	3474368	5983396
P4:	3472863	5984436

### 3.2 Baggergut

Die Zusammensetzung des Baggerguts, das umgelagert wird, ergibt sich aus Bodenproben in der Fahrrinne zwischen Elbe-Km 732 und Elbe-Km 740 (Tabelle 1 und 2) (Quelle: Projektbüro Fahrinnenanpassung).

Für die Kornzusammensetzung der Umlagerungsmengen im numerischen Modell wurde nach Absprache mit dem Projektbüro Fahrinnenanpassung ein Mittelwert aus den vorhandenen Bodenproben gebildet (Tabelle 3).

<b>Fahrrinnen-km</b>	<b>732</b>	<b>733</b>	<b>734</b>	<b>735</b>
	732	733	734	735
Rechtswert:	3478835	3478320	3477839	3477193
Hochwert:	5976236	5977135	5977960	5978751
Hauptgruppe:	grobkörniger Boden	grobkörniger Boden	grobkörniger Boden	grobkörniger Boden
Bodenansprache nach DIN18196:	[SE] enggestufte Sande	[SE] enggestufte Sande	[SE] enggestufte Sande	[SE] enggestufte Sande
Probe-Datum:	27.05.2005	27.05.2005	27.05.2005	27.05.2005
Probe-Technik:	Van Veen Greifer	Van Veen Greifer	Van Veen Greifer	Van Veen Greifer
<b>Schluffkorn:</b>	<b>0,00104762</b>	<b>0,00590476</b>	<b>0,004</b>	<b>0,00657143</b>
<b>F_Sand:</b>	<b>0,0174924</b>	<b>0,468635</b>	<b>0,60082</b>	<b>0,657629</b>
<b>M_Sand:</b>	<b>0,56656</b>	<b>0,35776</b>	<b>0,37052</b>	<b>0,3331</b>
<b>G_Sand:</b>	<b>0,4049</b>	<b>0,116</b>	<b>0,01796</b>	<b>0,0017</b>
<b>Kieskorn:</b>	<b>0,01</b>	<b>0,0517</b>	<b>0,0067</b>	<b>0,001</b>

**Tabelle 1: Bodenproben Elbe-Km 732 bis Elbe-Km 735**  
 (Quelle: Projektbüro Fahrinnenanpassung)

<b>Fahrrinnen-km</b>	<b>736</b>	<b>737</b>	<b>739</b>	<b>740</b>
	736	737	739	740
Rechtswert:	3476508	3475770	3474003	3473081
Hochwert:	5979407	5980032	5980999	5981434
Hauptgruppe:	grobkörniger Boden	grobkörniger Boden	grobkörniger Boden	grobkörniger Boden
Bodenansprache nach DIN18196:	[SE] enggestufte Sande	[SE] enggestufte Sande	[SE] enggestufte Sande	[SE] enggestufte Sande
Probe-Datum:	27.05.2005	27.05.2005	27.05.2005	25.05.2005
Probe-Technik:	Van Veen Greifer	Van Veen Greifer	Van Veen Greifer	Van Veen Greifer
<b>Schluffkorn:</b>	<b>0,00371429</b>	<b>0,00114286</b>	<b>0,00142857</b>	<b>0,0012381</b>
<b>F_Sand:</b>	<b>0,110426</b>	<b>0,0822571</b>	<b>0,0632314</b>	<b>0,123442</b>
<b>M_Sand:</b>	<b>0,78764</b>	<b>0,76208</b>	<b>0,458</b>	<b>0,67408</b>
<b>G_Sand:</b>	<b>0,08032</b>	<b>0,15452</b>	<b>0,47734</b>	<b>0,16024</b>
<b>Kieskorn:</b>	<b>0,0179</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,041</b>

**Tabelle 2: Bodenproben Elbe-Km 736 bis Elbe-Km 740**  
 (Quelle: Projektbüro Fahrinnenanpassung)

Fahrinnen-km	Mittelwert	Mittelwert [%]
Schluffkorn:	0,0031310	0,31
F_Sand:	0,2654916	26,55
M_Sand:	0,5387175	53,88
G_Sand:	0,1766225	17,66
Kieskorn:	0,0160375	1,60

**Tabelle 3: mittlere Kornzusammensetzung der Proben**

Das Schluffkorn wurde unterteilt in die Fraktionen Grob-, Mittel-, Feinschluff und Ton, um das unterschiedliche Transportverhalten verschieden großer Partikel zu berücksichtigen. Daraus ergibt sich für die endgültige Kornzusammensetzung des Baggerguts folgende Verteilung (Tabelle 4):

Fraktion	Korngröße [µm]	%
Ton	1	0.05
F_Schluff	4	0.06
M_Schluff	13	0.1
G_Schluff	42	0.1
F_Sand:	132	26.55
M_Sand:	420	53.87
G_Sand:	1320	17.66
Kieskorn:	4000	1.6

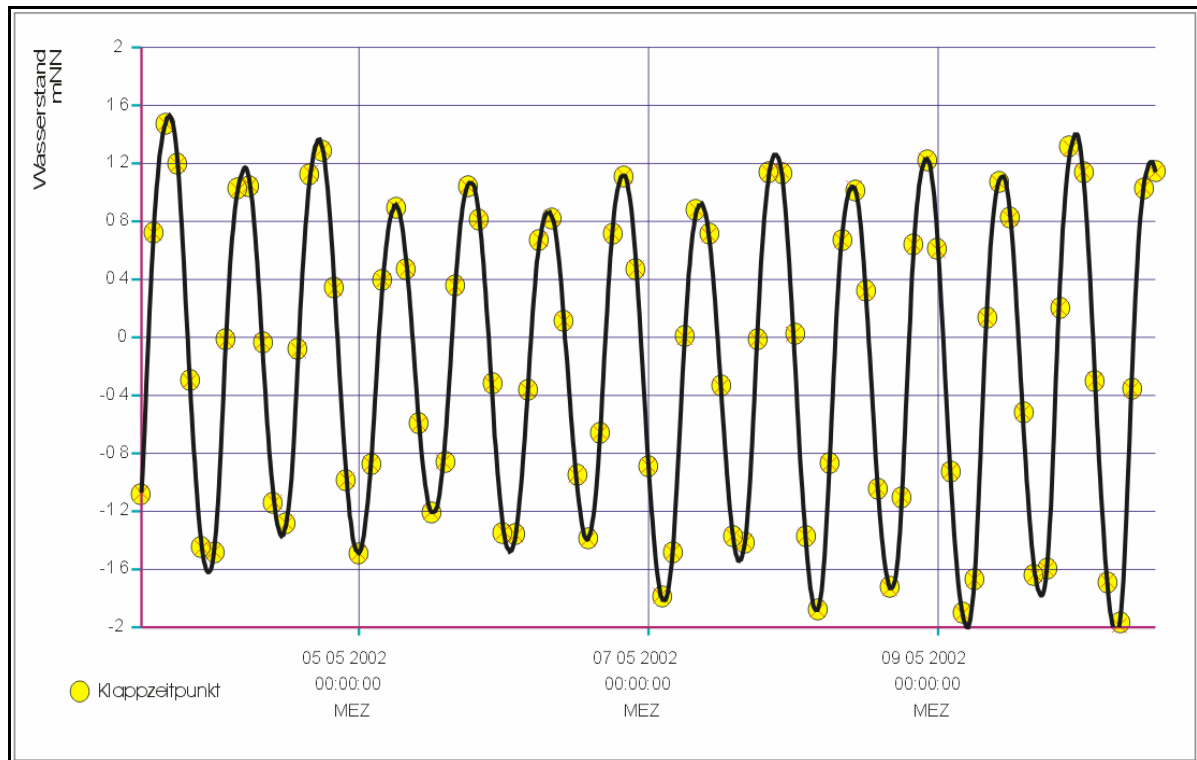
**Tabelle 4: gewählte Kornzusammensetzung für das numerische Modell [in %]**

### 3.3 Umlagerungsart und –menge

Am Medembogen wird zur Verspülung ein Spülrohr in Bodennähe positioniert. Bei der Verklappung von Baggergut (Neuer Luechtergrund) sinkt der Großteil der Ladung innerhalb kurzer Zeit zu Boden und wird von dort weiter transportiert. Aus diesem Grund wird im Modell das Baggergut für beide Varianten in Bodennähe als Suspension eingebracht.

#### 3.3.1 Medembogen

Das Baggergut wird im Medembogen mittels einer Spülleitung in Bodennähe eingebracht. Mit jedem Umlauf werden 5.500 m<sup>3</sup> mit einer Dichte von  $\rho = 1.397 \text{ kg/m}^3$  innerhalb von einer Stunde verspült. Mit dem Einsatz von zwei Baggern kann alle zwei Stunden Material verklappt werden (Bild 5), so dass pro Tag 12 Umlagerungen möglich sind, was einer Gesamtmenge von 66.000 m<sup>3</sup> pro Tag entspricht.



**Bild 5: Verspülzeiten Medembogen als gelbe Kreise dargestellt**

### 3.3.2 Neuer Luechtergrund

Am Neuen Luechtergrund können Umlagerungen nur während der Hochwasserphase stattfinden. Es werden ebenfalls zwei Bagger eingesetzt, jeweils mit einer Kapazität von 4.000 m<sup>3</sup> (Dichte  $\rho = 1.397 \text{ kg/m}^3$ ). Nach Absprache mit dem Projektbüro Fahrrinnenanpassung wurde entschieden, im Modell 1,5 h vor und nach dem höchsten Wasserstand jeweils 16.000 m<sup>3</sup> umzulagern (Bild 6). Pro Tag werden demnach 32.000 m<sup>3</sup> in den Neuen Luechtergrund verbracht.





## 4 Ergebnisse

Auf Grundlage der Simulationsergebnisse werden das Transportverhalten und der Verbleib des eingebrachten Baggerguts analysiert. Hierfür werden die maximale Schwebstoffkonzentration und der Sedimentanteil am Boden dargestellt. Da sich aufgrund der fehlenden natürlichen Hintergrundkonzentration nur wenig Material im System befindet, sind die Schwebstoffkonzentration [in mg/l] und der Sedimentanteil am Boden [in %] sehr gering, weshalb eine logarithmische Darstellung der Ergebnisse gewählt wurde.

### 4.1 Medembogen

Die erste Verspülung im Medembogen fand am 03.05.2002 um 14:00 Uhr statt, die letzte am 10.05.2002 um 22:00 Uhr. Da in einem Takt von zwei Stunden verspült wird, haben 89 Umlagerungen stattgefunden, woraus sich eine Gesamtmenge von 489.500 m<sup>3</sup> ergibt.

Der Schwebstoffgehalt wird in einer Skalierung von 0,01 bis 10 mg/l (logarithmisch) dargestellt. Die Bilder 7 und 8 zeigen ein Analyseergebnis, das den gesamten Simulationszeitraum betrachtet, so dass der maximale im Untersuchungszeitraum auftretende Schwebstoffgehalt ermittelt werden kann.

Pro Verspülung werden 5.500 m<sup>3</sup> innerhalb einer Stunde eingebracht. Aufgrund der langen Verspüldauer verteilt sich das Baggergut sehr schnell, so dass nur geringe Schwebstoffkonzentrationen mit maximal 1-2 mg/l auftreten. Durch den Einfluss der Gezeiten wird der Schwebstoff im Verlauf des Untersuchungszeitraums in die in Bild 7 dargestellten Gebiete transportiert. Die weiteste Ausdehnung stromauf der Elbe liegt mit 0,01 mg/l ca. bei Brokdorf (s. Bild 7). Seewärts erreicht der Schwebstoff etwa Großer Vogelsand (s. Bild 7).

Die in Bild 7 und 8 im Zentrum der Umlagerungsstelle dargestellten Maximalwerte von über 100 mg/l treten kurzzeitig während des Verspülvorgangs auf. Diese sinken innerhalb der nächsten zwei Stunden wieder auf unter 1 mg/l.

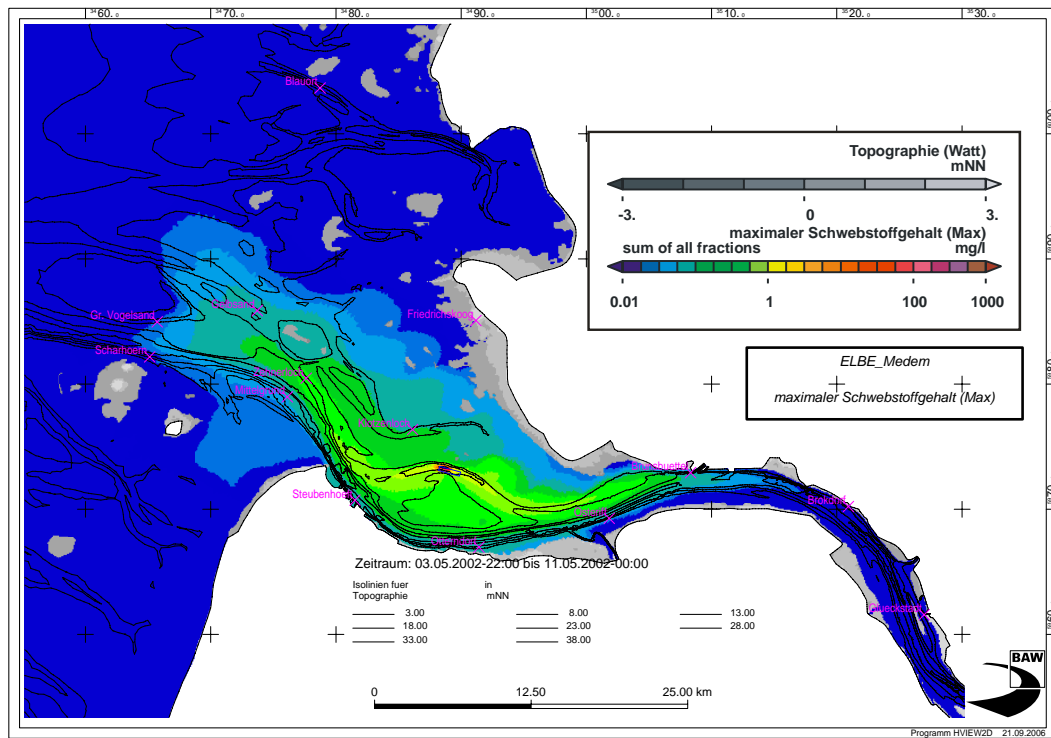


Bild 7: Umlagerungsstelle Medembogen maximaler Schwebstoffgehalt [in mg/l, log.]

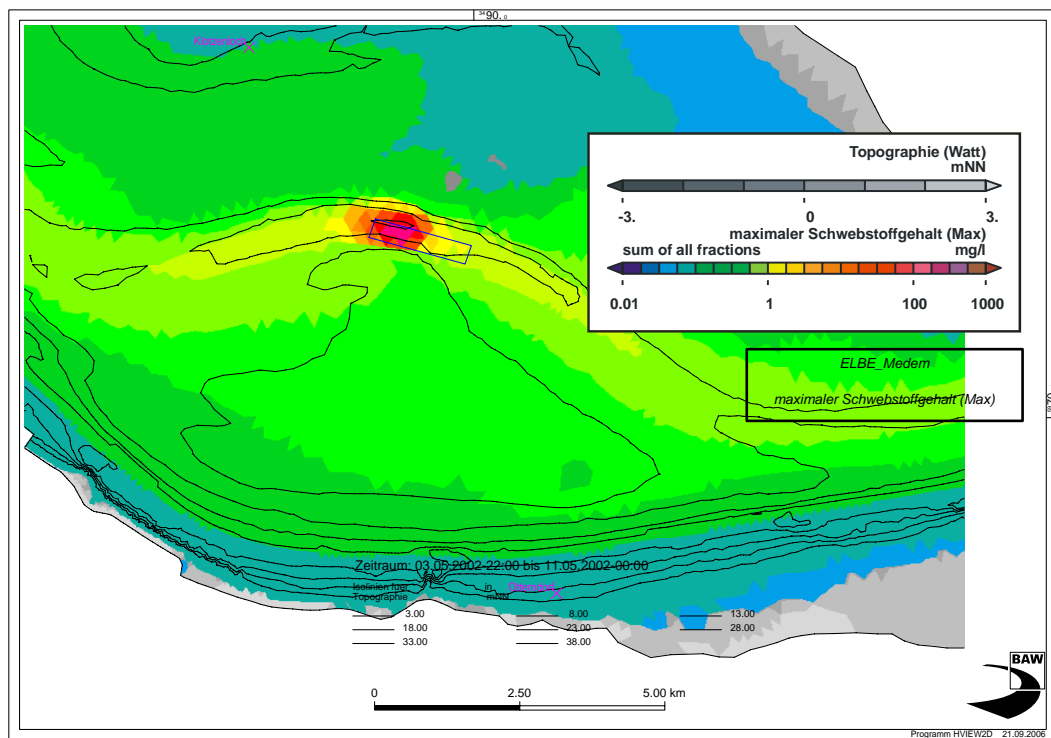
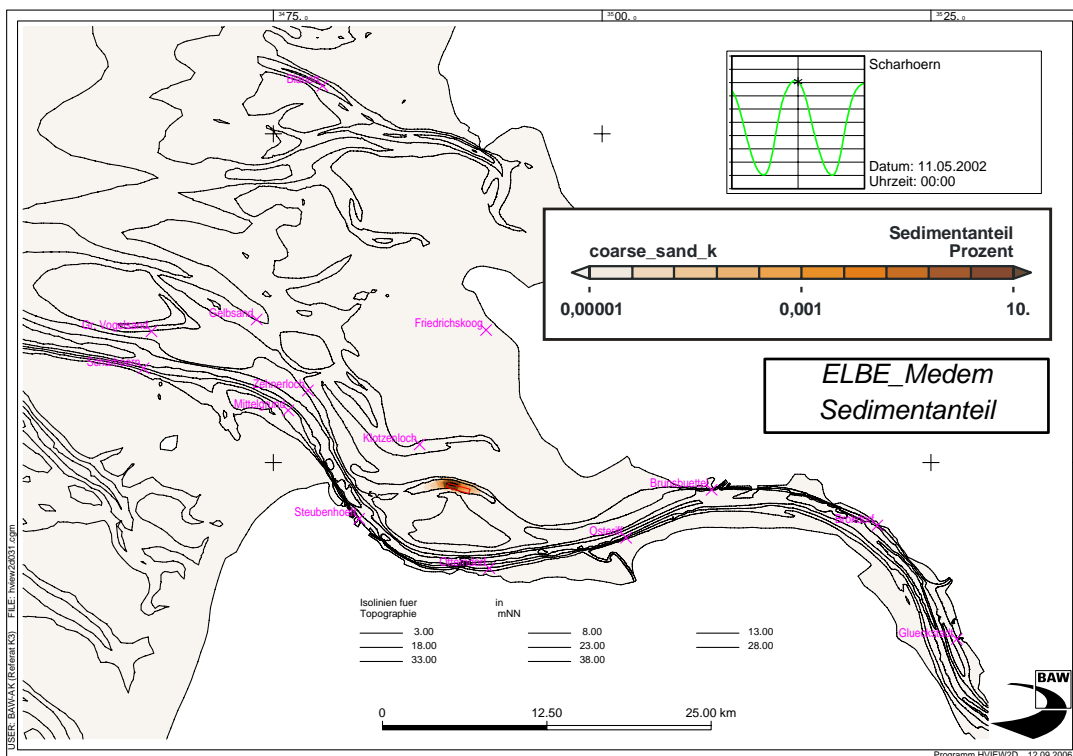


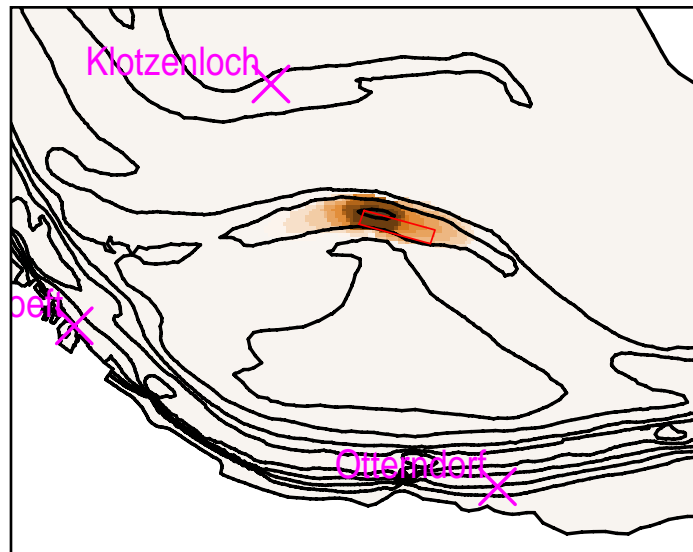
Bild 8: Detail aus Bild 7

Über den Verbleib des Materials gibt der Sedimentanteil am Boden [in %] Aufschluss. Die Summe aller Fraktionen am Boden pro Gitterzelle ergibt 100 %. Zu Beginn der Simulation ist nur Feinsand als Bodenbelegung vorhanden, demnach besteht das Sediment in der Gitterzelle zu 100 % aus „Feinsand am Boden“. Mit den Umlagerungen gelangen weitere Fraktionen zu Boden, so dass sich die Zusammensetzung des Sediments in den betroffenen Gitterzellen ändert. Der mit der Umlagerung zugeführte Feinsand kann aufgrund seiner Benennung vom am Boden bereits vorhandenen Feinsand unterschieden werden. Für jede umgelagerte Fraktion wird der Sedimentanteil separat betrachtet. Die folgenden Abbildungen zeigen den Sedimentanteil in einer Skalierung von 0,00001 bis 10 %. Auch hier wird wegen der zum Teil sehr geringen Mengen die logarithmische Darstellung genutzt.

Die Bilder 9 und 10 zeigen die Verteilung von Grobsand. Der größte Anteil des verspülten Grobsands verbleibt im Bereich der Umlagerungsstelle. Nur geringe Mengen werden durch die Strömung in der Medemrinne verteilt und erreichen eine Ausdehnung von ca. 2 km östlich und westlich der Umlagerungsstelle. Der Anteil von über 10 % zeigt, dass im Bereich der Umlagerungsstelle eine größere Menge Grobsand liegen bleibt.

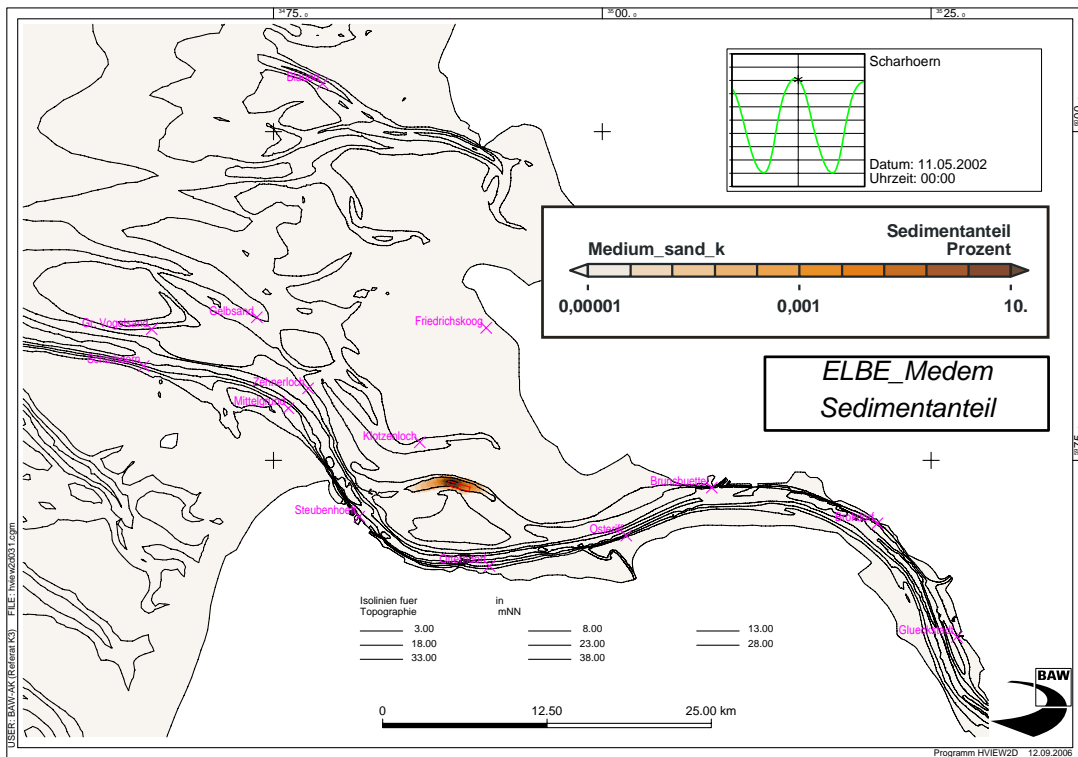


**Bild 9: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil des umgelagerten Grobsandes am Boden [in %, log.]**

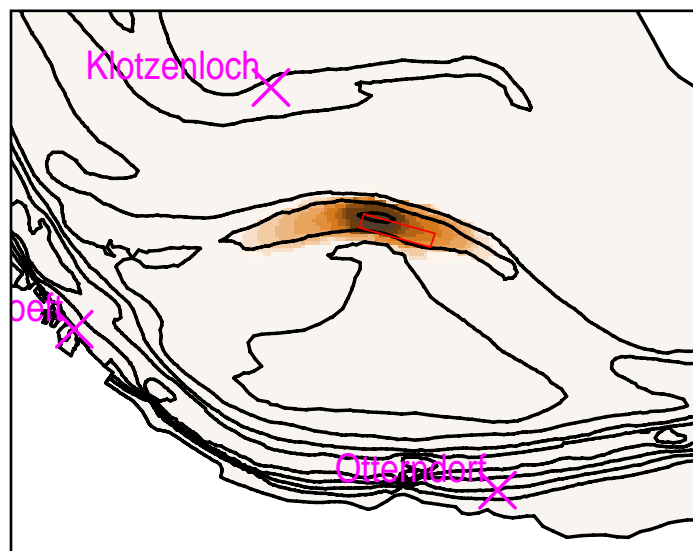


**Bild 10: Detail aus Bild 9**

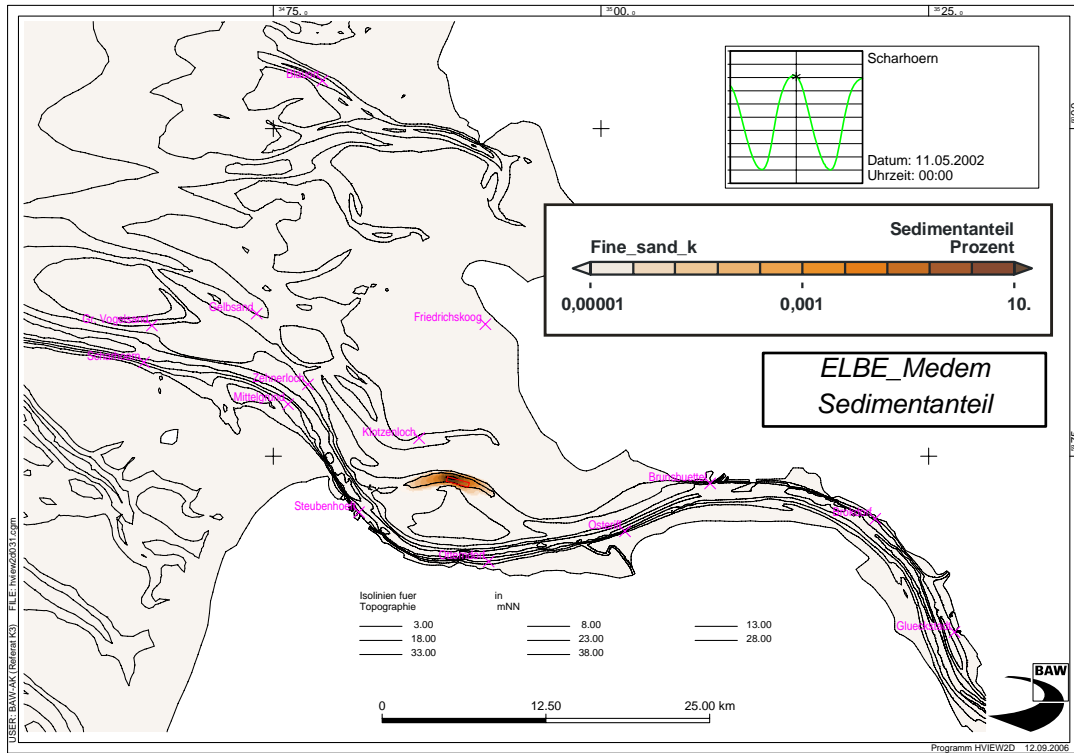
In Bild 11 und 12 ist der Sedimentanteil Mittelsand zu sehen. Verteilung und Ausdehnung entsprechen der von Grobsand. Allerdings ist aufgrund der geringeren Partikelgröße, und der damit verbundenen niedrigeren Sinkgeschwindigkeit, eine etwas größere Ausdehnung vorhanden. Dasselbe Verhalten findet sich auch in den Bildern 13 und 14 für Feinsand wieder. Abermals ist eine geringfügig größere Ausdehnung im Vergleich zur Vorfraktion erkennbar. In beiden Fällen liegt der Sedimentanteil ebenfalls bei 10 %. Die sandigen Fraktionen verbleiben im Nahfeld der Umlagerungsstelle.



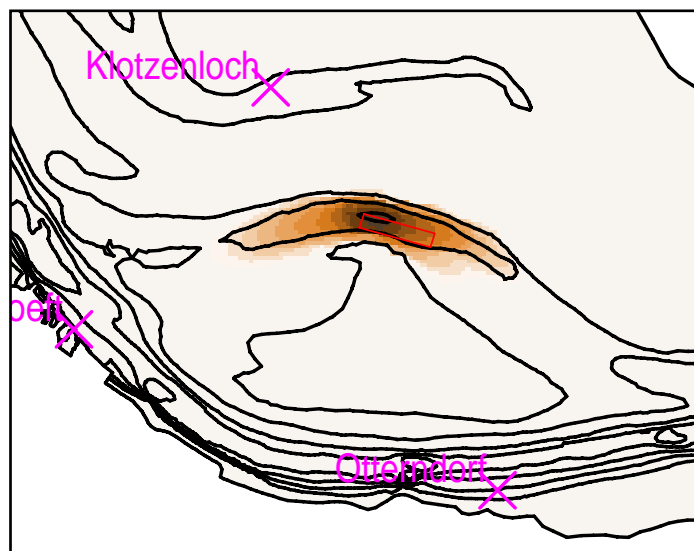
**Bild 11: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil des umgelagerten Mittelsandes am Boden [in %, log.]**



**Bild 12: Detail aus Bild 11**



**Bild 13: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil des umgelagerten Feinsandes am Boden [in %, log.]**



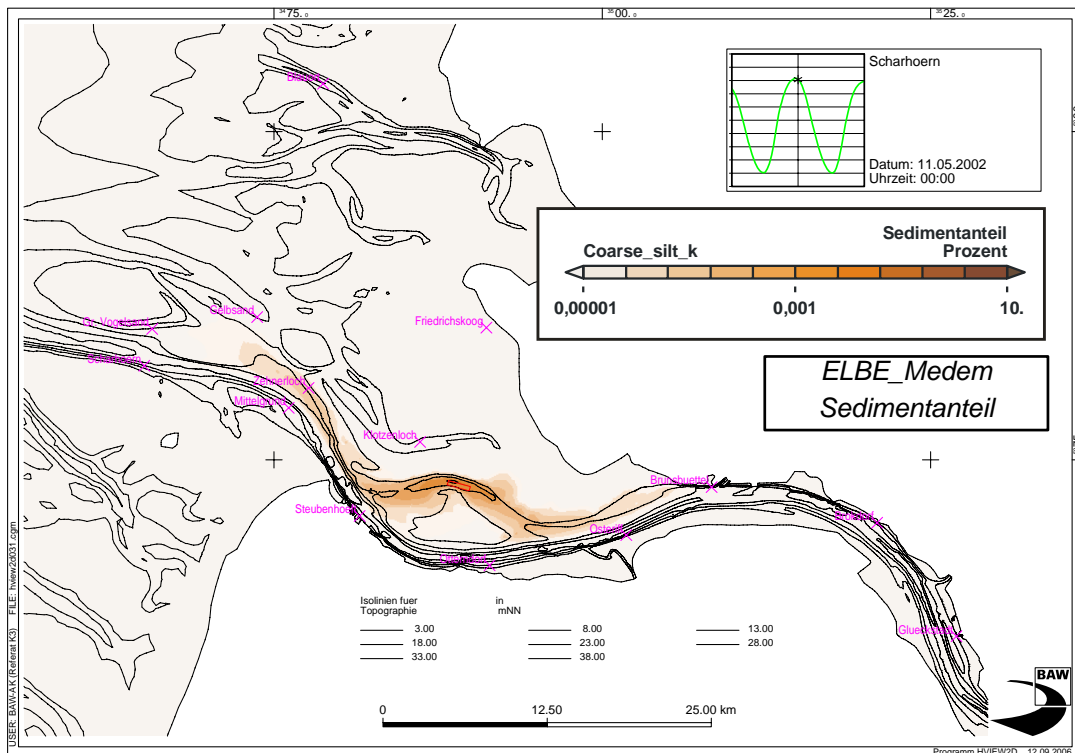
**Bild 14: Detail aus Bild 13**

Bei Betrachtung der feinen Fraktionen wird der Einfluss der Partikelgröße besonders deutlich. Aufgrund der geringeren Sinkgeschwindigkeit und der leichteren Remobilisierung von Feinsedimenten werden diese weiter transportiert. Grobschluff wird über die Medemrinne hinaus stromauf bis Brunsbüttel und seewärts bis auf Höhe Gelbsand transportiert (Bild 15). Mittelschluff und Feinschluff erreichen Brokdorf und den Großen Vogelsand und breiten sich auch südlich des Medemgrunds in der Fahrrinne und auf den angrenzenden Wattflächen, wie dem Medemsand und dem Neuwerker Watt, aus (Bild 16 und 17). Ton hat eine sehr geringe Sinkgeschwindigkeit und gelangt schon bei geringen Strömungen wieder in Suspension. Daher hat sich zu diesem Zeitpunkt nur wenig Ton auf einem Gebiet zwischen Gelbsand und Osteriff abgelagert (Bild 18 und 19).

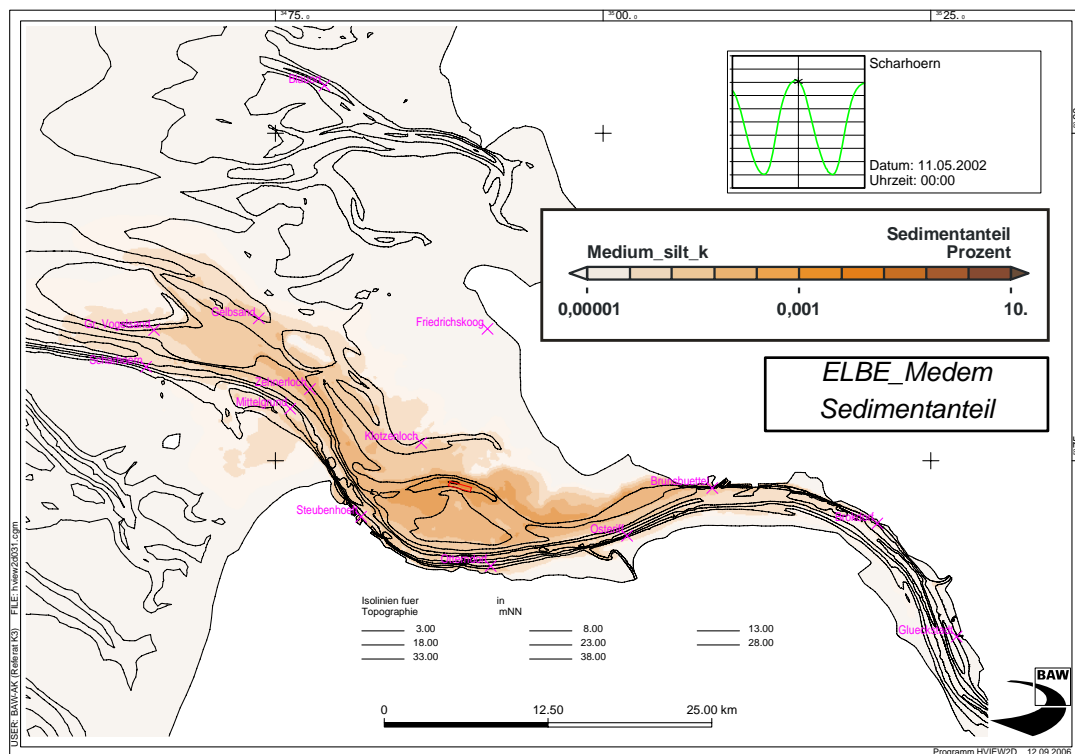
Die Sedimentanteile der Schluffe am Boden erreichen maximal 0,001 %. Aufgrund der geringen Sinkgeschwindigkeit und der leichteren Remobilisierbarkeit ist demnach kaum Schluff am Boden angelangt. Es handelt sich hier um einen Wert, der in der Realität vermutlich nicht nachweisbar ist. Der Sedimentanteil von Ton mit maximal 0,0006 % kann nahezu zu Null gesetzt werden. Die Bilder zeigen jedoch grundsätzlich die Transportwege der feinen Sedimente.

In Bild 20 ist die Deposition mit einer Skalierung von 0,00001 bis 10 m dargestellt. Außerhalb des Bereichs der Umlagerungsstelle ist noch keine messbare Deposition zu erkennen. Die feinen Fraktionen erreichen entferntere Bereiche nur in geringen Mengen, die zu Ablagerungen kleiner als 0,00001 m (= 0,01 mm) führen. Die Maximalwerte der Depositionen liegen zwischen 15 und 60 cm im Zentrum der Umlagerungsstelle. Da in der Simulation die Porosität des sedimentierten Materials vernachlässigt wurde (es liegt quasi Korn auf Korn), ist in der Realität mit höheren Werten für die Deposition zu rechnen.

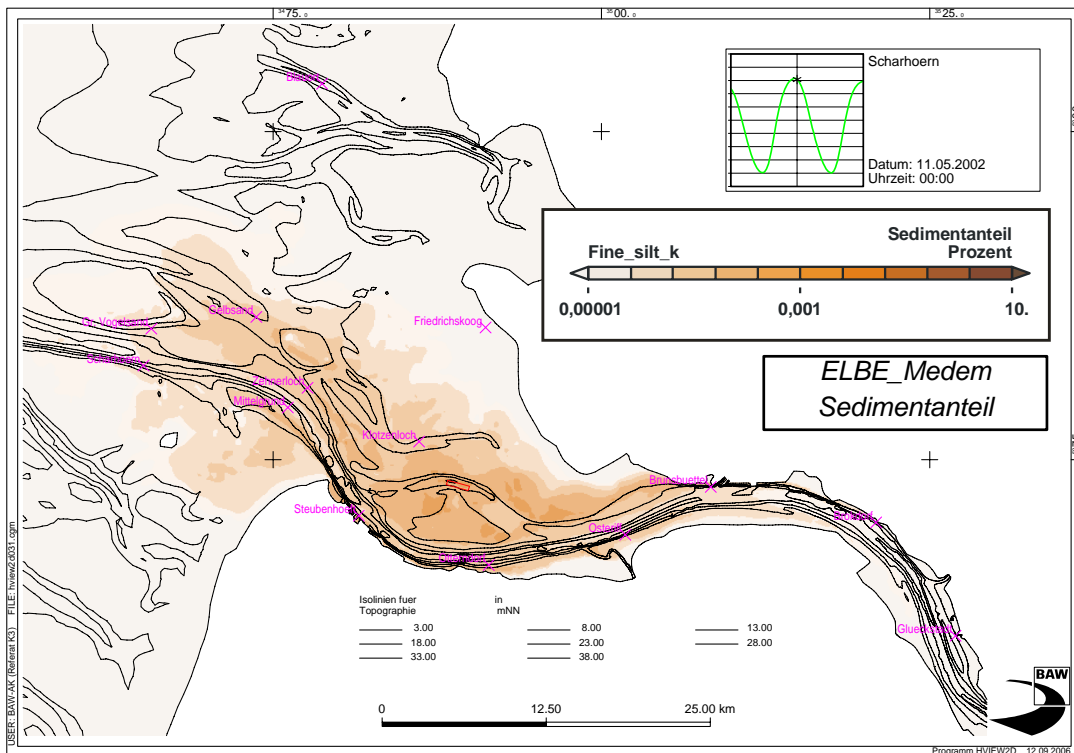




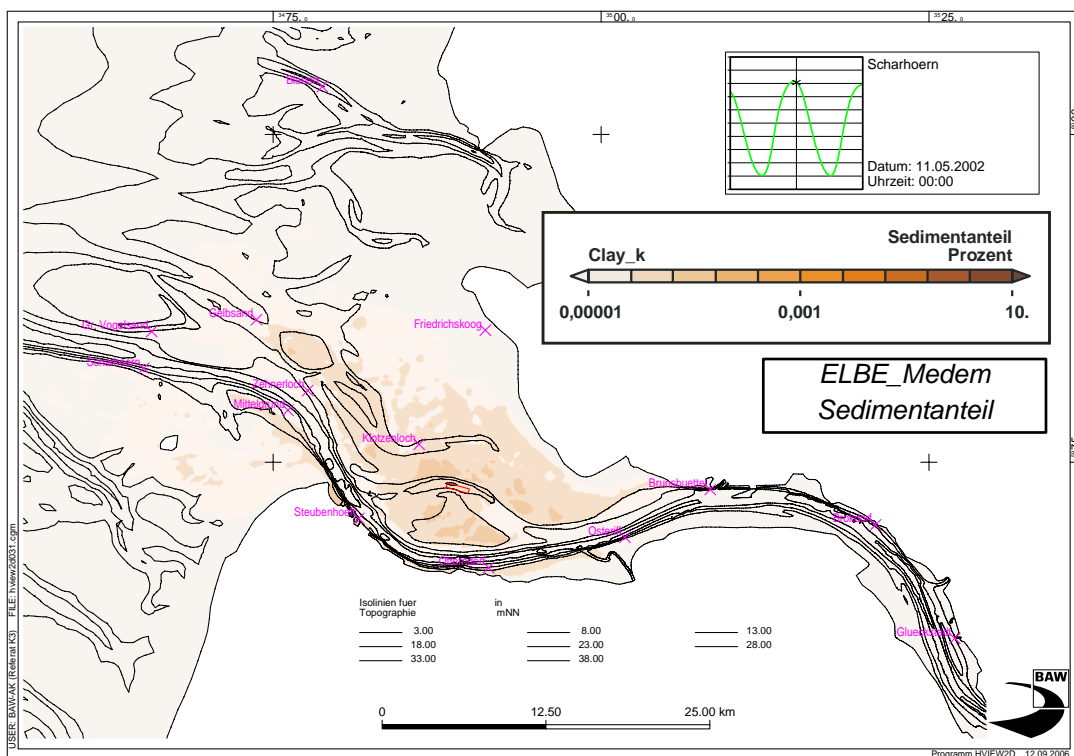
**Bild 15: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil des umgelagerten Grobschluffs am Boden [in %, log.]**



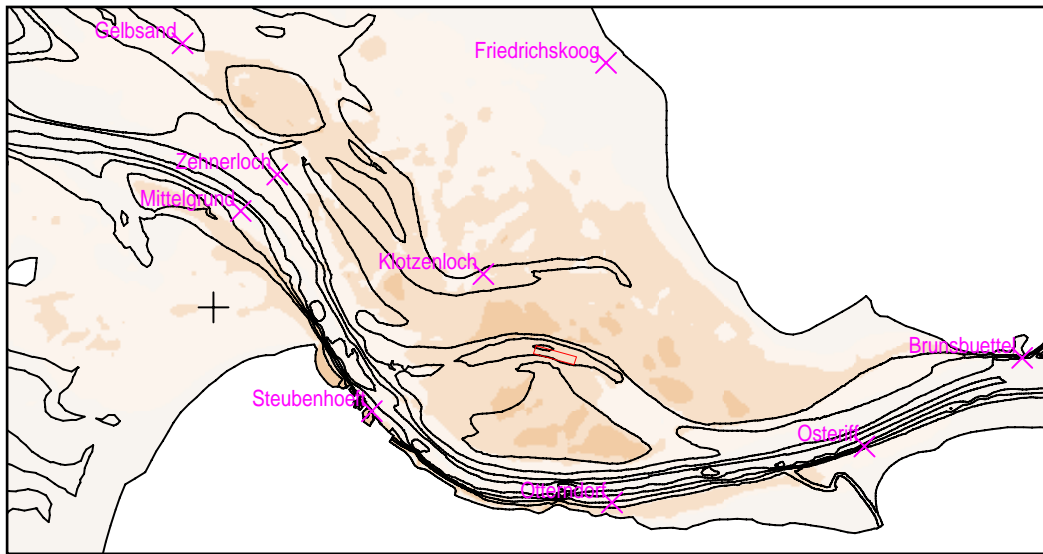
**Bild 16: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil des umgelagerten Mittelschluffs am Boden [in %, log.]**



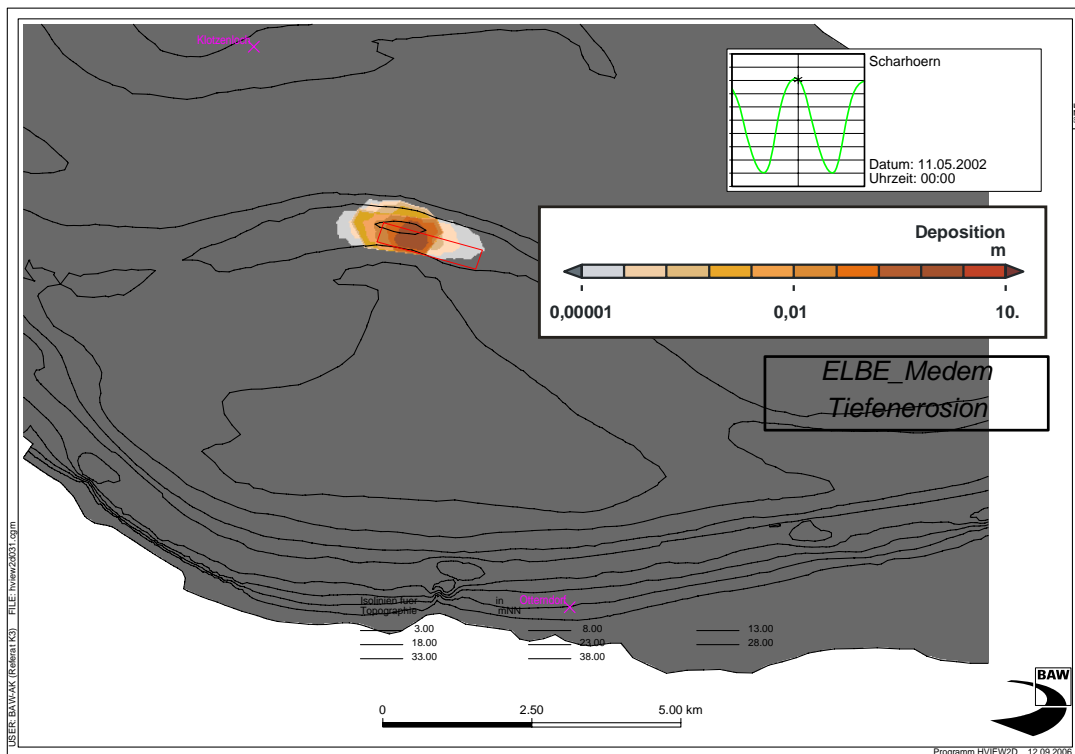
**Bild 17: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil des umgelagerten Feinschluffs am Boden [in %, log.]**



**Bild 18: Umlagerungsstelle Medembogen: Sedimentanteil des umgelagerten Tons am Boden [in %, log.]**



**Bild 19: Detail aus Abbildung 18**



**Bild 20: Umlagerungsstelle Medembogen: Deposition [in m, log.]**

## 4.2 Neuer Luechtergrund

In die Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund werden pro Hochwasserphase zwei Baggerladungen à 8.000 m<sup>3</sup> verbracht. Da in diesem Fall ein größeres Volumen in kürzerer Zeit eingebracht wird (8.000 m<sup>3</sup> in 20 min.) als im Vergleich zur Verspülung im Medembogen (5.000 m<sup>3</sup> in 60 min.), ist mit höheren Konzentrationen während des Verklappens zu rechnen. Die erste Verklappung findet am 03.05.2002 um 15:00 Uhr statt, die letzte am 10.05.2002 um 22:00 Uhr. Im Untersuchungszeitraum wird 15-mal je Bagger verklappt, was einer Gesamtmenge von 240.000 m<sup>3</sup> entspricht.

Da in diesem Fall der zeitliche Abstand zwischen den Umlagerungen größer ist, sinkt die Konzentration einige Zeit nach der Verklappung auf maximal 1-2 mg/l. In Bild 21 und 22 wird der maximale Schwebstoffgehalt dargestellt (Analyseergebnis, s. S.11). Durch den Einfluss der Gezeiten wird der Schwebstoff im Verlauf des Untersuchungszeitraums in die in Bild 21 dargestellten Gebiete transportiert. Die weiteste Ausdehnung stromauf der Elbe liegt mit 0,01 mg/l ca. bei Otterndorf. Seewärts geht sie über Bake A hinaus.

Die in Bild 21 und 22 im Zentrum der Umlagerungsstelle dargestellten Maximalwerte von über 500 mg/l treten kurzzeitig während des Verklappens auf. Diese sinken innerhalb der nächsten zwei Stunden wieder auf unter 1 mg/l.

Die Ausbreitung wird sich im Laufe der Zeit mit weiteren Umlagerungen vergrößern.

Grob-, Mittel- und Feinsand bleiben mit einem relativ hohen Sedimentanteil von jeweils über 10 % größtenteils im Bereich der Umlagerungsstelle liegen. Lediglich ein kleiner Anteil wird in Ebb- und Flutstromrichtung bis maximal 3 km von der Umlagerungsstelle entfernt transportiert. Die Ausbreitung wird größer, je kleiner die Partikel sind (Bild 23-28).

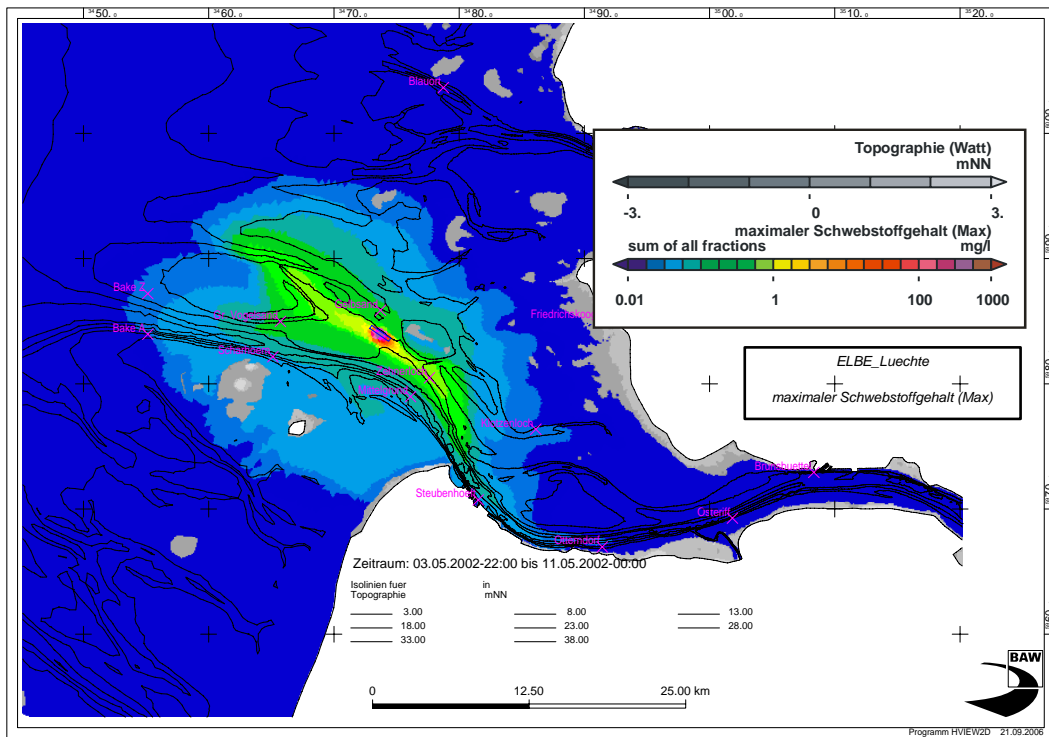


Bild 21: Umlagerungsstelle N. Luechtergrund: max. Schwebstoffgehalt [in mg/l, log.]

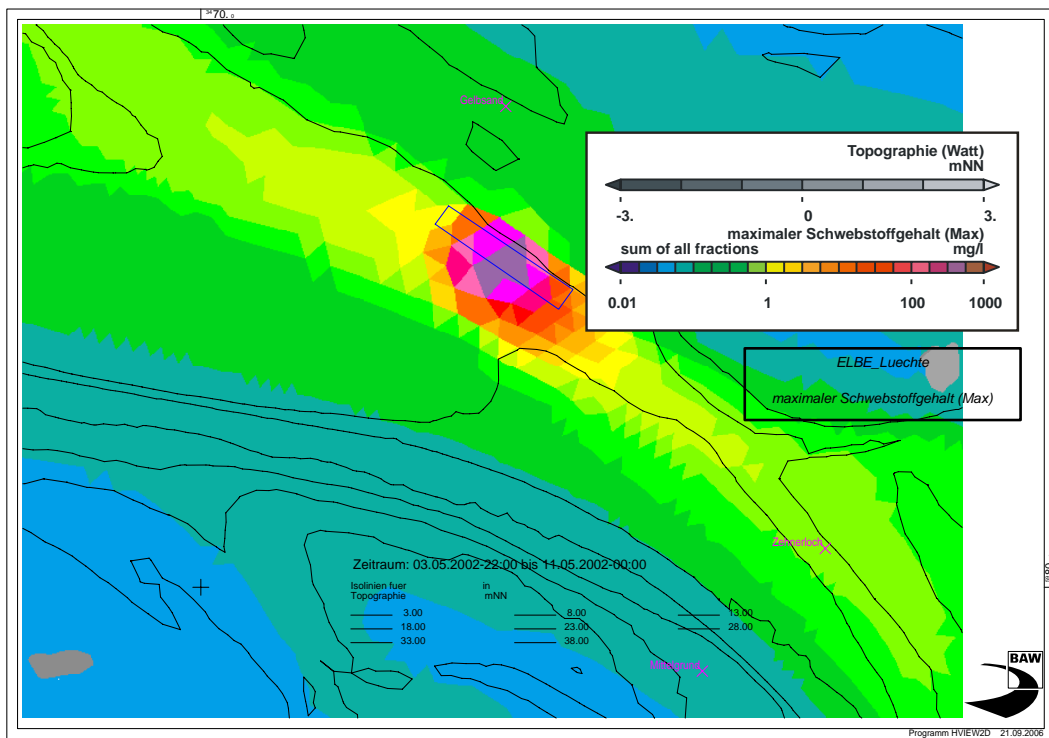
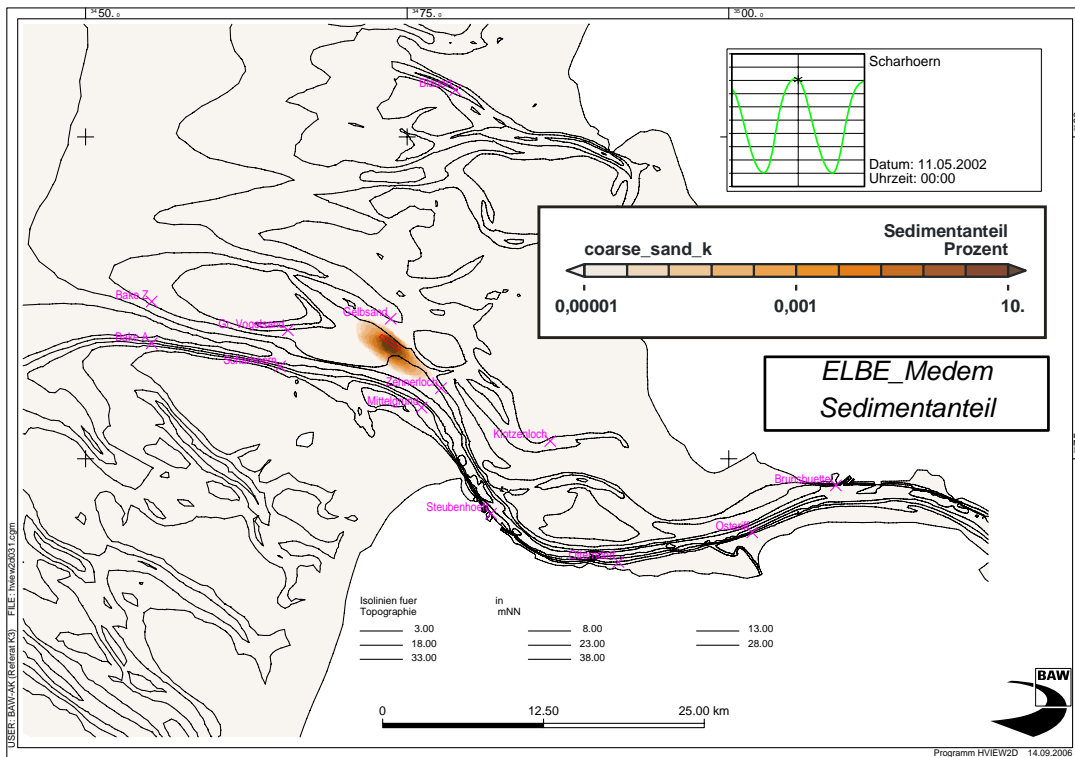


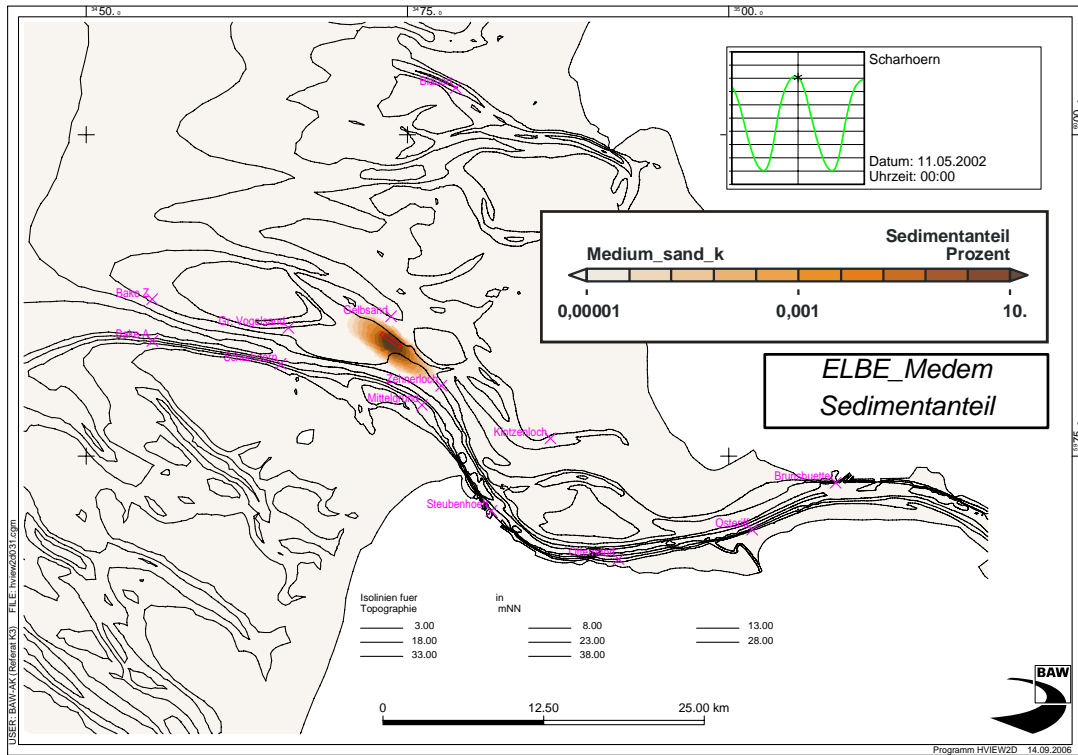
Bild 22: Detail aus Bild 21



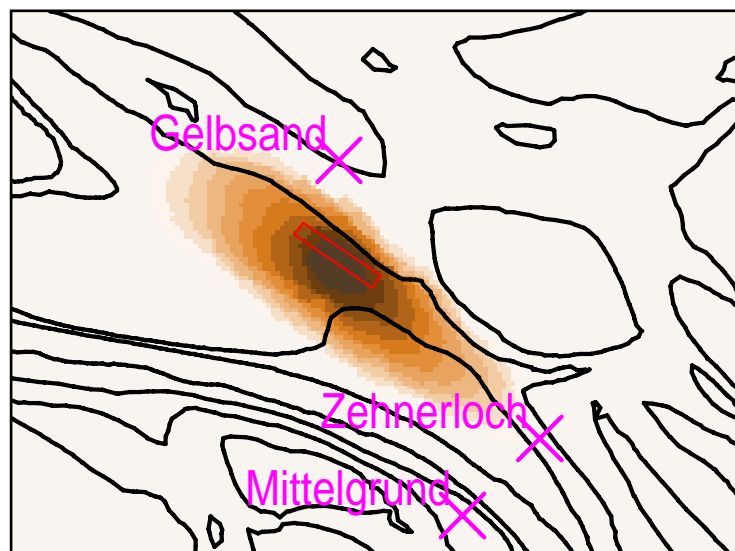
**Bild 23: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil des umgelagerten Grobsandes am Boden [in %, log.]**



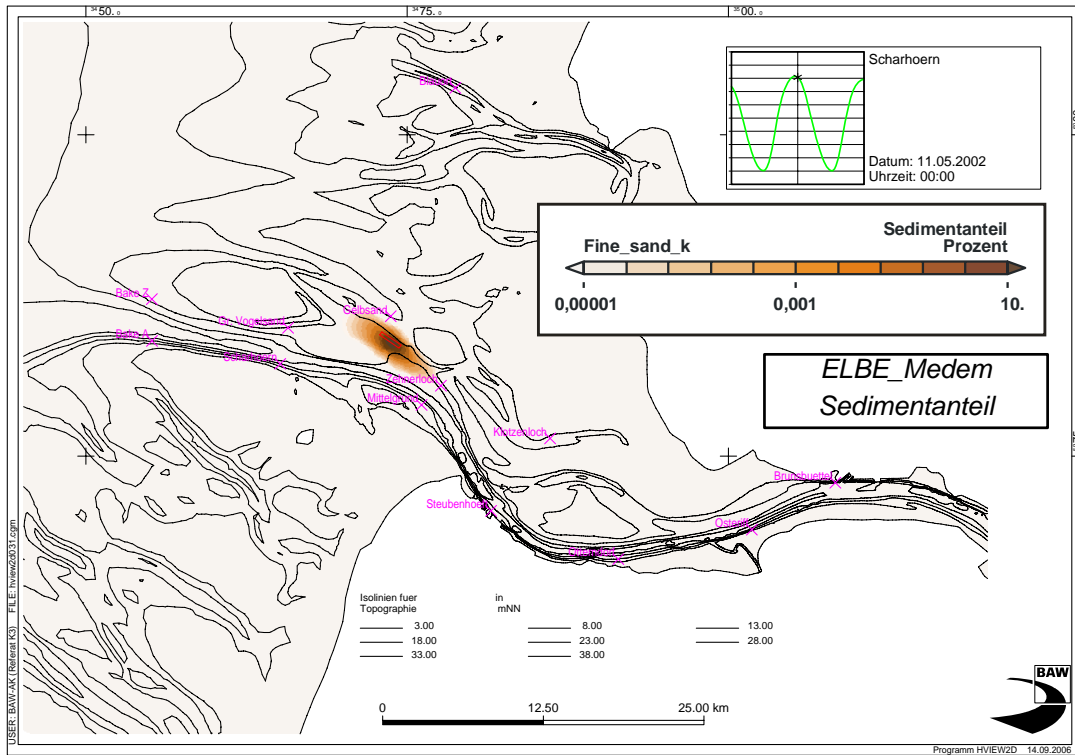
**Bild 24: Detail aus Bild 23**



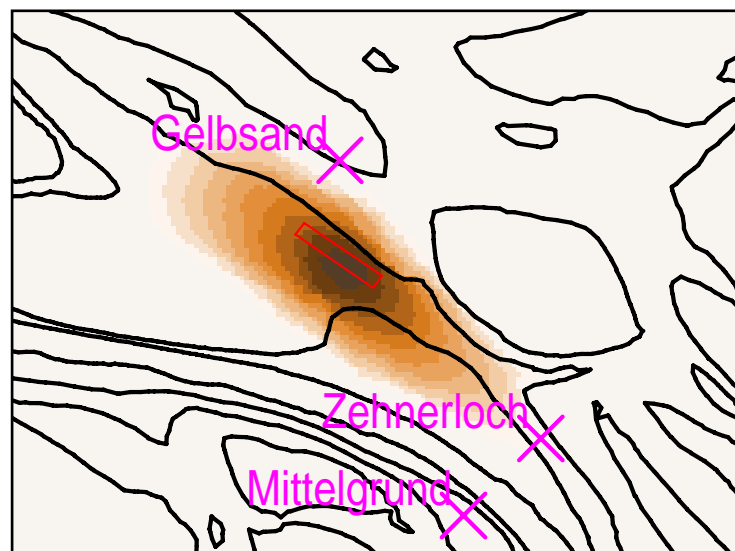
**Bild 25: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil des umgelagerten Mittelsandes am Boden [in %, log.]**



**Bild 26: Detail aus Bild 25**



**Bild 27: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil des umgelagerten Feinsandes am Boden [in %, log.]**

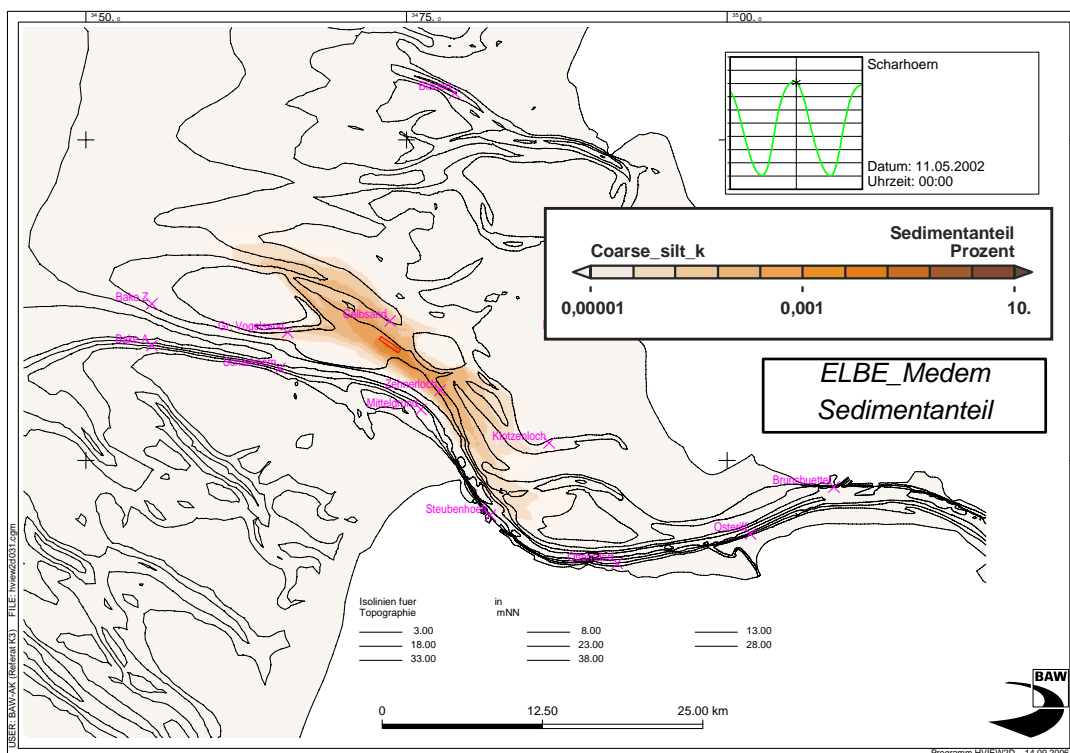


**Bild 28: Detail aus Bild 27**

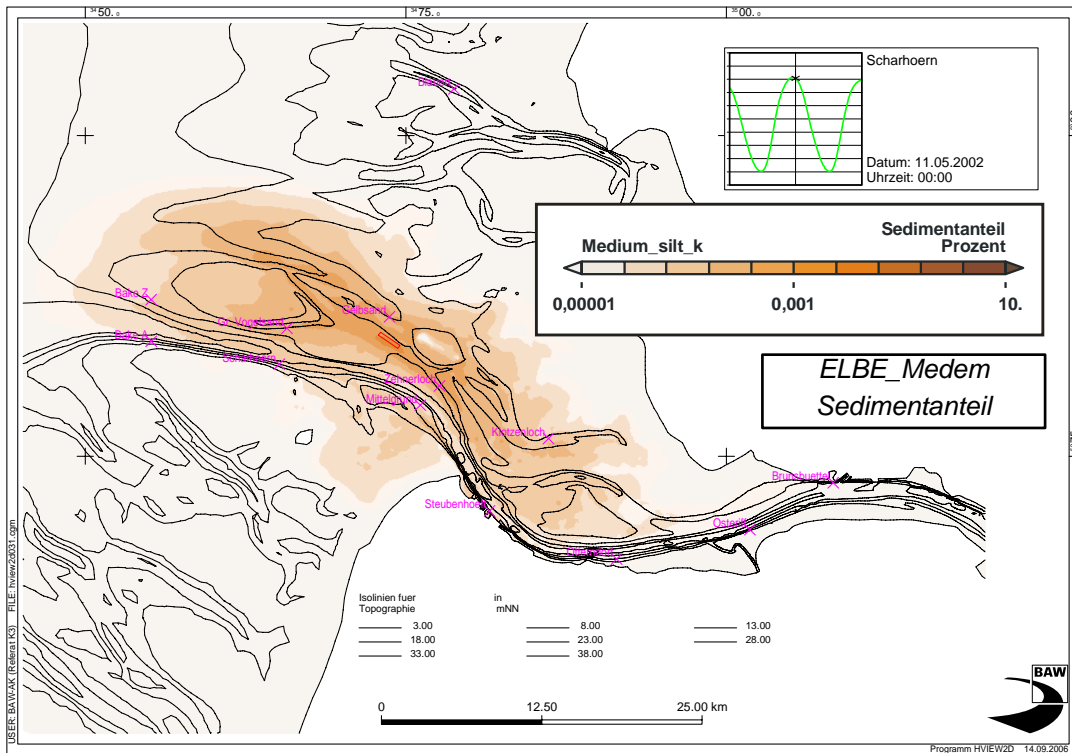


Die feinen Fraktionen breiten sich aufgrund der geringeren Sinkgeschwindigkeiten weiter aus als die groben Fraktionen. Grobschluff erreicht seewärts den Großen Vogelsand und in Richtung Elbmündung gelangt er bis Steubenhöft (Bild 29). Mittel- und Feinschluff gelangen über den Großen Vogelsand hinaus bis Bake A und erreichen in Richtung Elbe Otterndorf (Bild 30 und 31). Die Sedimentanteile der Schluffe mit max. 0,001 % und des Tons mit max. 0,00004 % sind gering (Bild 29 bis 33).

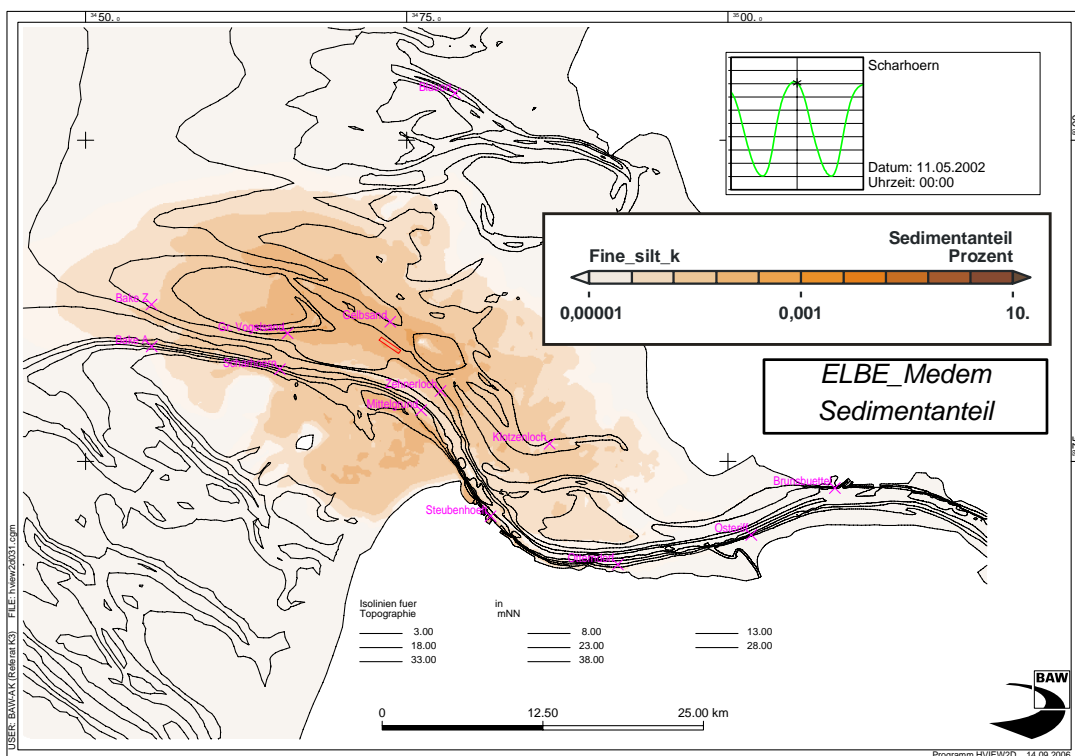
Eine Deposition des Materials ist im Bereich der geplanten Umlagerungsstelle mit maximal 60 cm zu erkennen (Bild 34). Auch hier ist zu bedenken, dass die Porosität des sedimentierten Materials im Modell vernachlässigt wurde und in der Realität vermutlich eine höhere Ablagerung entsteht.



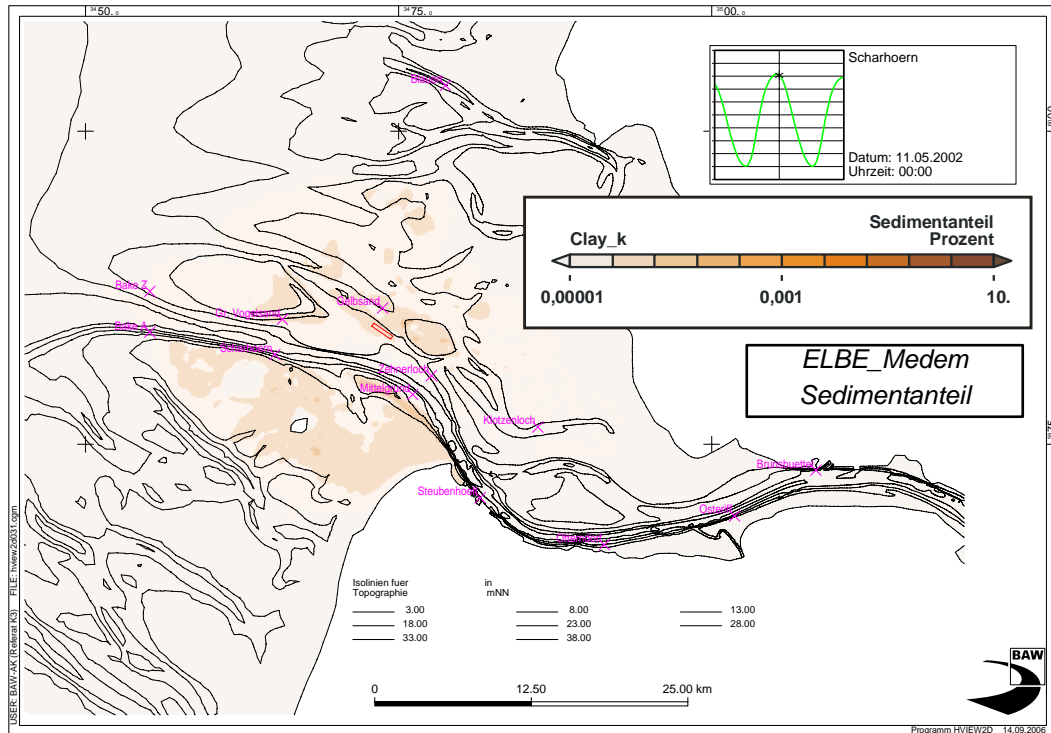
**Bild 29: Umlagerungsstelle N. Luechtergrund: Sedimentanteil des umgelagerten Grobschluffs am Boden [in %, log.]**



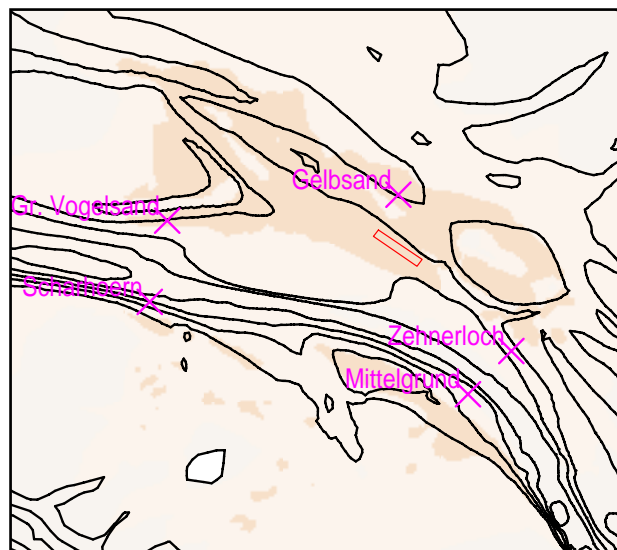
**Bild 30: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil des umgelagerten Mittelschluffs am Boden [in %, log.]**



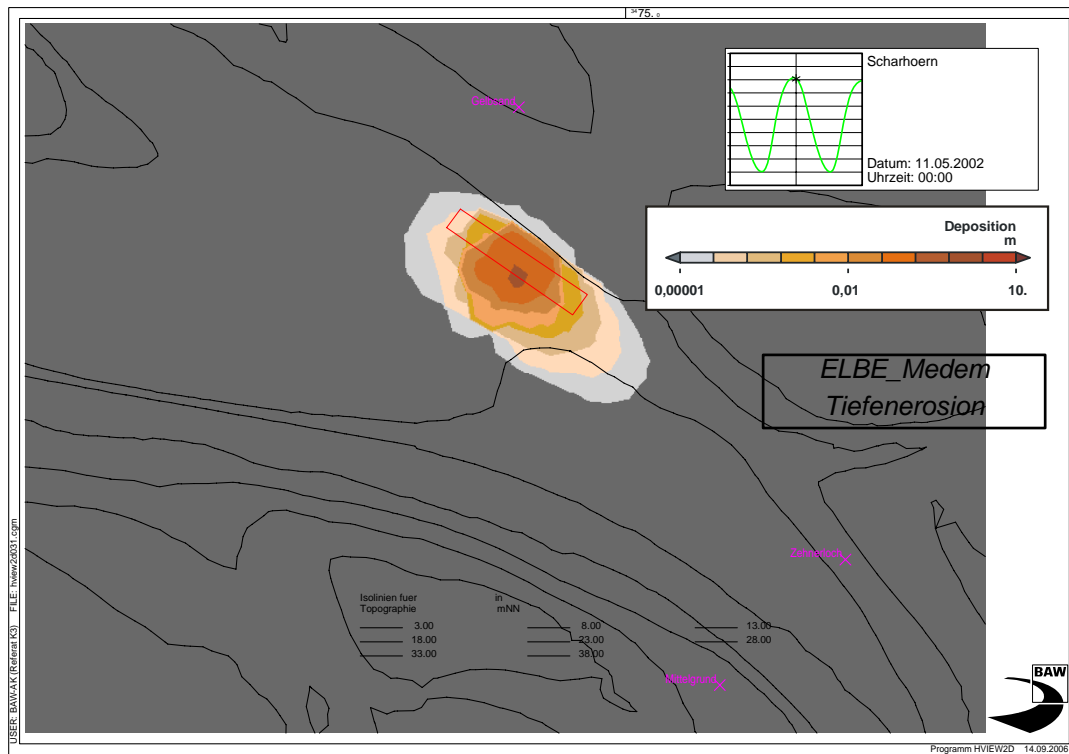
**Bild 31: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil des umgelagerten Feinschluffs am Boden [in %, log.]**



**Bild 32: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Sedimentanteil des umgelagerten Tons am Boden [in %, log.]**



**Bild 33: Detail aus Bild 32**



**Bild 34: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund: Deposition [in m, log.]**

## 5 Bewertung der Ergebnisse

Ziel der Untersuchung ist es, die Ausbreitung des umgelagerten Ausbaubaggergutes über einen längeren Zeitraum zu beurteilen. Die Simulation der Ausbreitung kann bei einem vertretbaren Aufwand jedoch nicht über Monate durchgeführt werden. Folglich sind die Ergebnisse der Berechnung für den kurzen Zeitraum weitgehend zu interpretieren. Da insbesondere die Ausbreitung der Fraktionen von Fein- und Mittelsand (sie stellen ca. 80 % der Gesamtmenge) von Interesse ist, ist für diese eine Abschätzung ihrer Ausbreitung vorzunehmen.

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus Kapitel 4 zusammengefasst dargestellt: Vom Medemgrund aus breitet sich eine Schwebstoffwolke mit maximalen Konzentrationen von 1-2 mg/l infolge der Umlagerungen aus. Sie erreicht seewärts einen Bereich zwischen Großer Vogelsand und Gelbsand und elbaufwärts gelangt sie bis Brokdorf. Zum Zeitpunkt der Verspülung werden kurzzeitig Konzentrationen über 100 mg/l im Bereich der Umlagerungsstelle erreicht. Die Analyse der Sedimentanteile am Boden ergeben, dass die Fraktionen Grob-, Mittel und Feinsand mit einem Sedimentanteil von jeweils 10 % im Umfeld der

Umlagerungsstelle verbleiben. Sie werden lediglich 2-3 km entlang der Medemrinne mit dem Flut- und Ebbstrom von der Klappstelle aus transportiert. Im Gegensatz dazu erreichen die feinen Fraktionen Grob-, Mittel- und Feinschluff aufgrund der geringeren Sinkgeschwindigkeit und der leichteren Remobilisierung von bereits abgelagertem Material eine wesentlich größere Ausdehnung. Grobschluff gelangt elbaufwärts durch die Medemrinne bis nach Brunsbüttel und seewärts bis zum Gelbsand. Mittel- und Feinschluff erreichen Brokdorf und den großen Vogelsand und breiten sich auch auf den angrenzenden Wattflächen aus, z.B. Medemsand und Neuwerker Watt. Ton, mit der niedrigsten Sinkgeschwindigkeit, hat sich nur geringfügig auf einem Gebiet zwischen Osteriff und Gelbsand abgelagert. Schluff erreicht Sedimentanteile am Boden bis max. 0,001 % und Ton max. 0,0006 %. Die Menge der feinen Sedimente pro Flächeneinheit, die in Bereiche außerhalb der Umlagerungsstelle transportiert werden ist demnach sehr gering. Größere Ablagerungshöhen werden nur im Bereich der Klappstelle mit bis zu 60 cm erreicht. Die tatsächliche Ablagerung wird höher sein, da im Modell die Porosität des umgelagerten Sediments nicht berücksichtigt wird (Sediment liegt quasi Korn auf Korn). Die feinen Fraktionen erreichen zwar entfernte Bereiche, jedoch in so geringen Mengen, dass sie als Deposition über 0,00001 m (= 0,01 mm) nicht zu erkennen sind.

Die Resultate für die Umlagerung am Neuen Luechtergrund sind analog zu denen am Medembogen. Es entwickelt sich eine Schwebstoffwolke mit maximalen Konzentrationen von 1-2 mg/l durch die Umlagerungen. Da beim Neuen Luechtergrund in kürzerer Zeit eine größere Menge eingebracht wird, werden während der Verklappung kurzzeitig maximale Konzentrationen von ca. 500 mg/l erreicht. Die Schwebstoffwolke gelangt seewärts bis über Bake A hinaus und in Richtung der Elbmündung bis Otterndorf. Die Sandfraktionen verbleiben am Boden im Umkreis von 2 km um die Umlagerungsstelle herum. Die Schlufffraktionen erreichen eine Ausbreitung am Boden zwischen Bake A und Otterndorf. Ton erreicht Bereiche am Boden in einem Umkreis von ca. 10 km um die Klappstelle herum, jedoch nur in sehr geringen Mengen. Dabei gilt auch hier eine größere Ausbreitung je kleiner die Partikel sind. Die Auswertung der Deposition ergab eine abgelagerte Schicht von max. 60 cm im Bereich der Umlagerungsstelle. Die Mengen der Feinsedimente am Boden sind wiederum so gering, dass sie keine größeren Ablagerungen bilden.

Die Ergebnisse zeigen nur eine erste Tendenz für das Transport- und Absetzverhalten des umgelagerten Baggermaterials. Fein- bis Grobsand bleiben an der Umlagerungsstelle liegen und bilden den größten Anteil der dort erkennbaren Deposition. Mit weiteren Umlagerungen gelangt neues Material in die Wassersäule, so dass sich die Ablagerungen an beiden Umlagerungsstellen erhöhen werden. Die Konzentration der vorhandenen Schwebstoffwolke wird ansteigen, so dass das Sediment im Verlauf eines längeren Zeitraums auch in entferntere Gebiete gelangen kann.

Für eine Abschätzung des Transports von Feinsand nach längerer Zeit (Monate) kann nach Auffassung der BAW die Ausbreitung von Grobschluff als Anhaltspunkt herangezogen werden. Feinsand kann bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten in Suspension transportiert werden, legt aufgrund seiner höheren Sinkgeschwindigkeit jedoch kürzere Wege zurück als



Grobschluff. Es ist denkbar, dass Feinsand nach einigen Monaten die Gebiete erreicht, in die Grobschluff bereits nach zehn Tagen gelangt ist. Vor allem durch die Umlagerung im Neuen Luechtergrund kann Feinsand nach längerer Zeit auch in das Klotzenloch gelangen. Eine Ausbreitung größerer Mengen des umgelagerten Materials in die Wattgebiete und Priele nördlich der Nordergründe kann jedoch ausgeschlossen werden. Da der Mittelsand noch größere Sinkgeschwindigkeiten aufweist, weniger leicht erodiert wird als Feinsand und dem gravitationellen Transport an Rinnenböschungen ausgesetzt ist, sind seine Tidewege kürzer als die des Feinsandes und mehr auf die tiefen Rinnen konzentriert.

Die natürliche Sedimentdynamik muss ebenfalls in die Interpretation mit einfließen. Zurzeit werden an der westlichen Südkante des Medemsands bis zu 20 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr erodiert. Mit dem Einbau der UWA in der Medemrinne nimmt die Strömung ab, so dass die Erosion stark vermindert wird. Die Umlagerungen in den Medembogen sollen erst nach Fertigstellung der UWA beginnen. Die aus der Umlagerung stammenden Transportmengen werden nicht größer sein, als die bis zum Einbau der UWA natürlich transportierten Mengen. Folglich ist eine Verschlechterung der Verhältnisse nicht zu erwarten.

Der natürliche Schwebstoffgehalt in der Deutschen Bucht muss ebenfalls berücksichtigt werden. Er ist aufgrund vieler Einflüsse sehr variabel, z.B. ausgeprägtes halbtägiges Gezeitenignal (höhere Konzentrationen bei Niedrigwasser) und Materialtransporte aus Flüssen. Beim Durchzug von Orkantiefs sind Anstiege bis zum zehnfachen des Normalwerts möglich. Eine mittlere Schwebstoffverteilung für den deutschen Festlandsockel, ermittelt von der BSH aus Daten der Meeresumweltdatenbank (MUDAB), ergibt für den Bereich des Neuen Luechtergrunds Konzentrationen von 25 – 50 mg/l und für den Bereich des Medembogens über 50 mg/l (Extremwerte >150 mg/l) (persönliche Mitteilung von Peter König, BSH). Mit einer Erhöhung der Schwebstoffkonzentration um 1 bis 2 mg/l werden die natürlichen Verhältnisse nicht wesentlich verändert.

Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg  
Hamburg, 16.10.2006

Im Auftrag

Bearbeiter

gez. Winkel

gez. Stammermann

.....

.....

Dr. Winkel

Dipl.-Ing. R. Stammermann

(Regierungsdirektor)

(Wiss. Angestellte)



## 6 Literaturverzeichnis

BAW (2006 a). Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt – Gutachten zur ausbaubedingten Änderung von Tidedynamik und Salzgehalt. BAW-Nr. A39550310062-H1.a, Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg, Wedeler Landstraße 157, 22559 Hamburg. unveröffentlicht.

BAW (2006 b). Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt – Gutachten zu ausbaubedingten Änderungen der Sturmflutkenngößen. BAW-Nr. A39550310062-H1.b, Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg, Wedeler Landstraße 157, 22559 Hamburg. unveröffentlicht.

BAW (2006 c). Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt – Gutachten zur Morphodynamik. BAW-Nr. A39550310062-H1.c, Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg, Wedeler Landstraße 157, 22559 Hamburg. unveröffentlicht.

BAW (2006 d). Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt – Ausbaubedingte Änderungen der schiffserzeugten Belastungen. BAW-Nr. A39550310062-H1.d, Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg, Wedeler Landstraße 157, 22559 Hamburg. unveröffentlicht.