

Morphodynamik der Elbmündung

Dr. Klaus Baumgardt, Förderkreis »Rettet die Elbe« eV, Hamburg, März 2016

Vorgeschichte

Im Mai 2007 erhob der Förderkreis »Rettet die Elbe« eV (RdE) Einwendungen im Planfeststellungsverfahren für die Vertiefung der Unter- und Außenelbe auf bis zu -19,00 m unter Normalnull. Zu der geplanten Ablagerung des Aushubs der Vertiefung in der Elbmündung schrieb RdE:

Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne - Ost

In dem dynamischen Bereich der Elbmündung werden die Sedimente im großen Umfang hin- und hergeschaufelt. Seit einigen Jahrzehnten frisst sich nördlich der Fahrrinne zwischen Cuxhaven und Otterndorf die Medemrinne in den Medemsand. Zwischen Fahr- und Medemrinne liegt die Sandbank Medemgrund. In der Fahrrinne findet man Löcher von über 30 m Tiefe, aber die tiefste Stelle der Medemrinne liegt auch schon bei 18 m unter NN. Das System von Sandbänken und Rinnen ändert seine Lage von Jahr zu Jahr. Bis zu 45 Mio. Kubikmeter Sedimente werden in diesem Gebiet pro Jahr ab- bzw. aufgetragen. Eine seit Jahren zu beobachtende Verlagerung von Medemgrund und Medemrinne nach Norden ist erkennbar.

In diesem dynamischen Gebiet soll eine Unterwasserablagerungsstätte und ein Steinschüttgutdamm errichtet werden.

Eine Untersuchung über die Entwicklung des Sedimenttransportes in diesem Gebiet wurde nicht durchgeführt.

Die Auswirkungen dieser Maßnahme in Bezug auf den Sedimenttransport sind nicht untersucht worden. ...

Wohin mit dem Aushub?

Aus ökologischen Gründen muss das Baggergut im System verbleiben, dann ginge es der Elbe auch nach der Vertiefung besser, sagen Antragsteller und die Gutachter. Deshalb sollen die rund 38 Millionen Kubikmeter Sediment in Bereichen neben der Fahrrinne und an den Ufern verklappt werden. Die Hauptdeponien in der Medemrinne und vor dem Neufelder Sand sollen sogar dämpfend auf die Tide wirken.

Eine Berechnung mit dem Tiefenmodell der Peil- und Vermessungsdaten 2004 ergibt, dass der gesamte Aushub der Fahrrinnenvertiefung in Übertiefen – bezogen auf die geplante Solltiefe minus 0,5 m – untergebracht werden könnte. Alle im Vorhaben geplanten Unterwasserablagerungen und Ufervorspülungen sind daher vermeidbar und dürfen nicht genehmigt werden. Das Gutachten der BAW zur Hydrodynamik ist unter dieser Voraussetzung zu wiederholen.

Der Planauslegung und den Einwendungen vorangegangen war die Veröffentlichung des "Tideelbkonzepts" (HPA und WSD Nord; "Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg", Hamburg, Juni 2006). Auch an den Diskussionen über das Tideelbkonzept beteiligte sich RdE mit eigenen Auswertungen und dem Schluß, die vorgeschlagenen Inseln bzw. Hindernisse in der Elbmündung seien kein geeignetes Mittel für ein nachhaltiges

Sedimentmanagement. Aller Kritik begegnete die Wasserstrassenverwaltung, die Morphodynamik der Elbmündung sei zufällig und vom Wetter bedingt, nicht von menschlichen Eingriffen ausgelöst. Die Unterwasserablagerungen (UWA) seien stabile Bauwerke, die auf Dauer den Tidenhub bis nach Hamburg mindern könnten. Nachteilige Folgen seien nicht zu besorgen.

Das Untersuchungsgebiet

Übersicht

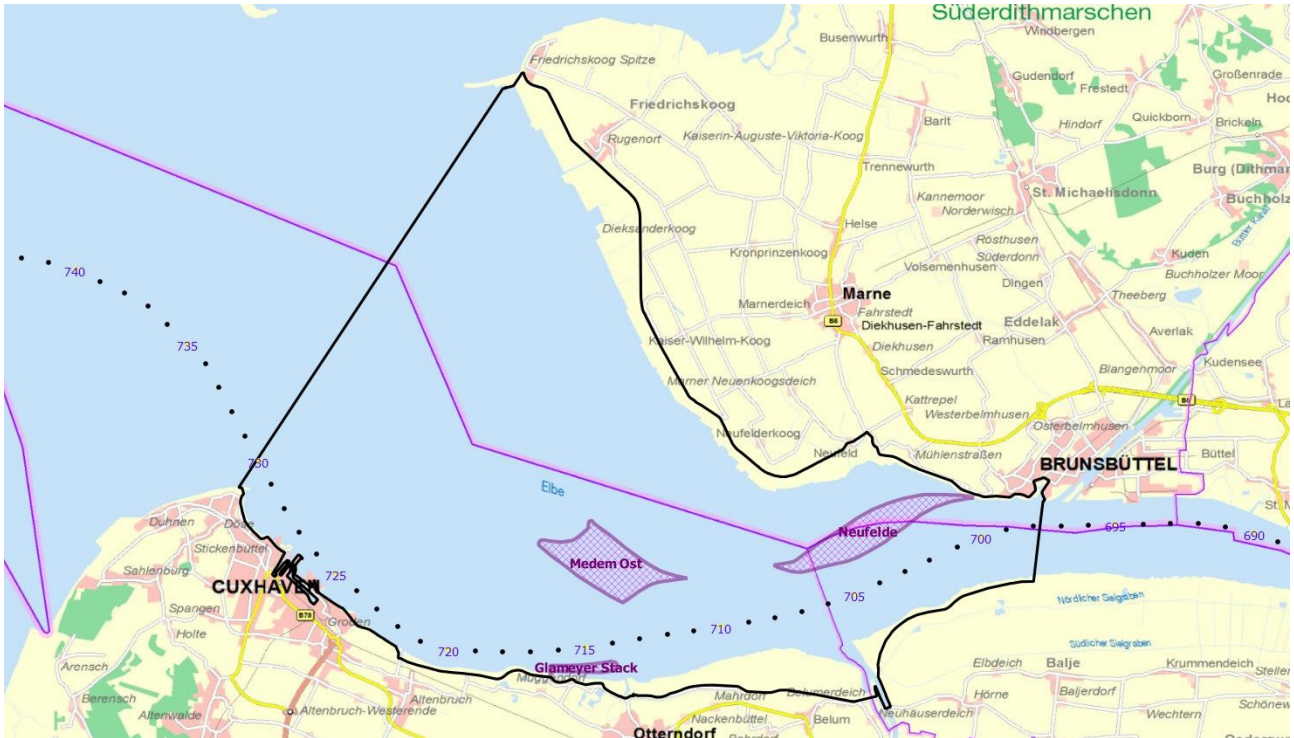


Abbildung 1: Übersicht Elbmündung; Kartengrundlage: Digitale Regionalkarte Landesamt Geoinformation und Vermessung, Hamburg; Kilometrierung: aus Portal Tideelbe, Zentrales Datenmanagement (ZDM) im Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg; Untersuchungsraum und Unterwasserablagerungen: eigene Digitalisierung

Ab dem Stromkilometer 698 weitet sich die Elbmündung zu einem Trichter. Die Grenze zur Nordsee liegt auf der Linie von der Kugelbake Cuxhaven bei km 730 bis zur Friedrichskoog Spitze in Dithmarschen. An Land wird das Untersuchungsgebiet von der Deichkrone begrenzt. Die Fahrrinne wird von der Kilometrierung markiert. Zwischen Otterndorf und Cuxhaven verläuft sie im "Altenbrucher Bogen" unmittelbar vor dem Südufer mit dem Deich. Das "Glameyer Stack" bei km 717,5 wurde 1802 als Steinwall in den Strom gebaut, um das Ufer vor dem direkten Angriff der Strömung zu schützen. Auch die UWA östlich des Stacks soll diesem Zweck dienen. Die geplanten UWA wurden aus den Planunterlagen digitalisiert und georeferenziert.

Vorland, Watt und Wasser

Die morphologische Analyse startet mit einem Satellitenbild aus dem Juni 1976, welches nahe dem Tideniedrigwasser aufgenommen wurde. Die Farbbänder Blau, Grün und Infrarot wurden kombiniert, um Flächen mit Vegetation (rot bis braun) von Bebauung und Sänden (hellblau) und von Wasserflächen (grün bis dunkelblau) zu unterscheiden. Die im Folgenden näher behandelten Objekte gehen von der Mündung des Flüsschens Medem in den Hauptstrom der Elbe aus. Nördlich der Fahrrinne liegen die Sandbänke des Medemgrunds, der wiederum von der Medemrinne begrenzt wird. Der Medemsand, auf dem die Medeminsel lag, trennt das südliche Gewässersystem vom Prielsystem des Klotzenlochs, das von einer eigenen Mündung in die Nordsee bis in das Neufelder Watt reicht. Am Südufer der Elbe erstreckt sich ein Wattstreifen über die Ostemündung hinweg bis zum Glameyer Stack. Im Altenbrucher Bogen sind nur sehr kleine Vorland- und Wattflächen vorhanden.

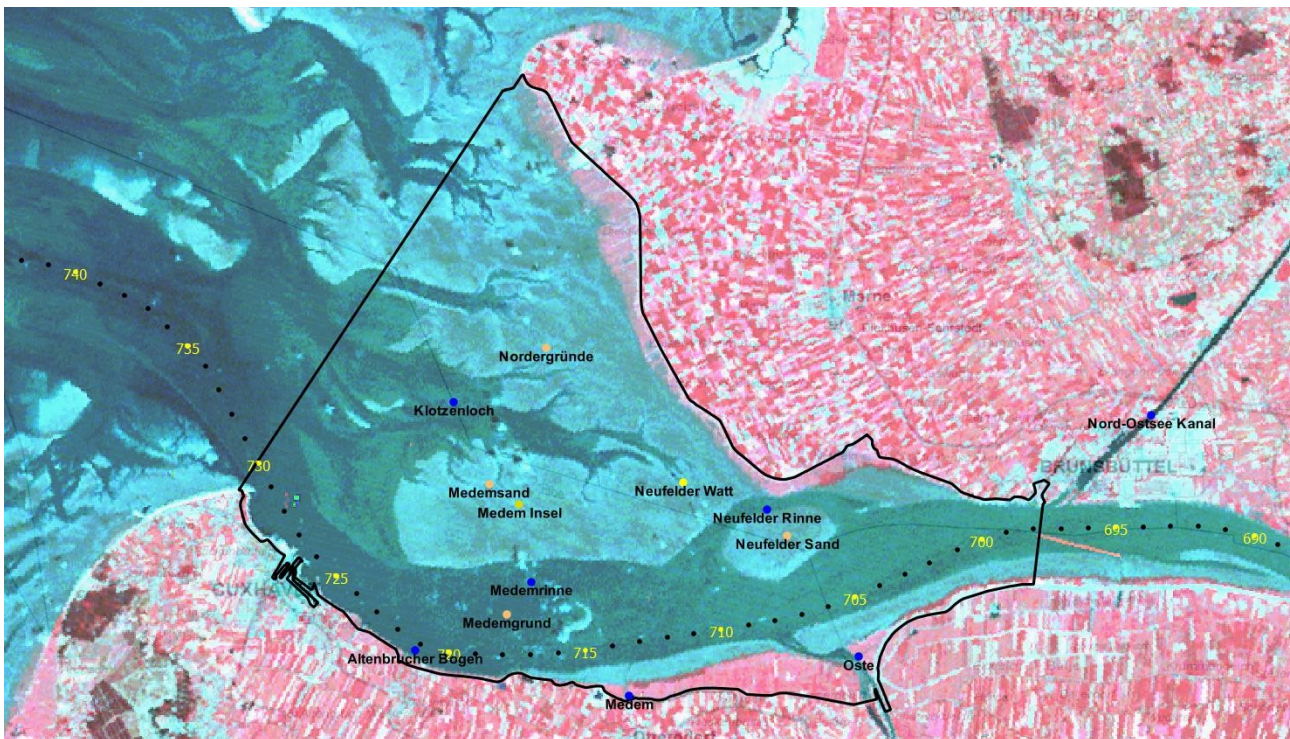


Abbildung 2: Landsat MSS Aufnahme Juni 1976, Falschfarben blau, grün, IR, Global Land Cover Facility, <http://www.landcover.org> Intellectual Property Rights: USGS & NASA; use is free to all

Die Medemrinne

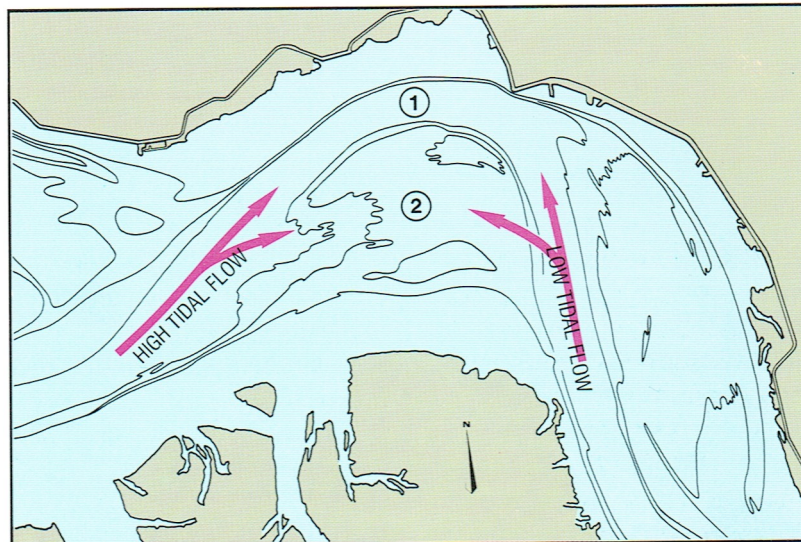
1976 hatte sich die Medemrinne bereits gebildet. Die BAW erklärt (Planunterlage Fahrrinnenanpassungen Unter- und Außenelbe – Transportprozesse und Morphodynamik; BAW-Nr. A3955 03 10062 – H1 c – August 2006, S. 79ff):

"Dieses Gebiet unterliegt seit Jahrhunderten einer sehr ausgeprägten Morphodynamik. Das Studium alter Karten offenbart, dass das Klotzenloch vor ca. 150 Jahren dort anzutreffen war, wo sich heute die Medemrinne befindet. Die in der längeren Historie wiederholte Abspaltung einer Nebenrinne von der Hauptrinne oberhalb des Altenbrucher Bogens erfolgte in langfristigen Zyklen. In den vergangenen Jahrhunderten gab es jeweils vor Bildung einer neuen Nebenrinne auch anhaltende Phasen ohne Bestehen einer solchen. ...

Die nun einsetzende Migration der Medemrinne nach Norden (die erst Mitte der 80er Jahre des vergangenen Jahrhunderts richtig in Fahrt gekommen ist) führte in jedem Jahr zu erheblichen Freisetzungen der im alten Wattsockel des Medemsandes konsolidierten Sedimentmengen."

Seitdem ist ihre fortschreitende Ausweitung nach Norden der hervorstechende morphodynamische Prozess in der Elbmündung. Die Streitfrage ist, ob ihn die Vertiefungen der Fahrrinne 1976 auf NN -15,1 m und 1999 auf NN -17 m ausgelöst bzw. in Fahrt gebracht haben.

Die Entstehung von Zweirinnensystemen wird häufig an der Schelde beobachtet. J. Strubbe beschreibt es in seinem Buch "The Ports of Belgium" (Uitgeverij Lannoo, Tielt 1987):



The Bend of Bath

By studying the existing conditions in the Bend of Bath ①, the high tide channels' disruptive effect on the fairway can be understood.

The high tide flow, which mostly occurs when the water level is very high, does not tend to follow the curving low tide fairway. Navigation in the Bend therefore has to allow for cross-currents. Under the influence of the high tide, a channel is eroded, called the Schaar van de Noord ②, which grows larger every day.

If no action were taken, the high tide channel would at some point be eroded completely; it would turn the fairway in the Bend of Bath into a short-circuit channel. Consequently, the low tidal flow, responsible for eroding the fairway, would be divided between the fairway and the fully-developed high tide channel.

The low tide's erosive effect on the Bend would decrease, which would cause large deposits of sand there. This natural development can now be controlled by means of carefully planned dredging work. The spoil from the fairway is discharged into the Schaar van de Noord, to prevent it from being eroded completely. This not only helps to limit the low tidal flow in the fairway but also diminishes the disruptive cross-currents in the fairway.

Such a process could not be prevented from taking place at Hansweert: the 'Gat van Ossensisse' high tide channel has developed in such a way as to obstruct the fairway through the Middelgat and it has now become the actual fairway (the so-called 'Overloop (Overflow) van Hansweert').

Abbildung 3: Bildung von Flut- und Ebberinnen in der Schelde, J. Strubbe, "The Ports of Belgium"

In einer Seekarte aus dem Jahr 1953 (Abb. 4) ist der Ansatz der Medemrinne erkennbar, die wohl als Flutrinne im Sinne von J. Strubbe den langen Weg Ebberinne des Altenbrucher Bogens abkürzte. Die Ausbautiefe der Fahrrinne betrug NN -11,4 m, die Medemrinne war mit Tiefen im einstelligen Bereich flacher. Die nördliche Wattkante der Medemrinne lag 2,9 km von der Medeminsel entfernt. 1971 (ohne Abb.): Die Ausbautiefe der Fahrrinne betrug NN -13,4 m, die Medemrinne war nach Norden etwas breiter. Die nördliche Wattkante der Medemrinne lag 2,3 km von der Medeminsel entfernt.

1976 (Abb. 2): Der Ausbau der Fahrrinne auf NN -15,1 m war im Gange. Die nördliche Wattkante der Medemrinne lag 2,1 km von der Medeminsel entfernt. Damit betrug die Geschwindigkeit der Nordwanderung der Medemrinne bis dahin ca. 35 m/Jahr.

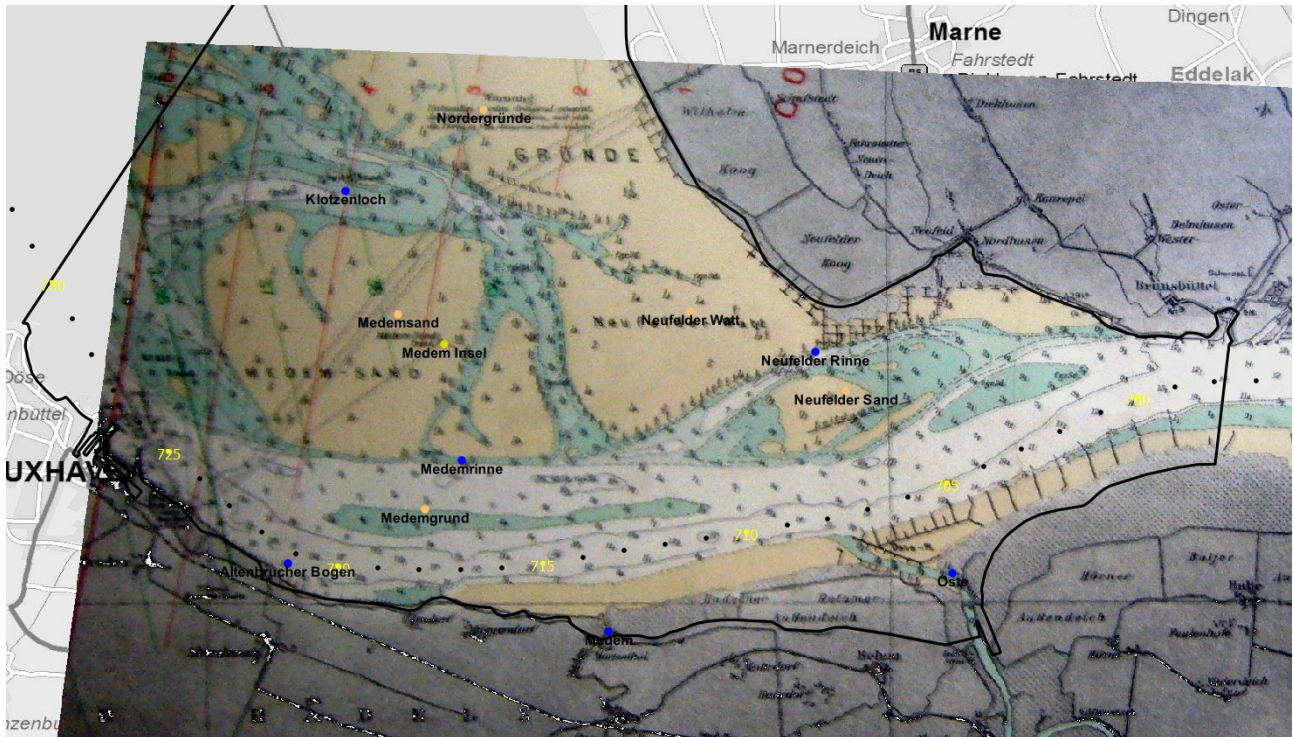


Abbildung 4: Seekarte Elbmündung 1953; Folie aus einem Vortrag von A. Taubert, Cuxhaven, 2007; das Bild wurde vom Verfasser georeferenziert

Eine qualitative Änderung der Medemrinne zeigt sich in der bathymetrischen Karte von 1992, die der BAW als Referenz für die Computer-Simulation und Planung der Elbvertiefung 1999 diente. Die Medemrinne schneidet nicht mehr als Abkürzung (Flutkanal) die Haupttrinne des Altenbrucher Bogens (Ebbekanal), sondern hat sich nach Norden gewölbt. Sie hat sich bis auf NN -18 m eingetieft, ihr Nordrand hat sich mit einer Geschwindigkeit von 100 m/Jahr verlagert und liegt nunmehr 0,4 km von der Medeminsel entfernt.

Die Verbindung des Klotzenlochs zur Neufelder Rinne und diese selbst sind verlandet.

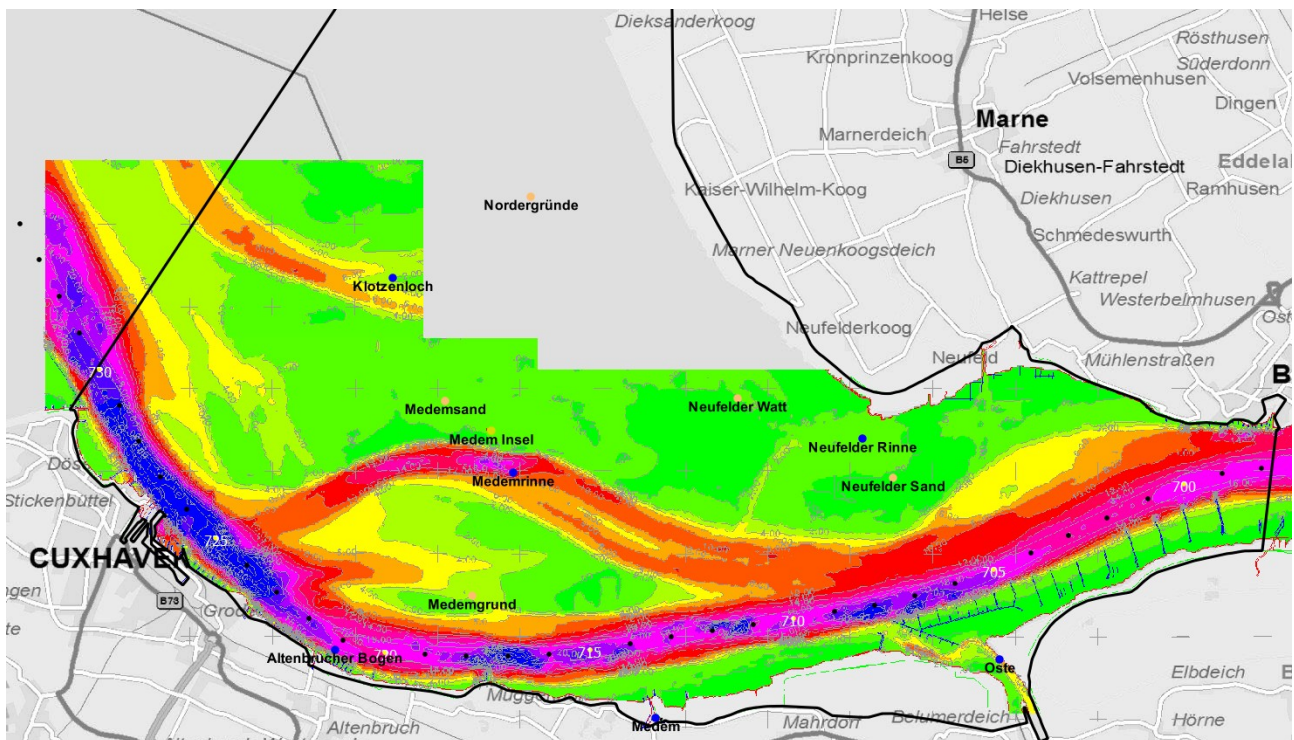


Abbildung 5: Bathymetrische Karte 1992; aus "Tidedynamik des Elbeästuars", Materialbände der UVU zur Fahrrinnenanpassung 1999/2000, BAW 1997; die Kartenbilder wurden aus der CD kopiert und georeferenziert.

Bei der Planung der Vertiefung 1999 legte die BAW die historische morphologische Entwicklung nicht in Form von Karten und Vermessungsdaten vor und erklärte sie als allgemeine, zufällige Dynamik, die nichts mit der vorangegangenen Elbvertiefung zu tun habe.

Seit der Elbvertiefung 1999 ist eine quantitative Auswertung der Morphologie und ihrer Dynamik möglich, da zur Beweissicherung zwischen 1998 und 2010 die gesamte Tideelbe wiederholt durch Peilungen und Laserscan-Befliegungen vermessen wurde. Auf Anfrage wurden RdE vom ZDM die Daten der Jahrgänge 1998, 2003, 2004, 2006 und 2010 zur Verfügung gestellt. Dabei handelte es sich bis auf 2010 um Rohdaten, die vom Verfasser mit Hilfe eines Geografischen Informationssystems (GIS) zu Geländemodellen mit einem einheitlichen Raster von 10 m Schrittweite geformt wurden. Für 2010 wurde vom ZDM die Karte bereits in dieser Form geliefert. Die Geländemodelle können miteinander verrechnet werden, so dass morphologische Änderungen zwischen den Jahrgängen dargestellt und bilanziert werden können.

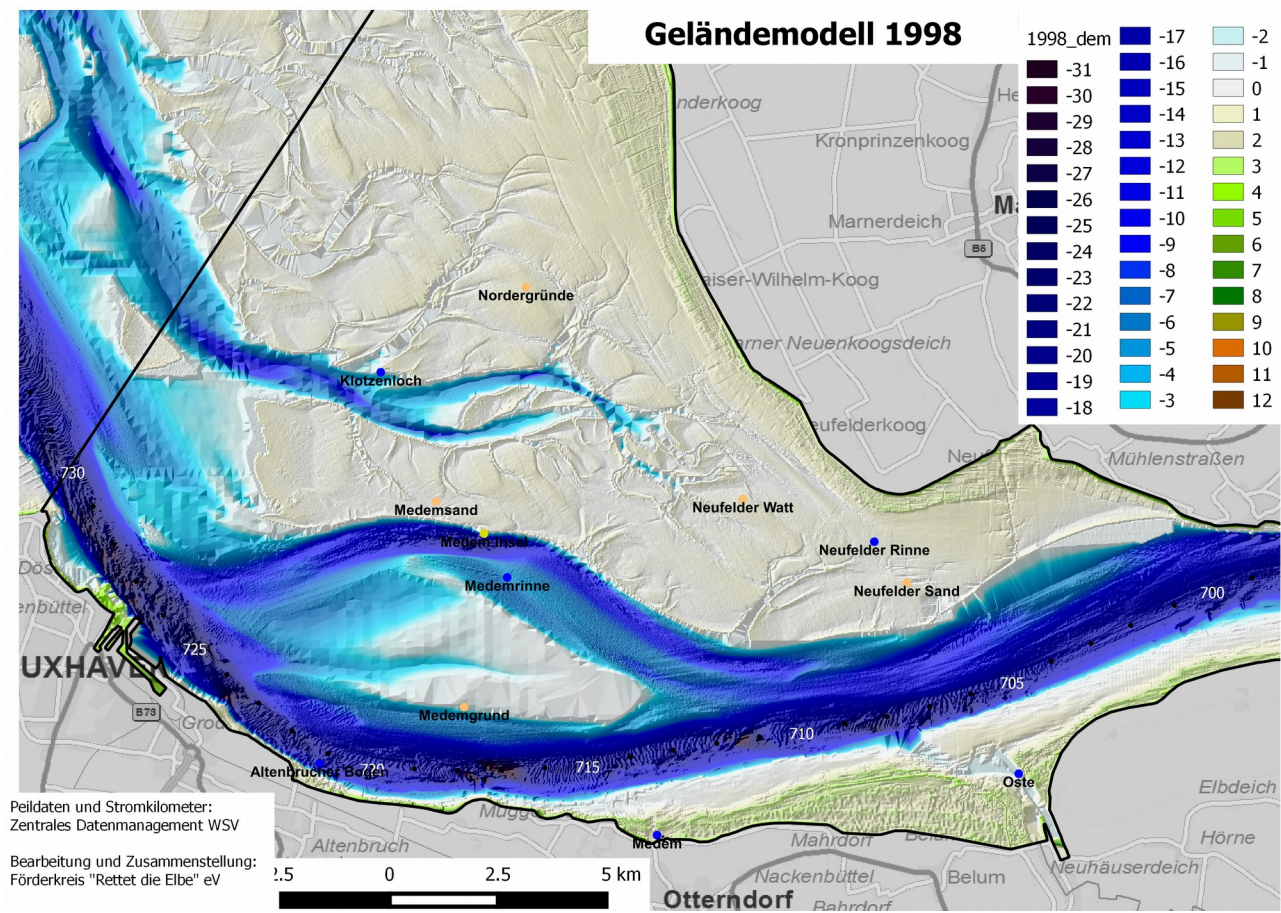


Abbildung 6: **Geländemodell der Elbmündung 1998**; die Höhen/Tiefendaten wurden mit einer Schummerung überlegt, um Strukturen zu verdeutlichen.

1998 stand die Medeminsel auf der Abbruchkante der Medemrinne, die an der Stelle ein 19 m tiefes Loch ausgekolkt hatte. Die Sohle der Fahrrinne lag bereits weitgehend auf dem geplanten Soll-Niveau mit Kolken bis NN -31 m.

Bis 2010 hat sich die Medemrinne um weitere 1,8 km nach Norden vorgearbeitet, also mit einer nochmals gesteigerten Geschwindigkeit von 150 m/Jahr. Sie trifft auf den nach Süden erodierten Bogen des Klotzenlochs. Die Medeminsel versank in der Medemrinne und liegt heute unter dem nach Norden aufwachsenden Medemgrund. Die Sohle der Fahrrinne liegt weitgehend unter der 1999 hergestellten Solltiefe, auch mehrere Kolke mit Tiefen unter NN -30 m sind vorhanden.

Zwischen Medemsand und Neufelder Watt zeichnet sich ein neues Prielsystem ab, das fast bis an die Dithmarscher Küste reicht und bedeutend für eine Seeschwalbenkolonie im Vorland von Neufelde ist.

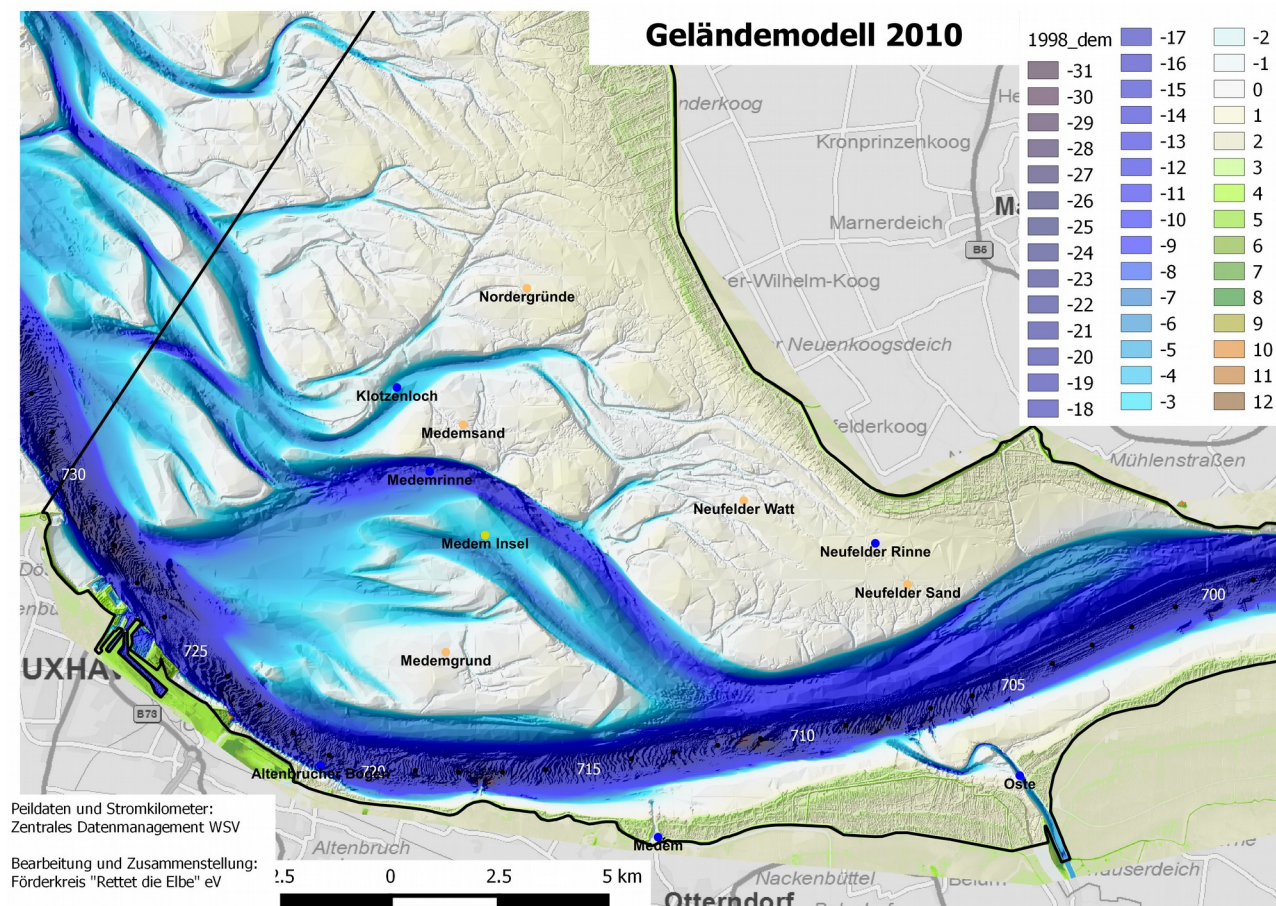


Abbildung 7: Geländemodell der Elbmündung 2010; die Höhen/Tiefendaten wurden mit einer Schummerung überlegt, um Strukturen zu verdeutlichen; die Ortsmarken wurden der neuen Topografie angepasst bis auf den Fixpunkt Medeminsel

Die Medeminsel

Auf der preussischen Generalkarte von 1890 ist noch keine Insel verzeichnet. Inseln sind im Mündungstrichter ungewöhnlich und kurzlebig, zieht man noch frühere historische Karten zum Vergleich hinzu.

Nach Angaben von Wikipedia (<https://de.wikipedia.org/wiki/Medemsand>) wurde im 2. Weltkrieg auf dem Medemsand, der damals bis zur Fahrrinne reichte, die Medeminsel aufgespült und mit Spundwänden gesichert. Darauf wurden auf starken Beton/Basaltsteinfundamenten eine Radarstation, eine Flakstellung und ein Bunker gebaut. Die Größe der Insel wird mit 10 ha beziffert.

Die Anlage wurde nach dem Krieg teilweise gesprengt. Ein Teil der Basaltblöcke wurde zwecks Straßenbau abtransportiert.

Wenn überhaupt, trug die Insel nur spärliche Vegetation. Dichterer Bewuchs wäre auf dem Satellitenbild (Abb. 2) zu erkennen. In der bathymetrischen Karte von 1992 (Abb. 5) ist die Medeminsel mit einer Fläche von 2 ha eingetragen, kurz nach 1998 ist sie in der Medemrinne versunken.

Das Beispiel der Medeminsel zeigt, dass selbst schwer befestigte Bauwerke in Mündungstrichter der Elbe nicht bestehen können, wenn sie nicht immer wieder neu befestigt werden. Ein derartiger Aufwand ist zum Schutz der Deiche z.B. am Altenbrucher Bogen gerechtfertigt, nicht aber für die UWA Medem Ost und Neufelder Sand.

Sedimentbilanzen

Subtrahiert man die Geländemodelle zweier Jahrgänge voneinander, erhält man eine Karte der Erosion und Auflandung. Im Zeitraum 1998 bis 2010, der durch die digitalen Peildaten abgedeckt ist, beobachtet man Differenzen von bis zu +/- 20 Metern.

Bilanziert man die Auf- und Abträge im Mündungstrichter (schwarz umrandet), erhält man folgendes Ergebnis:

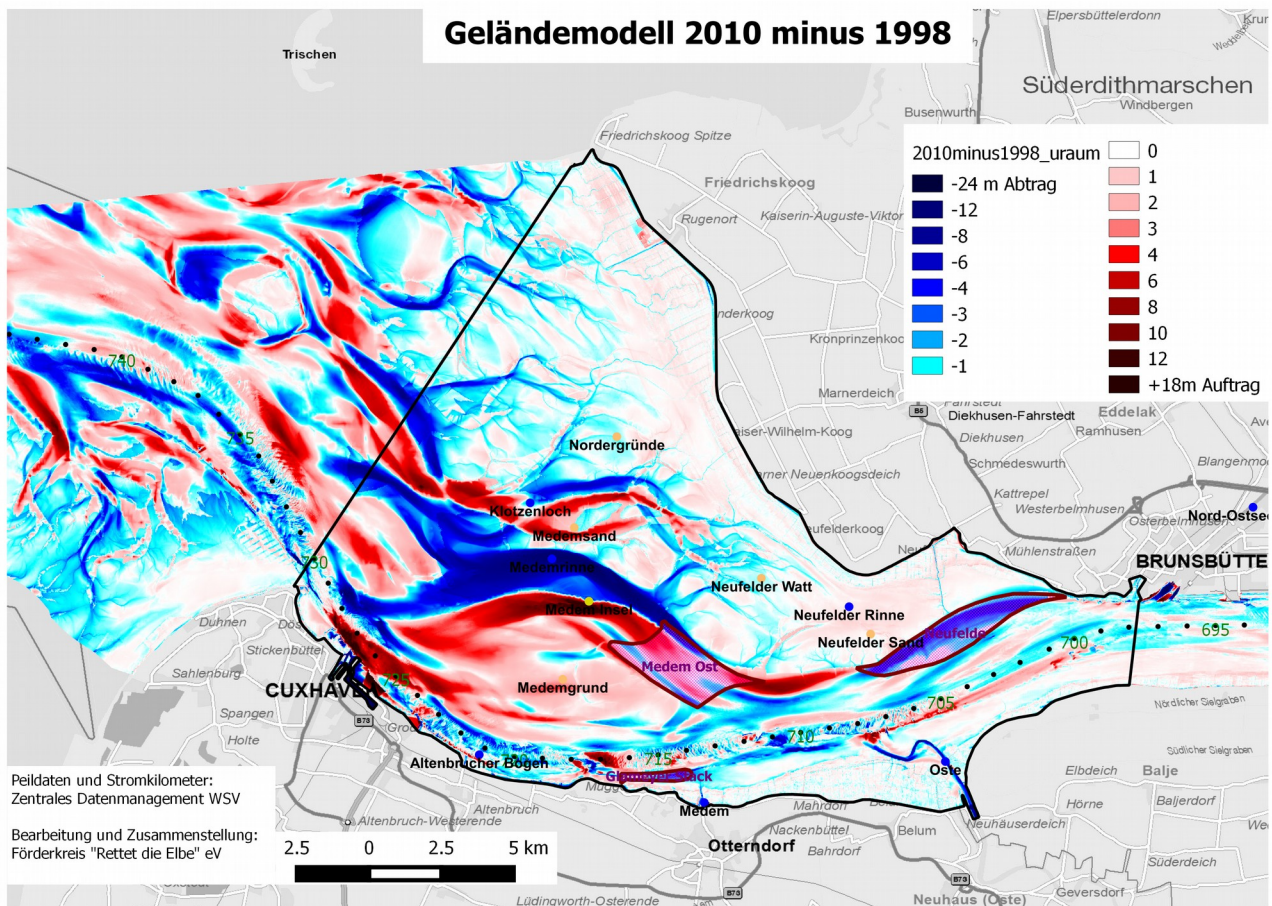


Abbildung 8: Erosion und Auflandung in der Elbmündung von 1998 bis 2010

Auf einer Fläche von 152 km² wurde Sediment abgetragen 267 Mio. m³

Auf einer Fläche von 173 km² wurde Sediment aufgetragen 237 Mio. m³

Auf einer Fläche von 325 km² wurde Sediment abgegeben -30 Mio. m³

Der Verlust von 30 Mio. m³ wurde aus dem Untersuchungsgebiet in die Nordsee abgegeben, wie die Bilanzen der angrenzenden Flussabschnitte zeigen. Rechnerisch wurde die Elbmündung innerhalb von 12 Jahren um 9 cm tiefer. Davon sind je 1 cm dem tektonischen und dem klimabedingten Meeresspiegelanstieg zuzuordnen.

Eine Aufweitung der Mündung führe zu höherer Tideenergie, die in das Estuar bis nach Hamburg wirke. Durch die "Tidepumpe" werde mehr Sediment stromauf transportiert, das sich vor allem im Hamburger Hafen vermehrt absetze, so die Theorie der BAW, die Grundlage des "Tideelbekonzepts" sowie des "Strombau- und Sedimentmanagementkonzept Tideelbe" (Wasserstraßenverwaltung des Bundes und HPA 2008) wurde.

Maßnahmen und ihre Wirkung

Um den Gegnern der geplanten Elbvertiefung keine Argumente zu liefern, streiten WSV, HPA und BAW ab, die vergangenen Elbvertiefungen hätten den Sedimentaustrag in die Nordsee und die Morphodynamik der Elbmündung gefördert, sie seien allenfalls kleiner Teil eines Ursachenkomplexes. Dabei ist es offensichtlich, dass die Verlagerung der Medemrinne im Takt der Elbvertiefungen 1976 und 1999 beschleunigt wurde, zumal diese die einzigen großen Wasserbaumaßnahmen in dem Gebiet waren. Die Aufweitung der Elbmündung wird zum größten Teil durch den Austrag von Sediment bewirkt, also durch die von Wasserbau bestimmten Strömungsverhältnisse, und nur zu geringen Teilen vom Meeresspiegelanstieg, der garnicht bzw. nur global beeinflusst wird.

WSV und HPA betrachteten die Morphodynamik als nicht "vorhabensbedingt" relevant und werteten die in der Beweissicherung erhobenen Daten nicht entsprechend aus. Sie hätten dann nämlich unabhängig von der geplanten Elbvertiefung konkrete Maßnahmen planen müssen, um negative Folgen der Vertiefung 1999 zu mindern, wie die Verdoppelung der Baggermenge in Hamburg. Wie

wenig ernst sie ihre eigene Theorie von der Tidepumpe nehmen, zeigt sich an der fortgesetzten und auch künftig geplanten Zuschüttung von Hafenecken, also der Vernichtung von Flutraum und Verstärkung der Tidepumpe stromauf.

Der Vorschlag der UWA im Mündungstrichter wurde erst im Zusammenhang mit der geplanten Elbvertiefung gemacht aus der Not heraus, den Aushub unterzubringen. Doch damit werden ja zunächst die Fahrrinne vertieft und die Strömungsverhältnisse verschärft, und dann der Aushub als Hindernis ins Gewässer wieder eingebaut. Die schon vorher vorhandenen Probleme bleiben bestehen.

Die UWA Medem Ost und Neufelde sollen an Stellen gebaut werden, an denen sie stabil bleiben und obendrein die bis dahin heftigen Strömungen dämpfen sollen. Die Stabilität der UWA selbst muss bezweifelt werden, denn alle Erfahrung des Wasserbaus, s. Medeminsel, s. Vorland Altenbruch, lehren, dass feste Bauwerke hier nicht bestehen bleiben. Die zweite Annahme ist erkennbar fraglich, s. Abb. 8, denn die für den Zustand 2006 in die Wattkanten der Medemrinne eingepasste Lage der UWA Medem Ost wird 2010 nordöstlich von der Medemrinne bereits umgangen. Neuere Geländemodelle sind nicht veröffentlicht, vermutlich ist die Medemrinne noch weiter fortgeschritten. Selbst wenn die UWA örtlich ihren Zweck ein paar Jahre erfüllen, wird das Wasser sich eben neue Wege suchen und erodieren. Ansätze für neue Rinnen sind bereits erkennbar, etwa durch den Medemgrund, über das Klotzenloch, oder das Prielsystem Neufelde. Umgekehrt können Auflandungen entstehen, z. B. dass der Priel Neufelde verlandet oder Sediment in die Fahrrinne eingetrieben wird. Die Planer der Elbvertiefung haben die morphologische Geschichte des Gebiets nicht gründlich untersucht und die künftigen Entwicklungen nicht in Varianten prognostiziert, um die günstigste Lösung zu finden.

Die Träger des Vorhabens haben in den Planfeststellungsbeschluss einen Freibrief geschrieben, die UWA nachzubessern oder sogar weitere UWA anzulegen, falls der gewünschte Effekt der Tide-dämpfung in Hamburg nicht eintrete. Das Interesse daran ist aber vor allem für HPA kein ökologisches, sondern beim Aufwand der Baggerei in Hamburg zu sparen, und eigene schmerzhaft Maßnahmen zu vermeiden, Flutraum in Hamburg zu schaffen.