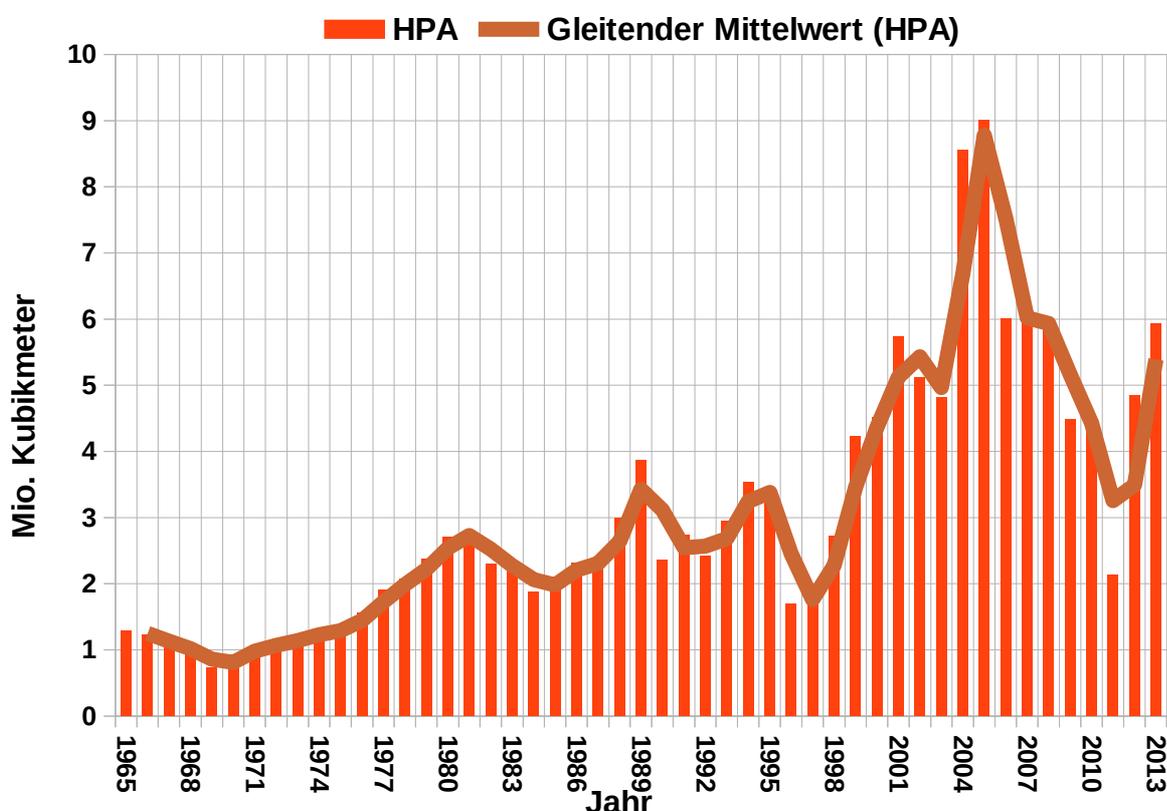


## Wer sich eine Grube gräbt...

### Vorweg

Vor 140 Jahren begannen die Hamburger, eine Fahrrinne vom Hafen bis zur Nordsee in den Elbestrom zu graben. Um 1900 fiel die bis heute geltende Entscheidung für einen Kanal in der Elbe: *"Denn bei dem stetigen Wachstum der modernen grossen Oceandampfer und ihres Tiefgangs kann nicht die Frage des augenblicklichen Bedürfnisses entscheiden, sondern allein das Mass des überhaupt erreichbaren. Es giebt hier (gemeint ist Stromregulierung) ... eine praktische Grenze, ausserhalb welcher nur noch der künstliche gegrabene Kanal dem Verlangen nach weiterem Tiefgang genügen kann"* (Wasserbaudirektor Buchheister 1901). Kaum vertieft, begann die Elbe, den Graben wieder zuzuschütten, so dass die Hamburger ständig mit Unterhaltungsbaggerungen nacharbeiten mussten. Mit jeder Vertiefung nahm das jährliche Baggervolumen zu.

### Baggermengen Hamburg



Im Diagramm sind die jährlichen Baggermengen von 1965 bis 2013 in Hamburg aufgetragen. Weil die jährliche Sedimentation nicht zeitnah und im Verhältnis 1:1 entfernt wird, ist eine Ausgleichskurve gemittelt mit dem Vorjahr eingetragen.

Die Ausgleichskurve der jährlichen Baggermengen zeigt von 1965 bis 1976 ein Niveau von gut 1 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr, nach der Vertiefung 1976 von 2 bis 3 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr, und ab der letzten Vertiefung 1999 stark schwankende Mengen, im Durchschnitt 6 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr. Für das Jahr der Vertiefung gibt Hamburg Port Authority (HPA) als Unterhaltungsbaggermenge 4,2 Mio. m<sup>3</sup> an, für den Aushub aus der Strecke "Untere Elbe" (Autobahntunnel bis Landesgrenze Wedel) 4,7 Mio. m<sup>3</sup>. Für andere Hafengebiete wird nicht nach Unterhaltung und Vertiefung differenziert, aber man kann davon ausgehen, dass auch dort Anpassungen vorgenommen wurden. Der einmalige Aushub der Vertiefung 1999 kann mit ca. 6 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt werden. Seitdem muss die Vertiefung, deklariert als Unterhaltung, Jahr für Jahr wiederholt werden!

Die Vervielfachung der Baggermengen in Hamburg alarmierte vor allem HPA, während die Wasser- und Schifffahrtsdirektion des Bundes (WSD) bei gleichbleibenden Mengen keinen Grund zu Baggerpanik hat. Die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) identifizierte in aufwendigen Berechnungen die "Tidepumpe" als Verursacher, verstärkt durch den erhöhten Tidehub seit der letzten Elbvertiefung. Da der Computer-Simulation zufolge der Sedimenttransport stromauf zunimmt, wenn weniger Oberwasser zufließt, wurde auch dies zum wesentlichen Faktor erklärt.

Das "Tideelbkonzept" wurde 2006 von HPA und WSD veröffentlicht. Dessen Maßnahmenvorschläge zielen zwar auf Minderung des Tidehubs, verwirklicht wurden aber nur Notlösungen. Ein Sedimentfang, eine Vertiefung um 2 Meter vor Wedel, sollte von unterhalb eingeschwemmtes Sediment abfangen. Ein Teil des Baggerguts wurde in der Nordsee verklappt. Um hierzu weiterhin das Einverständnis des Umweltministeriums Schleswig-Holsteins zu erhalten, hat HPA ein "Forum Sedimentmanagement und Strombau" (FOSUST) einberufen, das Vorschläge für eine Lösung der Probleme erarbeiten soll.

## Die Tidepumpe

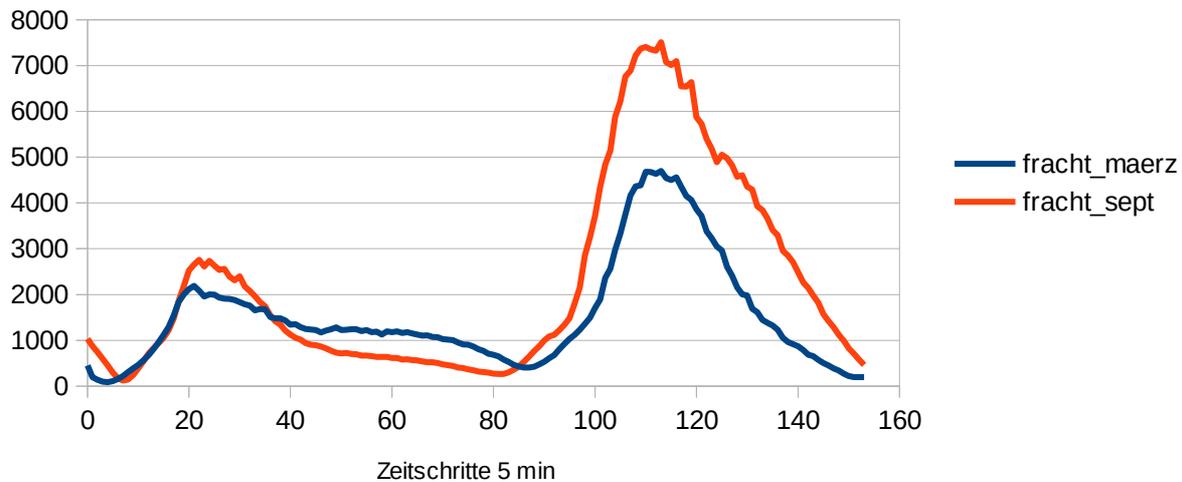
Von einem hyposynchronen Estuar mit einer stromauf auslaufenden Tide entwickelte sich die Elbe zu einem hypersynchronen Typ der Tide mit einem maximalen Tidehub in Hamburg. Ursache ist vor allem der Fahrrinnenausbau nach dem Krieg. Die Elbvertiefung 1999 führte nochmals zu einem Anstieg des Tidehubs um 10 cm auf 3,60 m. Die Asymmetrie der Dauer und Strömungsgeschwindigkeit von Ebbe und Flut wirkt sich in einem stromauf gerichteten Sedimenttransport aus. Dies hat die BAW durch Simulation im Computer plausibel erklärt.

Man kann den Sedimenttransport auch durch direkte Messungen beschreiben, die im Rahmen der "Beweissicherung" der Elbvertiefung 1999 durchgeführt wurden und im "Portal Tideelbe" des Zentralen Datenmanagements (ZDM) der WSD bereitgestellt sind. Als Beispiel sollen hier die Daten der Sonde D1 am Hans-Kalb-Sand dienen.

An D1 sind automatische Sonden 1 m unter der Wasseroberfläche und 1 m über der Sohle (-11 m NN) installiert. Gemessen werden u.a. Trübung und Strömungsgeschwindigkeit in Zeitschritten von 5 Minuten. Nimmt man die Korngrößenverteilung in erster Näherung als konstant in der jeweiligen Tiefe an, ergibt das Produkt aus Trübung und Strömungsgeschwindigkeit ein relatives Maß der Sedimentfracht. Über jeweils einen Monat = 60 Tiden wurden die Messkurven zwischen zwei Hochwassern (Pegel Schulau) übereinandergelegt und gemittelt.

## Trüb-Fracht relativ, 60 Tiden

Hans-Kalb-Sand, Oberfläche



In der Ebbephase liegen Trübung und Geschwindigkeit generell niedriger als bei Flut, aber die Ebbe dauert länger (Zeitschritt 0 - 85) als die Flut (86 - 150). Die erste Kurve wurde für März/April 2009 bei Oberwasserabflüssen zwischen 1942 und 1211 m<sup>3</sup>/s bestimmt, die zweite für September 2009 bei Abflüssen von 290 - 217 m<sup>3</sup>/s. Summiert man die Frachteinheiten über jeweils Ebbe und Flut, erhält man:

| Monat     | abwärts | aufwärts |
|-----------|---------|----------|
| März      | 97600   | 136900   |
| September | 86100   | 253000   |

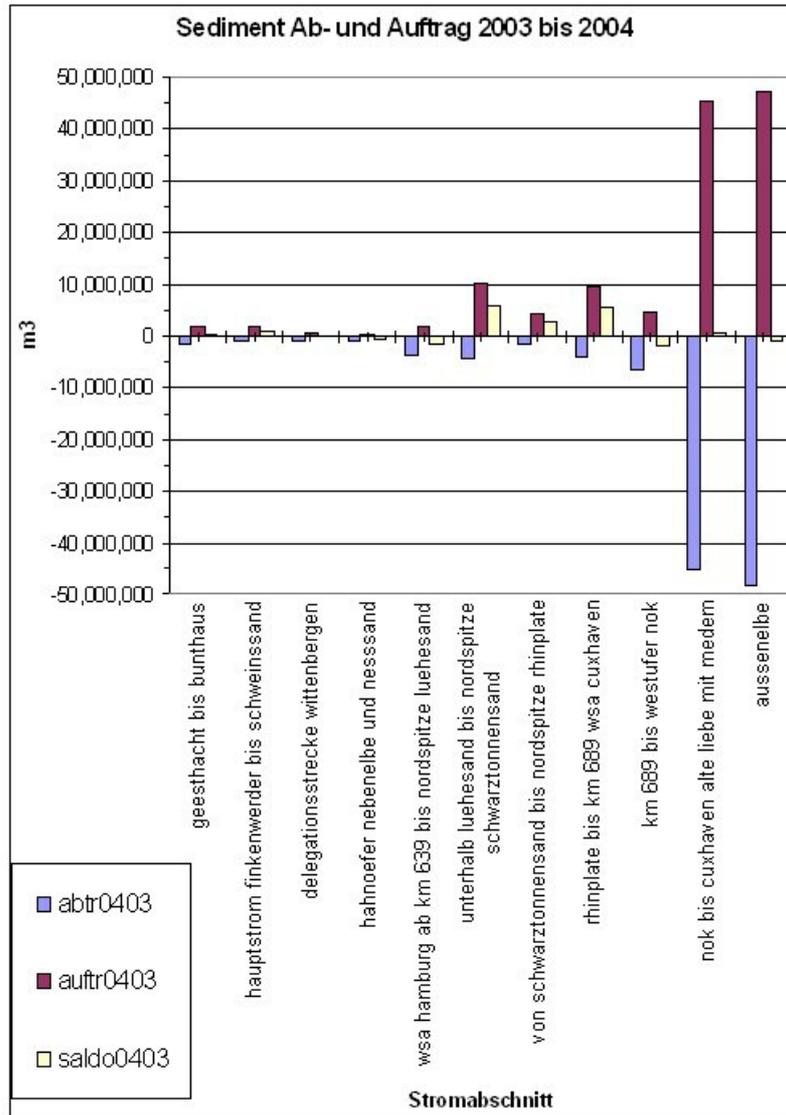
Selbst beim Frühjahrshochwasser war der Transport stromauf größer als stromab. Nun könnte man in gleicher Weise den Transport an der Sohle, über alle Messzeiträume und -stellen berechnen und wäre dennoch nicht viel klüger. Denn die Messungen wurden nur nach der Elbvertiefung 1999 durchgeführt, so dass es keinen Vergleich zur Zeit davor und keine Erklärung für die Verdoppelung der Baggermengen in Hamburg gibt. Wie bereits in FOSUST vorgetragen wurde, lagen die Oberwasserabflüsse nach 1999 nicht generell und deutlich niedriger als zuvor, womit das Rätsel ebenfalls ungelöst bleibt.

**Aus Vermutungen über die Tidepumpe können keine Handlungsanweisungen für ein Sedimentmanagement abgeleitet werden.**

## "Sand Balance Approach"

Weder aus der Simulation noch aus den konkreten Messungen des Sedimenttransports geht hervor, wo und wann und wieviel der Suspension sich dauerhaft niederlässt. Eine Simulation ist selbst der BAW nicht möglich. Deshalb können Auflandung und Abtrag von Sediment nur empirisch bestimmt werden.

Die Daten sind durch die Peilungen des gesamten Estuars vorhanden. "Rettet die Elbe" hat anlässlich des Tideelbekonzepts und als Teil der Einwendung gegen die geplante Elbvertiefung derartige Bilanzen errechnet. Die Elbe wurde in hydrologisch geeignete Abschnitte eingeteilt und die Auf- und Abträge für jeden Abschnitt bilanziert.



Wären Ort, Zeit und Menge von Baggerungen und Verklappungen bekannt, könnte man menschengemachte und natürliche Umlagerungen differenzieren und Trends erkennen.

Genau den Vorschlag hat der Rijkswaterstaat für die Schelde gemacht und durchgeführt. Die Arbeit ist im TIDE-Projekt veröffentlicht, an dem auch HPA maßgeblich beteiligt ist.

"The physical behavior of an estuary covers hydrodynamics (governed by tide, geometry, river discharge and their mutual interactions) and morphodynamics (governed by hydrodynamics and sediment availability). We observe the trends in hydro- and morphodynamics in order to assess the physical behavior and compare this to policy objectives.

Policy objectives determine which states and developments of hydro- and morphodynamics are desired. Often the policy objectives include sustainable development of the estuary. For a tidal basin / estuary the sustainability of the physical behavior means a dynamic stability."

Die langfristigen Beobachtungen der morphologischen Dynamik helfen, über die Optionen des Sedimentmanagements zu entscheiden, wovon nur eine von mehreren ist, Baggergut aus dem System nach See zu entfernen.

Darüber hinaus muss aber auch langfristig bestimmt werden, wie das Estuar sich entwickeln soll:

"The multiple channel system is...regarded to be in some sort of dynamic equilibrium, on a timescale of decades. On larger timescales geologists describe the stage of the Western Scheldt as one that is somewhere in between "a one channel system with bordering flats"

and "a drowned estuary with no intertidal flats". These possible 'endpoints' of the morphologic development do not fit within the policy objectives ..."

Eichweber formulierte es für die Elbe:

- welche Regimezustände sind unter den heutigen natürlichen Randbedingungen möglich?
- welche Regimezustände sind unter Fortführung der Nutzungen möglich?

Für die Tideelbe fehlt ein "sand balance approach". Es wurde im FOSUST nicht diskutiert, welche Folgen es auf Dauer hat, jährlich Millionen Kubikmeter Sediment dem System endgültig zu entnehmen. Mit der geplanten Elbvertiefung droht die Verklappung in der Nordsee zu einem wachsenden Übel zu werden.

**Es sind nach dem Vorbild der Schelde Sedimentationsbilanzen für die Tideelbe zu erstellen, die sich über mehrere Jahrzehnte erstrecken.**

## Der Hafen - eine Sedimentfalle

Der Sedimentfang in Wedel hat im Prinzip die Erwartung erfüllt. An dieser Stelle war bereits zuvor ein Schwerpunkt der Sedimentation und Baggerei, aber danach nahm die Ablagerung nochmals zu. Beobachtet wurde auch, dass unmittelbar nach einem Aushub des Felds um 2 Meter die Grube sich sehr schnell wieder füllte, mit Raten von bis zu 10 cm/Tag! Auch an anderen Schwerpunkten im Hafen wie der Köhlbrandkurve beklagt HPA die besonders rasche Auflandung. Verglichen mit der flächenhaften Verlandung des Mühlenberger Lochs um 10 cm/Jahr scheint HPA wirklich ein Problem zu haben. Dieses Problem hat sich HPA selbst geschaffen.

Betrachtet man die bathymetrische Karte des Jahres 2010 (Quelle ZDM), die vorerst letzte Vermessung der "Beweissicherung", setzt sich der Sedimentfang von Wedel in durchweg gleicher Tiefe bis zum Autobahntunnel fort. Deshalb wurde auf die Tiefenkarte eine Maske der Fahrrinne, der Stromliegeplätze und der Drehkreise der hamburgischen Delegationsstrecke gelegt und gezählt, wie viele Raster (1m) welcher Tiefenklasse darin liegen.

### Delegationsstrecke Wedel - Autobahntunnel:

3407742 Zahl der Raster = m<sup>2</sup>  
 142271 davon flacher als Solltiefe -16,7 m  
 4 % flacher Soll -16,7 m  
 2689003 davon tiefer als geplante Solltiefe -17,4 m  
 79 % tiefer Soll -17,4 m  
 4510538 Volumenreserve m<sup>3</sup> bezogen auf Soll -16,7 m

### Delegationsstrecke Autobahntunnel - Norderelbe - Altenwerder:

1872068 Zahl der Raster = m<sup>2</sup>  
 90664 davon flacher als Solltiefe -16,7 m  
 5 % flacher Soll -16,7 m  
 732815 davon tiefer als geplante Solltiefe -17,4 m  
 39 % tiefer Soll -17,4 m  
 951796 Volumenreserve m<sup>3</sup> bezogen auf Soll -16,7 m

Im seeschifftiefen Bereich von Wedel bis zum Autobahntunnel mit einer Fläche von 3,4 km<sup>2</sup> liegen 96% unter der Solltiefe von -16,7 m NN, HPA hat ihre Pflicht erfüllt - mehr als das, denn unter 79% der Fläche ist das Wasser schon tiefer als die noch garnicht genehmigte "Fahrrinnenanpassung". Die Tiefpunkte liegen bei - 21 m NN. Oberhalb des Autobahntunnels hat HPA schon auf 39% vorgearbeitet, und das bereits im Jahr 2010. Würde man alle Übertiefen bis auf die heutige Solltiefe von -16,7 m auffüllen, könnte HPA ein Volumen von ca. 5,5 Mio. Kubikmeter unterbringen, das entspricht der durchschnittlichen jährlichen Baggergutmenge.

**Die Verklappung von Baggergut in der Nordsee ist obsolet, HPA hat genügend Raum im eigenen Hafen!**