

Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club e. V.  
<http://hamburg.adfc.de/home>

Förderkreis »Rettet die Elbe« eV  
<http://www.rettet-die-elbe.de>

# "Ökologische Stadtrundfahrt - Hamburger Ebbe und Flut"

## Tide, Strombau, Baggergut (und Klimawandel?)

Das Tidegeschehen wurde seit hundert Jahren drastisch verändert, vor allem durch die stufenweise Vertiefung der Fahrrinne. Wir besichtigen den Strom gegen das ablaufende Wasser von Övelgönne bis zum Kreesand, einem Versuch der Wasserbauer, die "Tidepumpe" zu drosseln. Die Fahrt wird gemeinsam mit dem Förderkreis "Rettet die Elbe" e.V. veranstaltet, die Einnahme geteilt.

### ADFC Kreisverband Hamburg Radtour

<http://hamburg.adfc.de/radtouren/>

Tagestour, 25 km, Schwierigkeit: Gemütlich. Die Geschwindigkeit orientiert sich an den langsamsten TeilnehmerInnen und liegt nicht über 13 km/h.

Tourenleiter: Klaus Baumgardt

Sonntag, 24.09.2017

Startort: 12:00 Museumshafen Övelgönne

Zielort: 16:00 Kreesand

Teilnahmebedingungen:

Mitglieder von ADFC, AOK und RdE:

- 2,00 € pro Person
- 3,00 € für eine Familie

Nichtmitglieder:

- 6,00 € pro Person
- 9,00 € für eine Familie

Das Fahrrad muss technisch in einwandfreiem Zustand sein und der StVZO genügen. Für alle TeilnehmerInnen gelten die Vorschriften der StVO. Die Teilnahme an den Radtouren erfolgt auf eigene Gefahr und Rechnung. Weder der ADFC noch die einzelnen RadtourenleiterInnen haften für Schäden, Unfälle oder dergleichen.

## Hamburger Ebb' und Fluth

Aus Anlass des hundertjährigen Bestehens der Hamburger Admiralität im Jahr 1723 komponierte der hamburgische Musikdirektor Georg Philipp Telemann eine "Wassermusik". Die Suite bestand aus zehn kurzen Stücken, die im Stil des Barock nach der antiken Mythologie betitelt waren wie "Der verliebte Neptunus" oder "Der stürmische Aeolus". Ein Stück aber hieß ganz nüchtern "Ebbe und Flut", und unter diesem Namen ist das ganze Werk bekannt. Tonmalerisch versuchte Telemann wohl den Titeln zu entsprechen, und wer mag, kann das Auf und Ab der Tide heraushören. Eine quantitativ gemessene Gezeitenkurve war von Telemann sicher nicht beabsichtigt.

# Die Vermessung der Tide

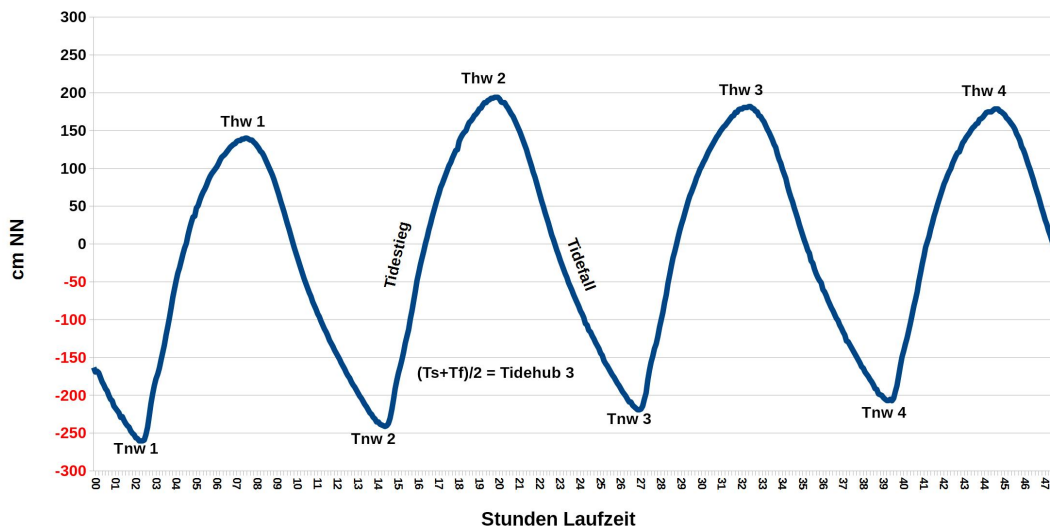
Den Wasserstand des Nils maßen schon die alten Ägypter. Dass Ebbe und Flut mit der Stellung des Mondes zusammenhängen, beobachtete man ebenfalls schon in der Antike. Eine physikalische Erklärung des Tidegeschehens war jedoch erst durch Isaac Newtons Theorie der Gravitation (1687) möglich. Durch die "Harmonische Analyse (Fourier-Analyse)" gelang es William Thomson (Lord Kelvin), die Tide so zu verstehen, dass er 1872 eine (astronomische) Gezeitenrechenmaschine bauen konnte.

Die Tiefe und Weite des Ozeans, die Form der Küstenlinie und die Steilheit der Küste, Engpässe und andere Faktoren beeinflussen die astronomische Tide in sehr komplizierter Weise. In Flussmündungen wie der Elbe ist die Sache einerseits einfacher, weil Amplitude und Takt von See her vorgegeben werden, was man in z.B. Cuxhaven messen kann. Andererseits verformen innerhalb des Estuars Tiefe, Breite, Nebenarme, und Bauwerke die von aussen ein- und auslaufende Tidewelle. Hier hilft nur Empirie weiter, lückenlose Messungen nach vergleichbaren Methoden an möglichst vielen Pegeln, und ein Austausch der Ergebnisse. Automatische Schreibpegel wurden vor knapp 200 Jahren entwickelt. Das Pegelhaus St. Pauli war 1863 der erste registrierte "Flutmesser" in Deutschland. Heute betreiben die Hafenbehörde HPA und die Wasser- und Schifffahrtsämter des Bundes an der Tidelbe 28 Pegel, deren Messdaten digital im Internet zur Verfügung stehen.

Im Prinzip kann man heute das Tidegeschehen im Computer simulieren, was vor dreißig Jahren noch unmöglich war. Die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) in Wedel hat das bei der Planung der Elbvertiefungen 1999 und der jetzt angestrebten getan. Man sollte dabei aber nicht vergessen, dass selbst das beste Modell nur eine Karikatur der Wirklichkeit ist. Die Tidewächter sitzen heute im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie.



Seemannshöft Tideganglinie



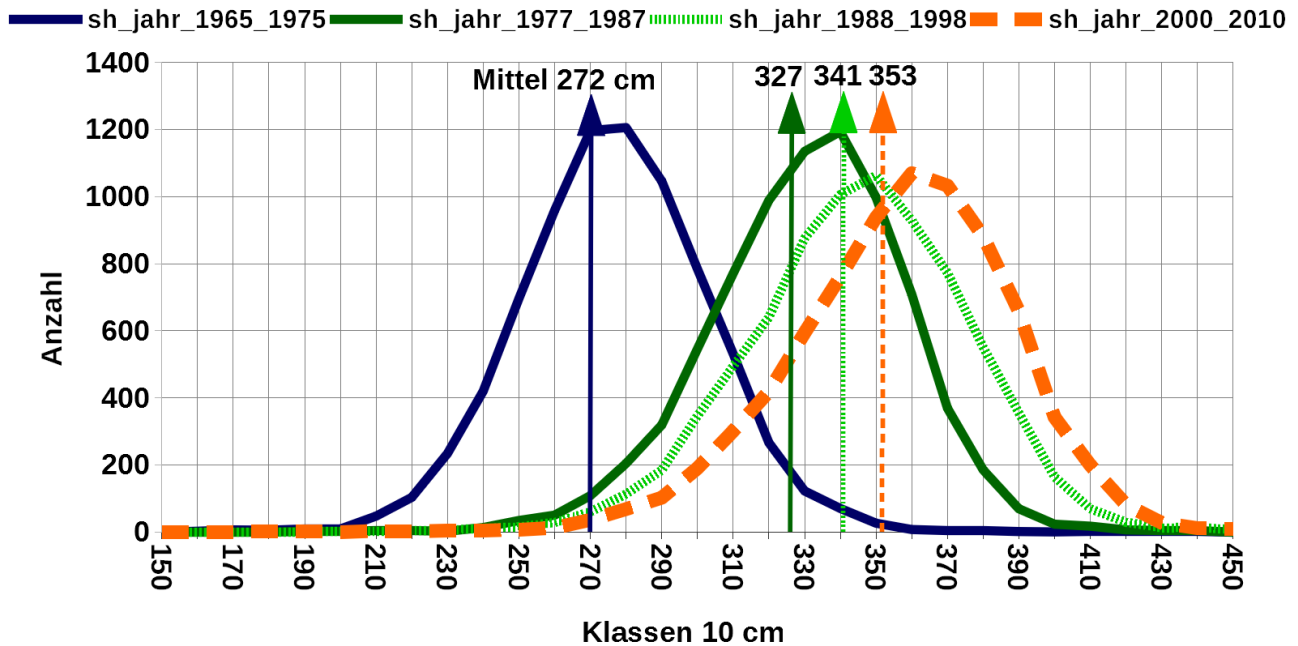
Im Diagramm sind die Messungen des Pegels Seemannshöft (Stromkilometer 629) beginnend am 1. Mai 2017 um 0 Uhr über 48 Stunden aufgetragen. Man beobachtet 4 unterschiedliche Tideniedrig-



die jeweilige Klasse fallen. Man erhält Verteilungskurven.

## Seemannshöft - Tidehub Höhenklassen

Entwicklung Elbvertiefungen 1976 und 1999



Vor der Elbvertiefung 1976 in der Zeit von 1965 bis 1975, also 11 Jahre, bildeten die 7762 Tidehübe einen Mittelwert von 272 cm. Das war ein wenig höher als in Cuxhaven. Die Elbe befand sich schon in einem hypersynchronen Zustand. Um das Maximum von 1200 Hüben in der Klasse von 270 bis 280 cm herum verteilten sich Minder- und Übertiden relativ gleichmäßig. Die Baggermenge Hamburgs in dieser Zeit betrug 1 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr, Vorsicht Mittelwert! Die Zwischenzeit zur nächsten Elbvertiefung wird mit zwei 11-Jahresblöcken ausgefüllt.

Im Block 1977 bis 1987 stieg der Mittlere Tidehub auf 327 cm, und die Verteilungskurve rutschte nach rechts. Was vorher Übertide war, war nun Mindertide. In den 11 Jahren von 1988 bis 1998 gab es keine großen Eingriffe, so dass auch die Tidehübe nur wenig zunahmen. Man beachte aber, dass sich die Form der Verteilungskurve geändert hat. Sie ist flacher und breiter geworden, die Spanne der Extreme ist weiter. Die Baggermenge Hamburgs in dieser Zeit betrug 2,6 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr (max. 3,9 Mio. m<sup>3</sup> in 1989).

Nach der Elbvertiefung 1999 im Block 2000 bis 2010 betrug der MThb 353 cm, die Verteilungskurve wölbt sich nach höheren Werten. Wenn Übertide, dann mit Wucht! Die Baggermenge Hamburgs in dieser Zeit betrug 6 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr, Vorsicht Mittelwert!

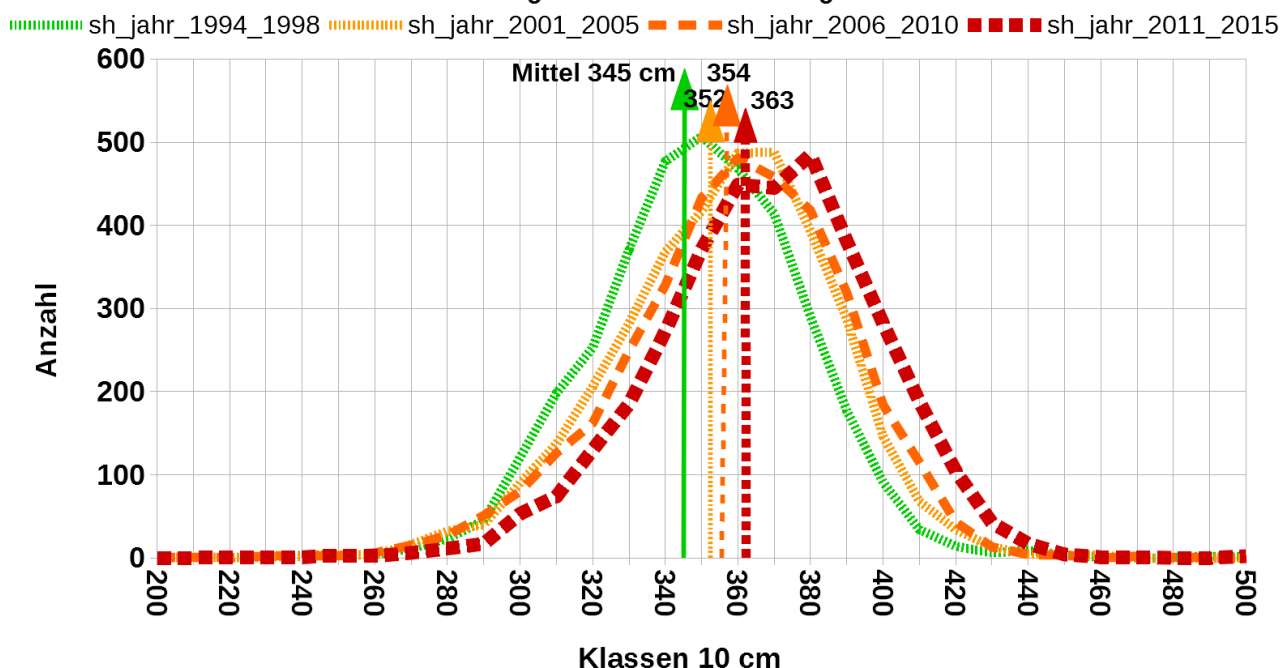
## Radikalisierung des Tidegeschehens

Mittlerweile liegen Daten im Portal Tideelbe bis 2017 vor. Nach der vorangehend beschriebenen Methode wird untersucht, ob und wie sich das Tidegeschehen weiter verändert hat. Dazu werden in 5-Jahresblöcken je 3528 Pegelmessungen vor und nach der Elbvertiefung 1999 dargestellt.

**Auch 15 Jahre nach der Elbvertiefung schreitet die Radikalisierung des Tidegeschehens fort.**

## Seemannshöft - Tidehub Höhenklassen

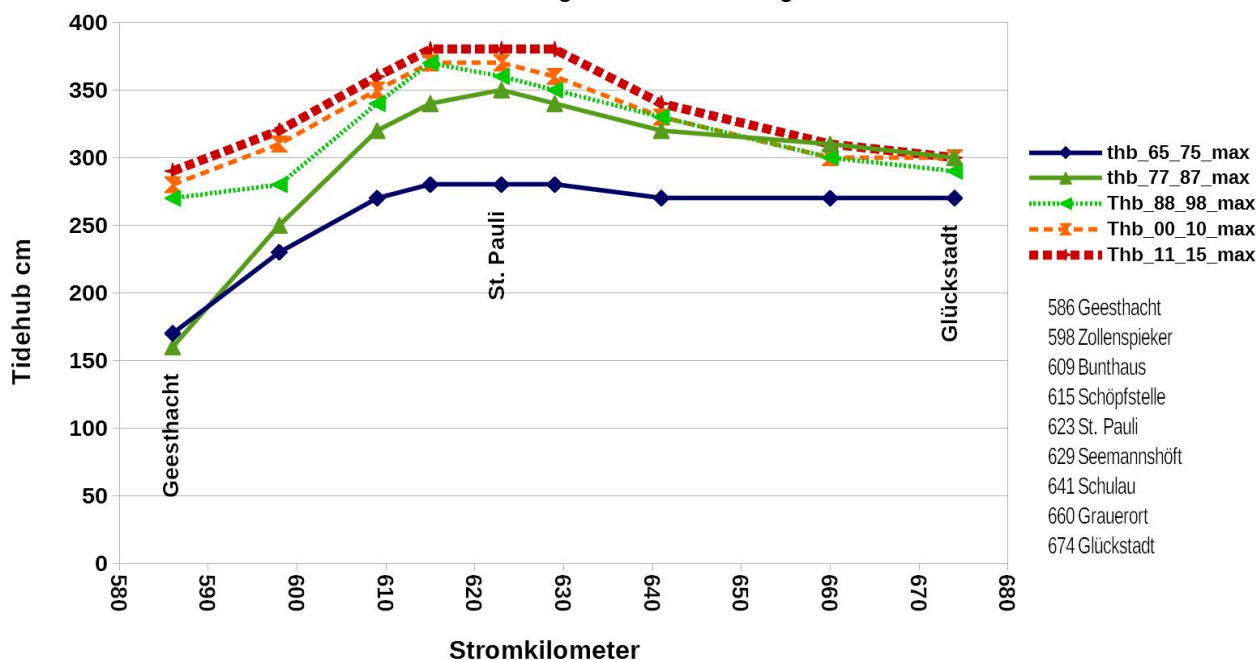
Entwicklung vor/nach Elbvertiefung 1999



Die Kette der Pegel von Geesthacht bis Glückstadt bietet folgendes Bild der Maxima der Tidehub-Verteilungen.

## Längsprofil Tidehub

Entwicklung mit Elbvertiefungen



Für den Block 1965-1975 zeigt sich ein leicht hypersynchrones Tidegeschehen, das sich nach der Vertiefung 1976 mit einem starken Buckel bei St. Pauli ausprägt. Mit der Vertiefung 1999 wuchsen die Tidehübe im Hamburger Bereich nochmals an, und zwar noch 15 Jahre danach.

Selbst oberhalb des Hafens, wo die Elbe nicht vertieft wurde, findet man eine deutliche Veränderung. Der hypersynchrone Buckel wandert elbaufwärts, staut sich aber am Wehr Geesthacht. Das dicke Ende der Radikalisierung des Tidegeschehens kommt hinter Hamburg.

Nachdem 1999/2000 die Fahrinne vertieft war, zog HPA in den Hafenbecken nach, durch Dreh-



kreise und Sedimentationsrinnen sogar über die Solltiefe hinaus. Der Hamburger Hafen ist eine große Schlickfalle, in der höhere Baggermengen zu erwarten sind. Wäre es nur das, würden sich die Baggermengen auf einem höheren Niveau einpendeln.

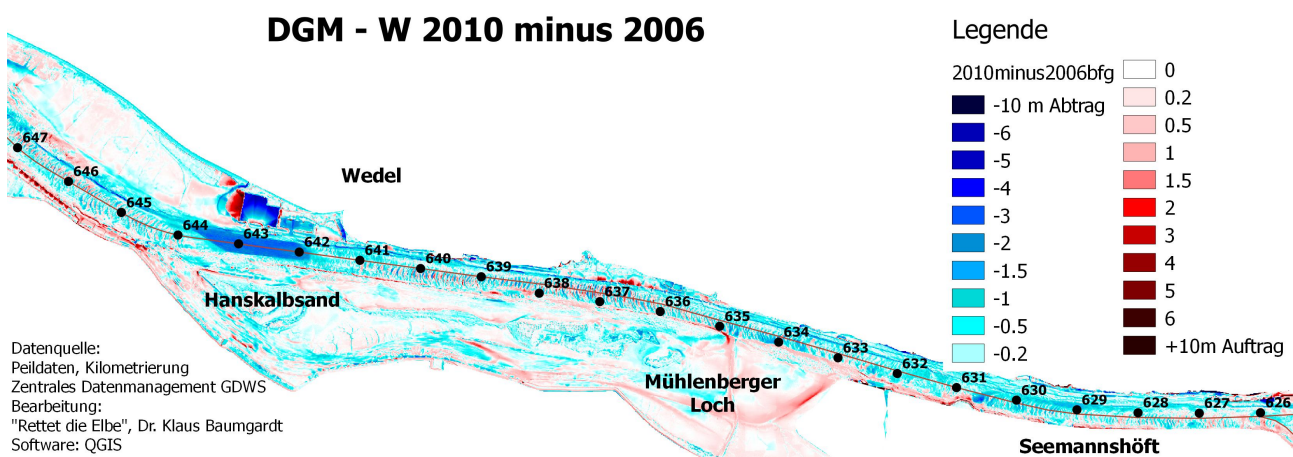
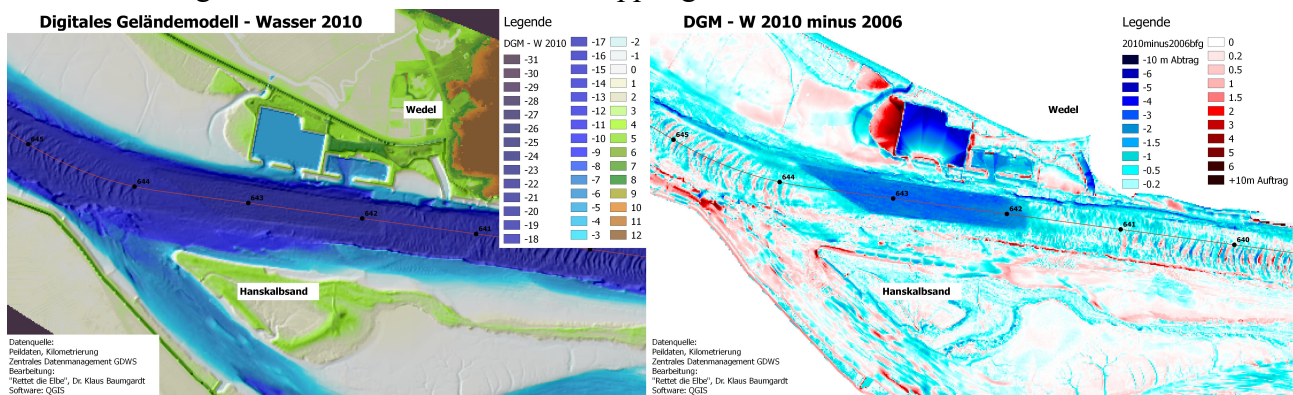
Die Tidedynamik ist mit einem anderen Mechanismus zu erklären.

## Morphologischer Nachlauf

Durch Peilung und Landvermessung wurde die Form der Tideelbe von Deichkrone zu Deichkrone in mehreren Jahrgängen bestimmt als das "Digitale Geländemodell Wasser (DGM-W)", s. Portal Tideelbe. Zieht man das DGM 2006 vom DGM 2010 ab, zeigt die Karte, wo Sediment entfernt (blau) bzw. aufgetragen (rot) wurde. Der Sedimentfang bei Wedel ist die einzige gezielte Vertiefung in dem Zeitraum. Doch auch ober- und unterhalb zeigen sich überwiegend Blautöne. Fragt man die Rasterwerte entlang der Mittellinie der Fahrrinne ab, findet man die Sohle des Stroms von Övelgönne (km 626) bis Pagensand (km 660) 2010 im Mittel auch ohne Sedimentfang um 20 cm tiefer als 2006.

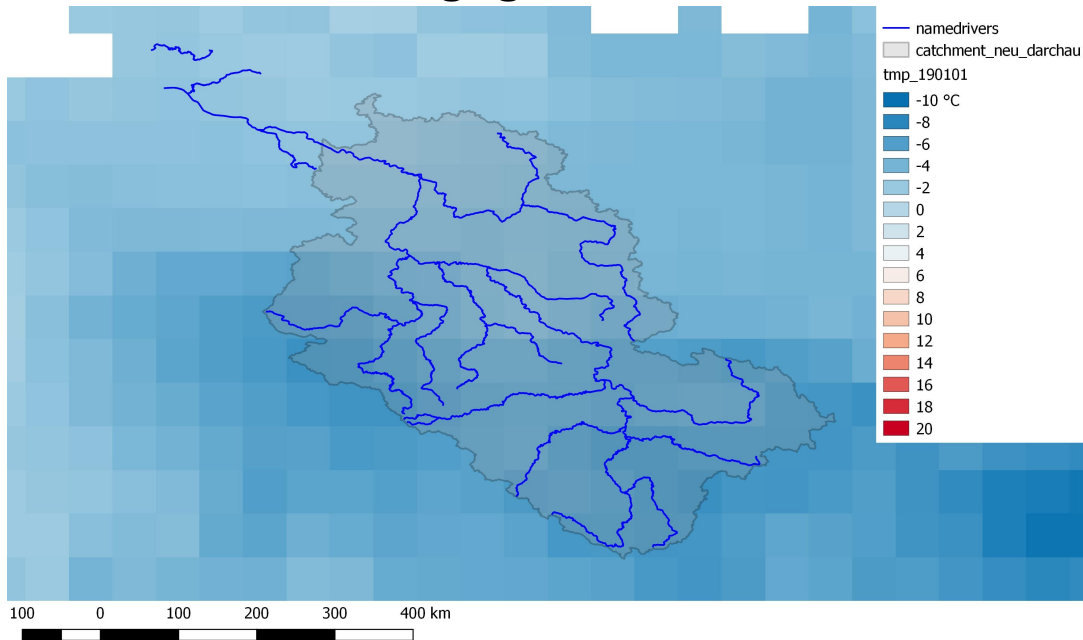
Im tieferen Hauptstrom haben die Reibungsverluste abgenommen. Die Konvergenz nimmt zu durch die Auflandung vor allem des Mühlenberger Lochs, die den Strom stärker einzwängt, solange das Wasser das Watt nicht überflutet.

Oberhalb des Hafens vertieft sich die Elbe ebenfalls und wälzt den Schlamm in den Hafen. Je mehr man dem Hafen endgültig entnimmt, desto mehr und schneller liefert die Elbe von beiden Seiten aus ihrem riesigen Sandkasten nach. Die Verklappung in die Nordsee ist wohl keine smarte Idee.



Der "morphologische Nachlauf" war bei der Planung der Vertiefung 1999 ein gewichtiges Thema. Er besagt, dass sich die Elbe durch die schnellere Strömung selbst ihr Bett vertieft, was wiederum auf das Tidegeschehen zurück wirkt. In der Beweissicherung der Elbvertiefung heißt es: "Ein morphologischer Nachlauf ist nicht erkennbar", und zum Tidegeschehen: "Es ist... zu erkennen, dass es einzig vier geringe Überschreitungen der BAW-Prognosen... gibt." Die Elbe hat wohl den Bericht nicht gelesen und randaliert weiter.

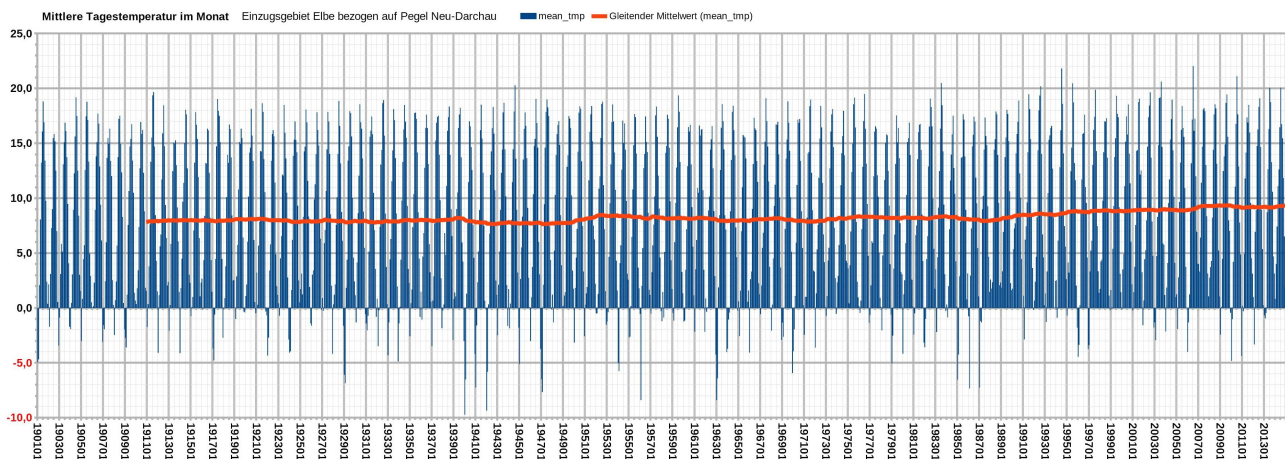
# Klimawandel im Einzugsgebiet der Elbe



## Mittlere Tagestemperatur Januar 1901

Das "Centre for Environmental Data Analysis" (CEDA) stellt weltweit meteorologische Daten zur Verfügung. Die Karte zeigt in einer räumlichen Auflösung von 0,5 Grad (geografisch) die mittlere Tagestemperatur im Monat Januar 1901. Aus allen Kacheln, die vom Einzugsgebiet (Karte vom Joint Research Centre der EU) oberhalb vom Pegel Neu Darchau berührt werden, wurde die mittlere Monatstemperatur des Raumes berechnet.

In gleicher Weise wurden auch die Niederschlagsvolumina und die Evapotranspiration bestimmt.



Trägt man alle Einzugsgebiet-Monatsmittel auf eine Zeitskala ein, erhält man das obige Diagramm. Die mittleren Tagestemperaturen eines Monats im Elbegebiet sind im Laufe von 114 Jahren angestiegen. Der über 10 Jahre gleitende Mittelwert (rote Kurve) steigt von 8 auf knapp über 9 °C.

Mittelwerte verschmieren Detailinformationen und sind deshalb mit großer Vorsicht zu betrachten. Das Diagramm enthält so als sichere Aussage:

### Der Klimawandel ist im Elbegebiet angekommen.

Man erwartet durch den Temperaturanstieg eine höhere Verdunstung aus dem Meer, die über dem Land vermehrt abregnet. Das Regenvolumen eines Monats ist im Elbegebiet in 100 Jahren laut 10 Jahre gleitendem Mittelwert von 6,4 auf 7,4 km<sup>3</sup> angestiegen.

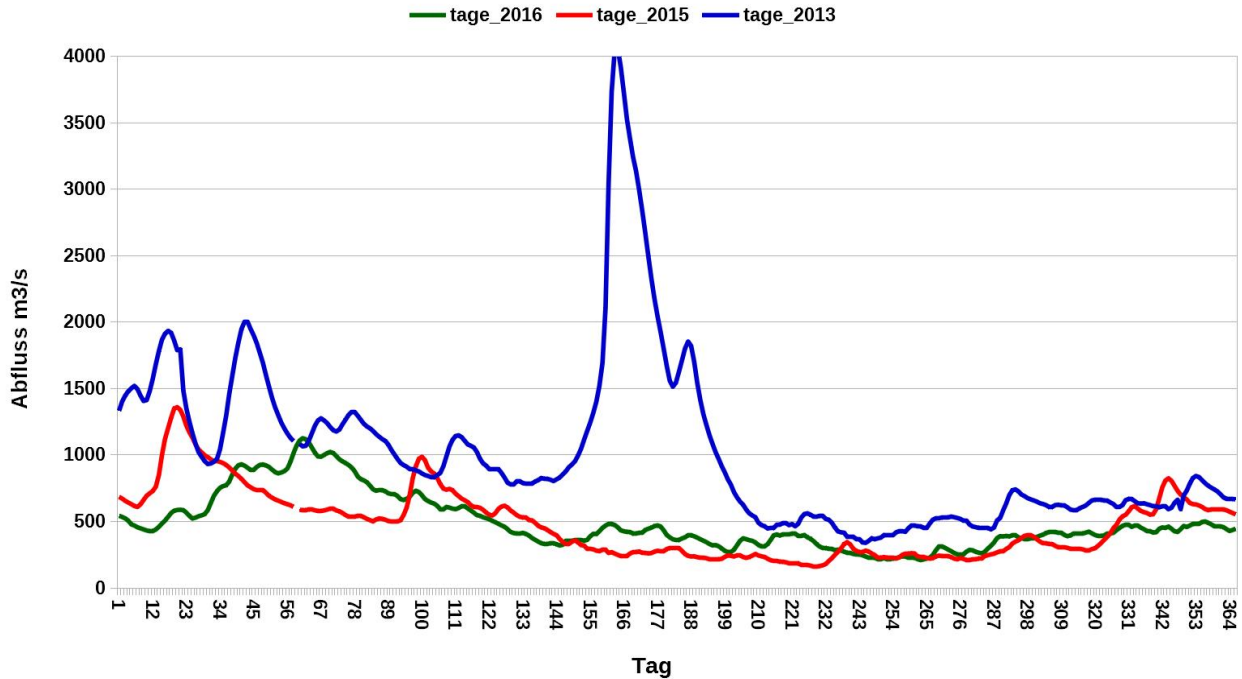
Den höheren Niederschlägen wirkt entgegen eine höhere Verdunstung an Land wegen der auch hier gestiegenen Temperaturen. Niederschlag und Verdunstung haben sich in den letzten hundert Jahren die Waage gehalten.







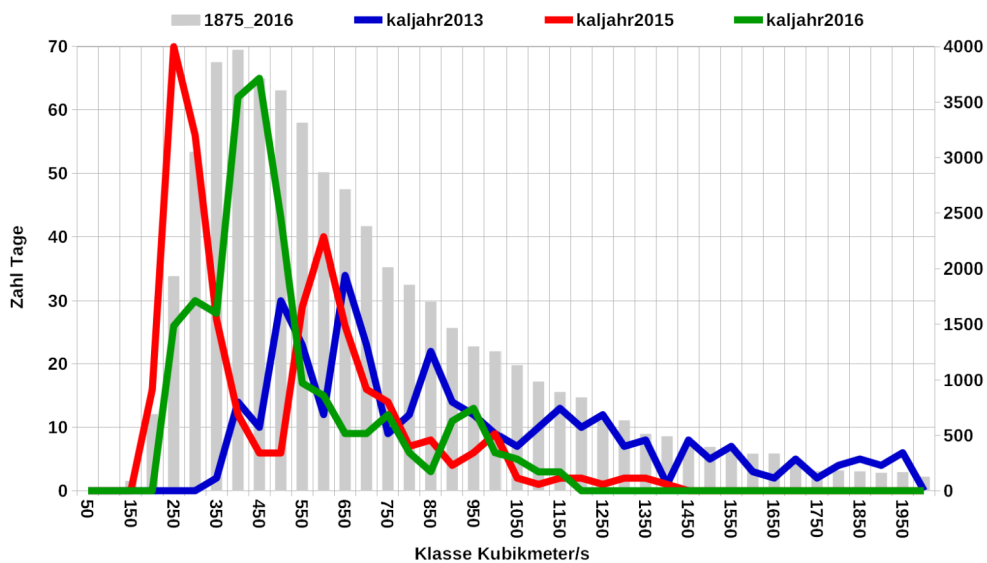
### Abfluss Jahrgang - Tageswerte Neu Darchau



Ein typischer Jahrgang 2016 (grün) zeigt relativ hohe Abflüsse im Winter, mit einem Hochwasser im Februar/März zur Schneeschmelze, und niedrige Abflüsse im Sommerhalbjahr, die lange andauern können. Laut Wasserrahmenrichtlinie gehört die Elbe zum Typ eines Stroms mit großem Einzugsgebiet und niedriger Wasserspende, im Gegensatz zum Wasserathleten Rhein.

Die Jahresabflüsse fallen von Jahr zu Jahr unterschiedlich aus, so das Jahr 2013 (blau) mit einem durch extreme Regenfälle ausgelösten Hochwasser im Juni, und das relativ trockene Jahr 2015 (rot). Selbst der geübte Betrachter kann schwer zwischen dem normal trockenen Sommer 2016 und dem sehr trockenen Sommer 2015 unterscheiden.

### Tagesabfluss-Verteilung Neu Darchau



Trägt man die Tages-Abflüsse in Klassen von 50 m<sup>3</sup>/s für die Kalenderjahre 1875 bis einschließlich 2016 auf (ca. 52.000 Tage), erhält man die im Diagramm dargestellten grauen Balken. Am häufigsten (4.000 mal) kommt die Klasse 350 - 400 m<sup>3</sup>/s vor (hier zeigt sich die Diskrepanz zwischen den Formen der Auswertung als Häufigkeitsverteilung oder als Mittelwert, der nämlich 706 m<sup>3</sup>/s beträgt).

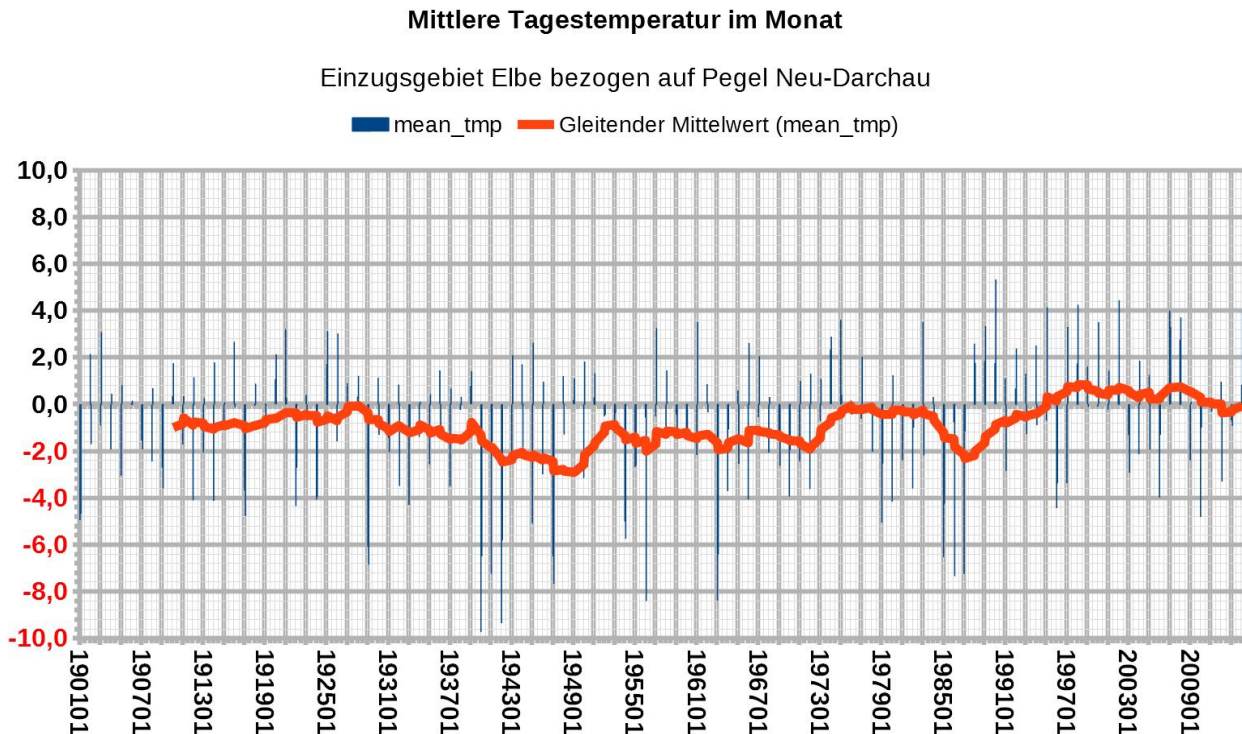
Fasst man einen Jahrgang in Abflussklassen, sind durch Abweichungen von der "Normalvertei-

lung“ trockene (2015), normale (2016) und nasse (2013) Jahre besser zu unterscheiden.

Über größere Jahresblöcke hinweg wie im „Tidegeschehen“ dargestellt ergeben sich vor und nach der Elbvertiefung 1999 keine signifikanten Unterschiede in den Häufigkeitsverteilungen der Abflussklassen. Die Bedingungen für den Sedimenteintrag in den Hamburger Hafen durch die Tidepumpe haben sich weder verschlechtert noch verbessert.

## Weniger Schneeschmelze

Das Diagramm aus Folie 3 wurde reduziert auf die Monate Januar und Februar.



Die Zahl der frostigen Wintermonate hat abgenommen, so dass im Elbegebiet weniger Schnee im Winter liegen bleibt, und das Frühjahrshochwasser durch die Schneeschmelze geringer ausfällt. Ob aber der Regen im Winter sofort abfließt, oder erst als Schneeschmelze, führt in beiden Fällen zu so hohen Abflüssen, die auf die Sedimentation im Hafen Hamburg keinen Einfluss haben.

Bis jetzt ist Niedrigwasser in der Elbe nur ein Ärgernis für die Binnenschifffahrt und die Hafenbehörde Hamburg.

Ein Austrocknen der Elbe wäre wahrlich eine ökologische Katastrophe, ist aber trotz Klimawandel nicht in Sicht. Was die Elbe rettet, sind die Grundwasserspeicher im Einzugsgebiet. Diese müssen von der Wasserwirtschaft geschützt werden, dass der Regen in sie hinein sickern kann. Die Ufer dürfen nicht so verbaut werden, dass der Zustrom von Grundwasser bei Trockenwetter behindert wird. Grundwasser dämpft auch die Wassertemperaturen im Sommer. Je kleiner ein Gewässer, desto realer ist die Gefahr, trocken zu fallen, und umso wichtiger der Schutz vor Versiegelung und Verbau.

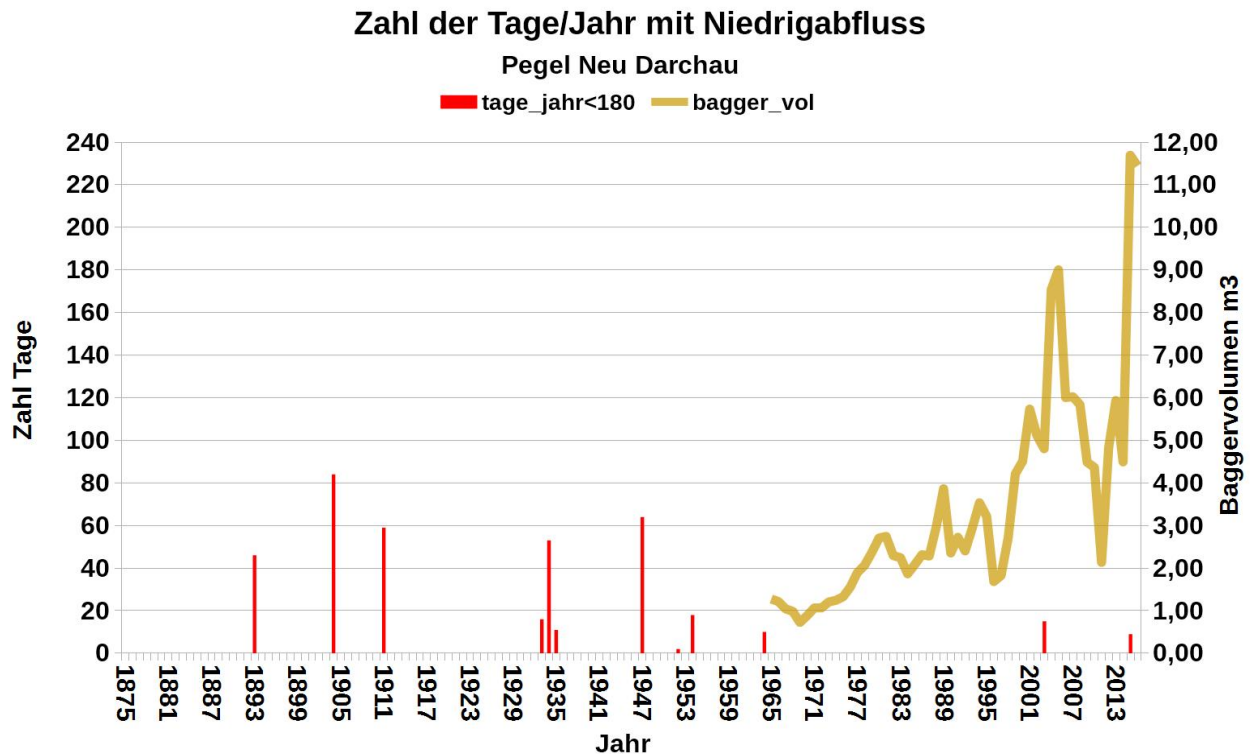
## Abfluss und Baggerei

Als schlimmster Fall wurde von der BAW ein Oberwasserabfluss von 180 m<sup>3</sup>/s angenommen. Zählt man die Tage pro Jahr, in denen dieser Abfluss bzw. darunter vorkommt, findet man 12 Jahre aus 142. Das Jahr 2015 mit der Rekordbaggermenge von 11,7 Mio. m<sup>3</sup> belegt dabei den vorletzten Platz. Spitzenreiter ist das Jahr 1904 mit 84 Minimalabflusstagen. Das Diagramm zeigt auf der linken Skala die Zahl der Tage mit Abflüssen unter 180 m<sup>3</sup>/s seit Beginn der Messungen am Pegel Neu Darchau. An der rechten Skala ist die jährliche Baggermenge Hamburgs in Mio, m<sup>3</sup> seit 1965

abzulesen.

Bei einer mit voller Kraft laufenden Tidepumpe, und dem heutigen Ausbau des Hafens zu einer riesigen Schlickfalle, droht das nächste Dürrejahr den Hafen so mit Sediment anzufüllen, dass HPA nicht gegen an baggern kann.

Es trifft nicht zu, dass die für die Baggerei relevanten Oberwasserabflüsse nachgelassen haben. Der Klimawandel hat bisher keinen messbaren Einfluss auf den Trockenwetterabfluss der Elbe.



## Täter, nicht Opfer des Klimawandels

Wenn HPA in ihrem Verdruss sich zum Opfer des Klimawandels erklärt, ist das in Anbetracht der wirklich Leidtragenden jämmerlich. Der Hafen und HPA sind durch ihren Wachstumswahn Täter des Klimawandels, nicht Opfer.

Für den Transport von Baggergut weit in die Nordsee wird zusätzlich Treibstoff verheizt, die Luft verschmutzt und der Treibhauseffekt verstärkt. Für die Verschiffung der 3,6 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut zur Tonne E3 im Jahr 2016 wurde mit Hilfe der Webseite „Ecotransit“ die Belastung berechnet.

### Klima- und Luftbelastung durch den Transport von 3,6 Mio. Kubikmeter Baggergut in die Nordsee

<b>Treibstoffverbrauch:</b>	<b>9,5 Mio. Liter Dieseläquivalent</b>
<b>CO2 Kohlendioxid:</b>	<b>27000 Tonnen</b>
<b>SO2 Schwefeldioxid:</b>	<b>40 Tonnen</b>
<b>Nox Stickoxide:</b>	<b>300 Tonnen</b>
<b>Kohlenwasserstoffe:</b>	<b>27 Tonnen</b>
<b>Ruß:</b>	<b>11 Tonnen</b>

Dass die Verbringung von Baggergut aus Hamburg in die Nordsee kontraproduktiv ist hinsichtlich der Baggermengen, wurde im vorangehenden Beitrag aufgezeigt. HPA scheint jedoch entschlossen, ihren hyposmarten Kurs fortzusetzen.

## Nur ein Aufschub

- Kann Strombau die Elbe retten?



- **Kann Strombau den Hafen retten?**  
(eine Jahrhundertdürre wie 1904, ganz ohne Klimawandel, und der Hafen verlandet rettungslos)
- **Nur eine starke Maßnahme ("Neue Alte Süderelbe", NASE), setzt das Tidegeschehen ein Stück zurück und verschafft einen Aufschub.**
- **Der Sedimenthaushalt der Tideelbe muss ermittelt und das Sedimentmanagement angepasst werden.**
- **Der Hafen braucht ein nachhaltiges Geschäftsmodell: ein kleinerer Hafen, der der Stadt dient, wirtschaftlich betrieben werden kann, den die Tideelbe toleriert, und der das Klima nicht weiter anheizt.**
- **An die Arbeit!**

Gräbt man ein Loch in die Elbe, schüttet es die Elbe wieder zu, je tiefer das Loch, umso schneller. So gesehen braucht Strombau die Elbe nicht retten. Selbst stärkste Maßnahmen können die Elbe nicht in einen unproblematischen hyposynchronen Zustand zurücksetzen. Die Elbe besitzt keinen Reset-Knopf. Der morphologische Nachlauf und die radikale Tide holen wieder auf.

Strombau muss den Hafen retten! Träte eine Jahrhundertdürre im Elbegebiet ein, bevor die Tidepumpe gedrosselt ist, würde der Hafen rettungslos verlanden. Als schlimmsten Fall für den Sedimenteintrag nach Hamburg hat die BAW Oberwasserabflüsse unter 180 m<sup>3</sup>/s berechnet. 2015 war das an 9 Tagen der Fall und führte mit zum Baggerrekord von 11,7 Mio. m<sup>3</sup>. Das trockenste Jahr war jedoch mit 84 Tagen Niedrigstabfluss 1904, als Klimawandel und Treibhauseffekt erst eine Theorie des Physiko-Chemikers Svante Arrhenius waren.

Strombau muss klotzen, und noch in diesem Jahr mit der Planung der "Neuen Alten Süderelbe" (NASE) begonnen werden, mit drei Öffnungen zur Süderelbe, dem Köhlfleet und dem Mühlenberger Loch. Strombau kann etwas Zeit schaffen, bis eine echte Lösung gefunden wird. Durch die geplante Elbvertiefung wird der Zeitraum knapper.

Die Ideologie des Hamburger Senats, der Hafen Hamburg sei ein Drehkreuz (engl. Hub), das in Konkurrenz zu den benachbarten Hubs (Antwerpen, Rotterdam, Bremerhaven) ständig ausgebaut werden müsse, ist mit der Tideelbe nicht kompatibel. Der Chef des HWWI, H. Vöpel, sieht voraus, der Hafen Hamburg werde in seiner jetzigen Form an Bedeutung verlieren. Digitale Technologien würden die Wertschöpfungsketten verkürzen, d.h. die global arbeitsteilige Produktion werde sich auf weniger Orte konzentrieren. Die Transportlogistik werde zurückgebaut. Eine solche zeitgemäße Hafenpolitik wird allerdings nicht im Forum Tideelbe zu diskutieren sein, sondern in einem Gremium zur Aufstellung eines neuen Hafenentwicklungsplans.

## Quellen und Bearbeitung

Klaus Baumgardt schreibt für den Förderkreis "Rettet die Elbe" eV

Nernstweg 22, D-22765 Hamburg; telefonisch 040 / 39 30 01

E-Mail [foerderkreis@rettet-die-elbe.de](mailto:foerderkreis@rettet-die-elbe.de) ; Web-Adresse <http://www.rettet-die-elbe.de>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Hamburger\\_Ebb%E2%80%99\\_und\\_Fluth](https://de.wikipedia.org/wiki/Hamburger_Ebb%E2%80%99_und_Fluth)

[http://imslp.org/wiki/Ouverture-Suite\\_%27Hamburger\\_Ebb\\_und\\_Fluth\\_%27,\\_TWV\\_55:C3\\_\(Telemann,\\_Georg\\_Philipp\)](http://imslp.org/wiki/Ouverture-Suite_%27Hamburger_Ebb_und_Fluth_%27,_TWV_55:C3_(Telemann,_Georg_Philipp))

<https://de.wikipedia.org/wiki/Gezeiten>

<http://129.143.230.62/gezeiten/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Gezeitenrechenmaschine>

<http://wasserkulturlandschaft-elbe.de/wehr-geesthacht-nordsee.html>

<https://www.portaltideelbe.de/index.html>

[http://www.baw.de/DE/Home/home\\_node.html](http://www.baw.de/DE/Home/home_node.html)

Wasserstandsvorhersage: <http://www.bsh.de/aktdat/wvd/wahome.htm>

Jens Kappenberg, Hans-Ulrich Fanger: "Sedimenttransportgeschehen in der tidebeeinflussten Elbe, der Deutschen Bucht und in der Nordsee"; Gutachten im Auftrag der Hamburg Port Authority; GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, 2007

Portal Tideelbe: Datenbank Tideelbe zur Beweissicherung; Generaldirektion Wasser und Schifffahrt Nord; <https://www.portaltideelbe.de/index.html>

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Hamburg Port Authority: Bericht 2011 (Abschlussbericht) zur Beweissicherung 2000 bis 2010; Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, 2012

Das "Centre for Environmental Data Analysis" (CEDA)

<http://catalogue.ceda.ac.uk/uuid/3f8944800cc48e1cbc29a5ee12d8542d>

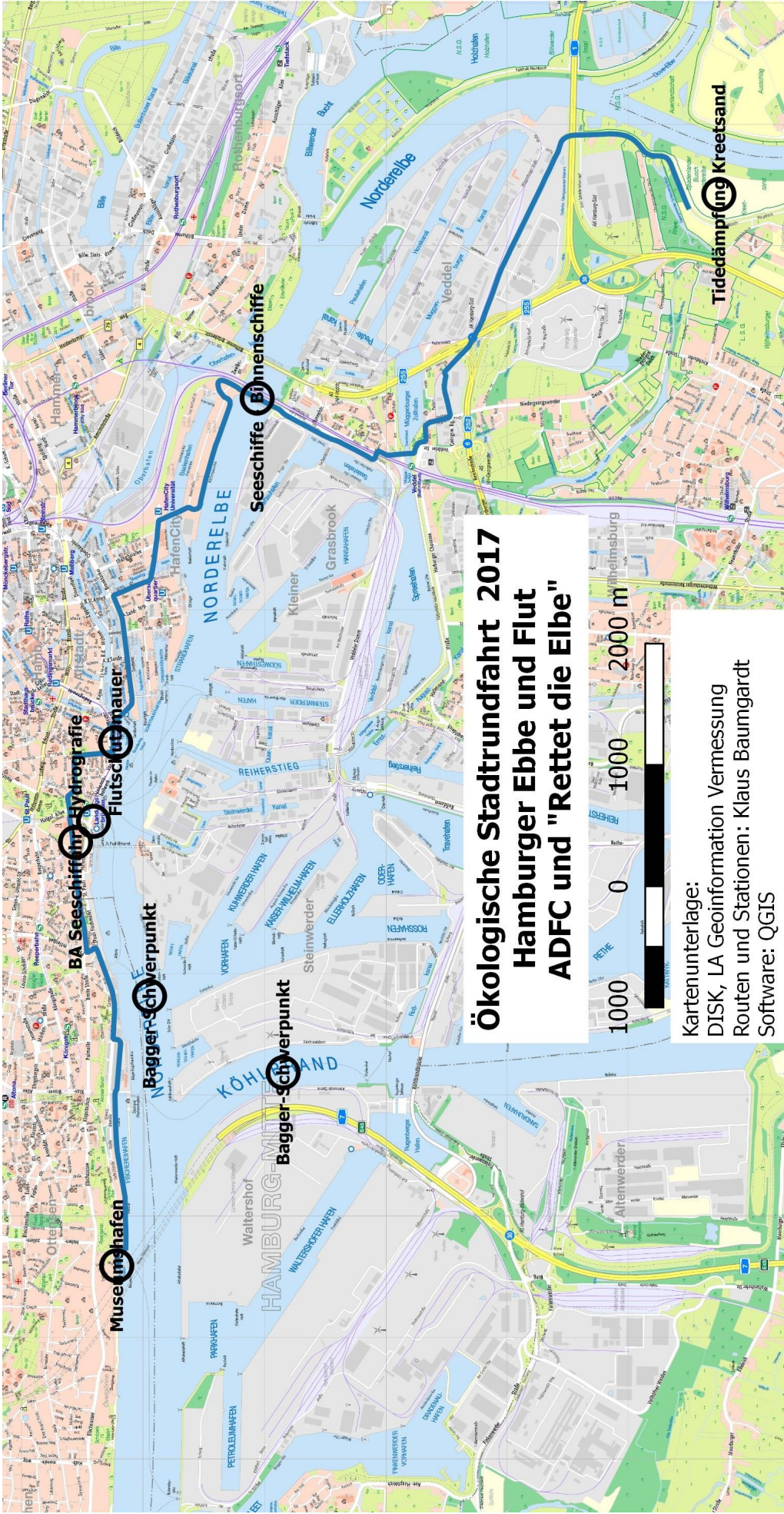
Flusseinzugsgebiete Europas; Joint Research Centre

<http://ccm.jrc.ec.europa.eu/php/index.php?action=view&id=23>

Ecotransit – a Sustainable Move <http://www.ecotransit.org/index.de.html>

H. Vöpel, Hamburger Weltwirtschaftsinstitut, Interview mit der Funke-Gruppe (Hamburger Abendblatt u.a.), Januar 2017





**Ökologische Stadtrundfahrt 2017  
Hamburger Ebbe und Flut  
ADFC und "Rettet die Elbe"**



Kartenunterlage:  
DISK, LA Geoinformation Vermessung  
Routen und Stationen: Klaus Baumgardt  
Software: QGIS