

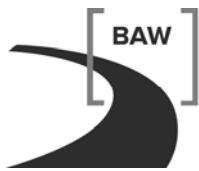
**Bundesanstalt für Wasserbau**  
Kompetenz für die Wasserstraßen

**Untersuchung des Strombaus und des  
Sedimentmanagements im Rahmen des  
"Tideelbekonzeptes"**

**Bericht zum Bearbeitungskonzept**

**A3955 03 10172-1**





**Untersuchung des Strombaus und des Sedimentmanagements im Rahmen des "Tideelbekonzeptes"**

**Bericht zum Bearbeitungskonzept**

Auftraggeber: Hamburg Port Authority  
Neuer Wandrahm 4  
20457 Hamburg

Auftrag vom: 11.08.2009, Az.: S 663 / 09F

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A3955 **03 10172-1**

Aufgestellt von: Abteilung: Wasserbau im Küstenbereich  
Referat: Ästuarsysteme II (K3)  
Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Klöpper  
Dipl.-Ozeanogr. Marcus Boehlich

Hamburg, Juli 2011

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



## **Zusammenfassung**

Die Tideelbe hat in den vergangenen zwei Jahrhunderten erhebliche antropogene Veränderungen erfahren. Die daraus resultierenden Veränderungen treten zunehmend in das Problembeusstsein der Bevölkerung und der für das Gemeinwohl verantwortlichen Institutionen. Die Hamburg Port Authority verfolgt mit dem „Konzept zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg“ [HPA, 2006] das Ziel den negativen Entwicklungen der Vergangenheit langfristig entgegenzuwirken. Hierzu wurde der BAW der Auftrag erteilt, verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der hydrologischen Bedingungen zu untersuchen. Bei den Maßnahmen handelt es sich um Flächen im Raum Hamburg, die an die Elbe angeschlossen werden um das Tidevolumen zu erhöhen.

Im vorliegenden Bericht wird das Bearbeitungskonzept der Untersuchungen der BAW dargestellt. Das Bearbeitungskonzept sieht vor, die einzelnen Maßnahmen in separaten Simulationen zu untersuchen. Um die Wirkung einer Maßnahme zu ermitteln, werden die Simulationsergebnisse eines planerischen-Ist Zustandes von den Simulationsergebnissen der jeweils untersuchten Maßnahme subtrahiert. Die Ergebnisse werden in Form von Liniengraphiken als Tidekennwerte auf Längsprofilen durch die Tideelbe dargestellt. Neben der Untersuchung einzelner Maßnahmen werden auch Kombinationen verschiedener Maßnahmen betrachtet. Die Untersuchungen der unterschiedlichen Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen werden in jeweils separaten Berichten dokumentiert.



	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2	Unterlagen und Daten	5
3	Bearbeitungskonzept	6
3.1	Untersuchungsumfang	7
3.2	Mathematisches Simulationsverfahren	8
3.3	Modellgebiet und Gitternetz	14
3.4	Modelltopographie	15
3.5	Modellsteuerung	18
3.6	Analyse und Bewertung	18
4	Literaturverzeichnis	23
5	Anhang	25

## Bildverzeichnis

	Seite
Bild 3.1 Schematische Darstellung des Bearbeitungskonzepts	6
Bild 3.2 Graphik des Untersuchungsumfangs	7
Bild 3.3 Lage der ADCP-Querprofile (aus dem Jahr 2002)	11
Bild 3.4 Aus ADCP-Daten abgeleitete Schwebstoff-Konzentrationen	11
Bild 3.5 Querschnittsintegrierte mittlere Schwebstoffkonzentration	12
Bild 3.6 Querschnittsintegrierte Schwebstoffkonzentration mit Messwerten	13
Bild 3.7 Gemessene und berechnete Schwebstoffkonzentration (Cuxhaven)	14
Bild 3.8 Modellgebiet des verwendeten HN-Modells	15
Bild 3.9 Differenztopographie IST Zustand und PIZ	17
Bild 3.10 Einflüsse der nichtlinearen Terme auf die fortschreitende Tidewelle	19
Bild 3.11 Verwendete Längs- und Querprofile in der Elbe	21
Bild 5.1 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Büsum	25
Bild 5.2 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Cuxhaven	25
Bild 5.3 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Brunsbüttel	26
Bild 5.4 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Kollmar	26
Bild 5.5 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Blankenese	27
Bild 5.6 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei St. Pauli	27
Bild 5.7 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Bunthaus	28
Bild 5.8 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Zollenspieker	28
Bild 5.9 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) LZ4	29
Bild 5.10 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) LZ4b	29
Bild 5.11 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) LZ3	30
Bild 5.12 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) LZ2	30
Bild 5.13 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) LZ2 Tonne	31
Bild 5.14 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) LZ1	31
Bild 5.15 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung), Messstation D4	32
Bild 5.16 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung), Messstation D3	32
Bild 5.17 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung), Messstation D2	33
Bild 5.18 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung), Messstation D1	33
Bild 5.19 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) LZ 4	34
Bild 5.20 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) LZ 3	34
Bild 5.21 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) LZ 2	35
Bild 5.22 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) LZ 1	35

<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Tabelle 3.1 Tabellarische Übersicht des Untersuchungsumfangs (Stand 6/2011)	8
Tabelle 3.2 Querschnittsintegrierter Schwebstoffgehalt aus den ADCP- Messungen 2006	13
Tabelle 3.3 Schwellenwerte der Tidekennwerte für ausbaubedingten Änderungen	21

## 1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Historische Entwicklungen und neue Anforderungen im Küstenschutz veränderten das Landschaftsbild und die hydraulischen Verhältnisse der Tideelbe in der Vergangenheit nachhaltig. Hierbei spielten beispielsweise Maßnahmen wie die Fahrrinnenanpassungen, der Deichbau, Hafenumstrukturierungen und Uferschutzmaßnahmen eine Rolle. Das hydraulische System der Tideelbe hat sich an die daraus resultierenden, veränderten Umweltbedingungen angepasst. So hat sich beispielsweise der mittlere Tidehub im Hamburger Hafen (St. Pauli) gegenüber dem historischen Wert von 2 Metern (Anfang des 20. Jahrhunderts) knapp verdoppelt. Gleichzeitig hat sich der „tidal pumping“ Effekt verstärkt. Insbesondere Feinsedimente werden dadurch immer wieder von Unterstrom in den Hafen eingetragen und erfordern ein erhöhtes Baggeraufkommen. Auch aus naturschutzfachlicher Sicht stellt sich vor allem die Verlandung der Seitenbereiche der Elbe als nachteilig dar.

Mit einem Konzept zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe [HPA, 2006] verfolgt die Hamburg Port Authority das Ziel den negativen Entwicklungen langfristig entgegenzuwirken. Unter anderem sieht das Konzept die Schaffung zusätzlichen Tidevolumens zwischen Glückstadt und Geesthacht vor. Studien der BAW [BAW, 2003; BAW, 2007a; BAW, 2007b] zeigen, dass sich zusätzlicher Flutraum im Stromspaltungsgebiet der Tideelbe dämpfend auf den Tidehub auswirkt. Die Hamburg Port Authority hat verschiedene Flächen im Raum Hamburg benannt, in denen Maßnahmen zur Schaffung von Flutraum denkbar sind. Im Rahmen der Untersuchung wird die Wirkung der Maßnahmen auf die Hydrodynamik und den Sedimenttransport der Tideelbe ermittelt. Für die verschiedenen Maßnahmen werden dabei mehrere Ausführungsvarianten betrachtet. Das Ziel der Maßnahmen liegt in der Reduktion des Tidehubs und der Dämpfung des stromauf gerichteten Sedimenttransports.

Im vorliegenden Bericht wird das Bearbeitungskonzept der Untersuchungen beschrieben. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden für die verschiedenen Maßnahmen in einzelnen Berichten beschrieben.

## 2 Unterlagen und Daten

- [1] Zeichnung: CTA 5. Liegeplatz Schemadarstellung Auf-/ Abtrag, CTA-Norderweiterung\_Geländeschnitt.pdf, HPA 20.09.2007
- [2] Zeichnung: Hafenerweiterung Altenwerder Planungsabstimmung Norderweiterung CTA & Liegeplatzeinrichtung auf dem Kattwyk, CTA-Norderweiterung\_Lageplan.pdf, HPA 08.05.2007
- [3] xyz-Daten: Bathymetriedaten der Maßnahmen Alte Süderelbe, Altes Feld, Kiesteich, Neuland, Spadenländer Ausschlag, Spadenländer Spitze, Spadenländer Busch und Wasserwerk Billwerder, HPA 01.07.2009

### 3 Bearbeitungskonzept

In der Untersuchung wird die Wirkung der von der HPA ausgearbeiteten Maßnahmen auf die Tidedynamik, den Salzgehalt und den Schwebstofftransport in der Unterelbe ermittelt. Alle Maßnahmen werden dabei getrennt voneinander und in mehreren Ausführungsvarianten betrachtet. Weiterhin wird die Kombination verschiedener Maßnahmen untersucht.

Generell erhöht der Anschluss der jeweiligen Flächen an das Elbe-Ästuar das zur Verfügung stehende Tidenvolumen im Raum Hamburg. Dies wirkt sich durch ein verändertes Reflexions- und Dämpfungsverhalten auf die Form der von der Nordsee einlaufenden Tidewelle aus. In flachen Küstengewässern und Ästuaren bilden sich Seichtwassertiden aus, die sich durch eine Asymmetrie der Tidekurve in Form eines steilen Flutastes und flacheren Ebbeastes ausweisen. Sie entsteht durch den Unterschied der tiefenabhängigen Fortschrittsgeschwindigkeit der Tidewelle unter dem Wellenberg und dem Wellental. Durch die Verformung der Tidewelle verändern sich die Tidekennwerte (z.B. Tidehoch-, Tideniedrigwasser, Tidehub, Flut- und Ebbestromgeschwindigkeit) des Ästuars. Die Prognose dieser Veränderungen nach Stand der Technik und Wissenschaft kann durch eine wasserbauliche Systemanalyse unter Einsatz einer dreidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modellierung erfolgen. Um die vorhabensbedingten Änderungen durch die an die Elbe angeschlossenen Maßnahmen aus den Simulationsergebnissen herauslesen und untereinander vergleichen zu können, erfolgt jeweils eine Simulation mit Berücksichtigung der jeweiligen Eingriffe (Ausbauzustände, AZ) und ohne Berücksichtigung der Eingriffe (Planerischer Ist-Zustand, PIZ). Die Differenz der Simulationsergebnisse (AZ-PIZ) entspricht den vorhabensbedingten Änderungen, bzw. der Wirkung der Maßnahmen. Schematisch ist das Vorgehen in Bild 3.1 dargestellt.

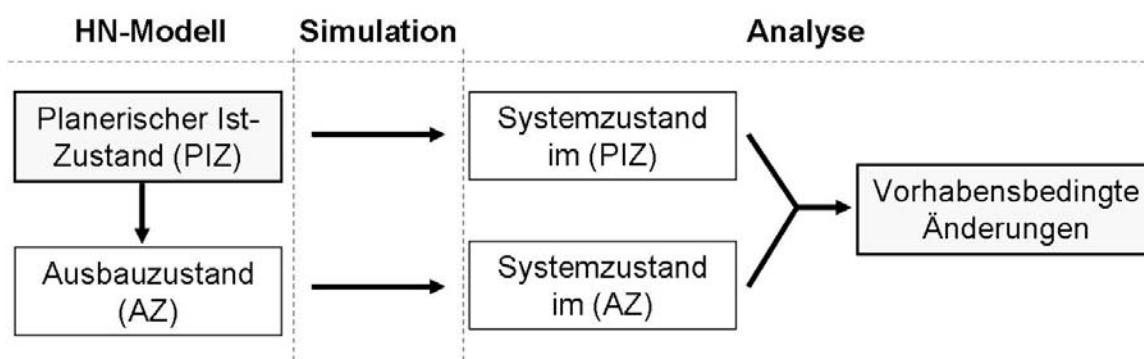


Bild 3.1 Schematische Darstellung des Bearbeitungskonzepts

Zum besseren Verständnis der Untersuchungsergebnisse werden in den nachfolgenden Abschnitten (3.1 bis 3.6) der Untersuchungsumfang, das verwendete HN-Modell (Simulationsverfahren, Modellsteuerung und Modellgebiet) und die Ergebnisanalyse kurz beschrieben.

### 3.1 Untersuchungsumfang

Die HPA hat neun Bereiche im Raum Hamburg benannt, die Flächenpotenzial zur Schaffung zusätzlichen Flutraums bieten. Die Bereiche in denen Maßnahmen untersucht werden, sind in Bild 3.2 dargestellt. Es handelt sich um Flächen bei Neuland, dem Alten Feld, dem Elbwasserfilterwerk Moorfleet (Wasserwerk), den Kiesteichen in Billwerder (Kiesteich) dem Spadenländer Busch (Kreetsand), der Spadenländer Spitze und dem Spadenländer Ausschlag sowie um die Alten Süderelbe, die Dove-Elbe und den Hohendeicher See.

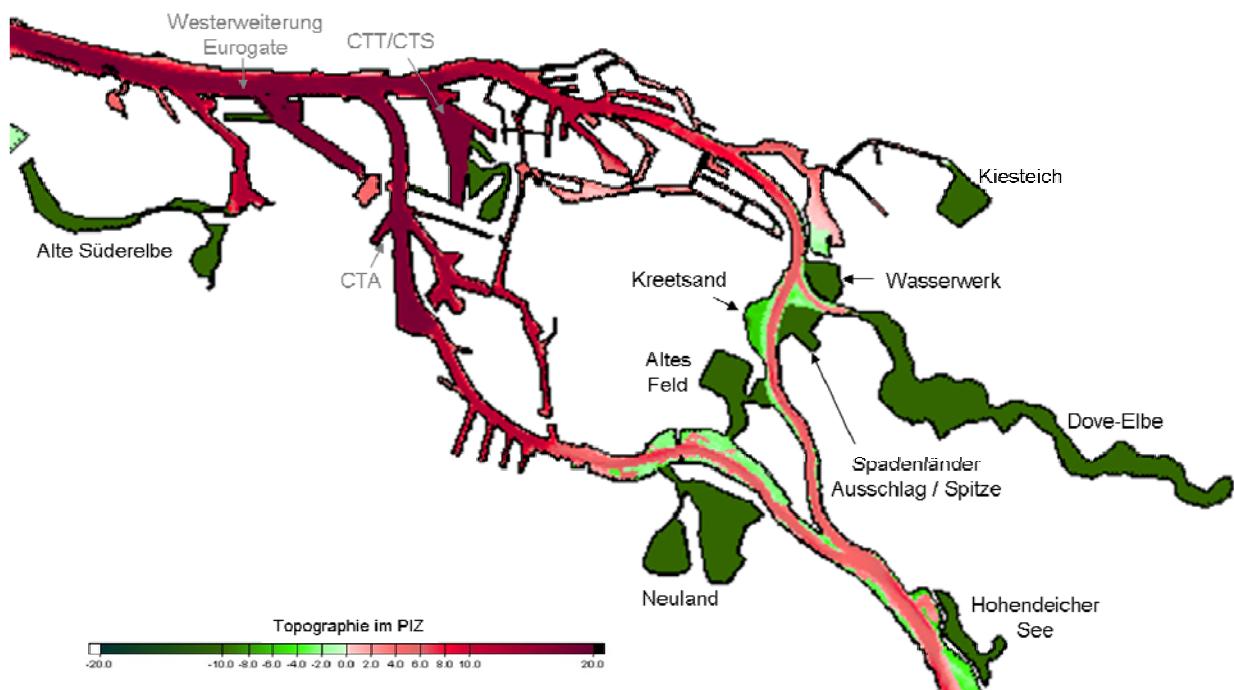


Bild 3.2 Graphik des Untersuchungsumfangs mit den 9 Maßnahmen nach Tabelle 3.1

Für einige der neun Maßnahmen werden jeweils mehrere Ausbauvarianten untersucht. In Tabelle 3.1 sind die Maßnahmen aufgelistet. Sofern für eine Maßnahme mehrere Varianten unterschiedlicher Größe untersucht werden, ist für die Fläche der Maßnahme sowie das zusätzlich entstehende Volumen im Bereich zwischen dem mittleren Tidehoch- und mittleren Tideniedrigwasser ein Wertebereich angegeben. Nähere Informationen zu den einzelnen Varianten finden sich in den jeweiligen Einzelberichten (siehe letzte Spalte Tabelle 3.1).

Maßnahme	Elbe-Km	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Volumen [Mio. m <sup>3</sup> ]	Anzahl betrachterter Varianten	Nr. des Berichts
Neuland	613	0,9 - 2,6	3,1 - 7,8	2	A39550310172-2 A39550310172-3
Kiesteich	618	0,7 - 2,1	2,0 - 7,3	4	
Kreetsand	614	0,3	0,8	1	
Sp. Ausschlag	615	0,4	1,4	2	
Altes Feld	613	1,0	1,4	-	-
Dove-Elbe	615	4,8	17,6	-	-
Wasserwerk	615	0,3	0,6	-	-
Alte Süderelbe	630	1,6	5,0	-	-
Hohendeicher See	606	0,7	2,4	-	-

\* zusätzliches Volumen zwischen MTnw und MThw

Tabelle 3.1 Tabellarische Übersicht des Untersuchungsumfangs (Stand 6/2011)

### 3.2 Mathematisches Simulationsverfahren

Die Simulationen zur wasserbaulichen Systemanalyse der Tideelbe werden mit dem dreidimensionalen hydrodynamisch-numerischen Modellverfahren UNTRIM-3D in der Modellversion „untrim2004“ durchgeführt. UNTRIM-3D ist ein Finite-Volumen-Verfahren für unstrukturierte Gitter zur Simulation stationärer und instationärer Strömungs- und Transportprozesse in Gewässern mit freier Wasseroberfläche. Eine detaillierte Beschreibung des von Prof. Vincenzo Casulli an der Universität Trient, Italien entwickelten Verfahrens wird auf den Internet-Seiten der BAW-DH [BAW, 2010a] gegeben. Dort sind auch die zur Berechnung der Hydrodynamik und des Transports gelöster Stoffe berücksichtigten physikalischen Prozesse aufgeführt.

### Berechnungsergebnisse

Durch das mathematische Modell werden die Berechnungsergebnisse der Wasserspiegel-auslenkung der freien Oberfläche, der Strömungsgeschwindigkeit, der Tracerkonzentration (z.B. Salzgehalt, Temperatur, Schwebstoffgehalt) und des hydrodynamischen Drucks an den diskreten Berechnungsknoten geliefert.

## Validierungsdokument

Das Validierungsdokument des Verfahrens UnTRIM [Casulli, 2004] enthält neben einer allgemeinen Einführung in das Simulationsverfahren detaillierte Informationen zu Themen:

- Physikalisches System,
- Modellfunktionalität,
- konzeptionelles Modell,
- algorithmische Implementierung,
- Software-Implementierung,
- Validierungsstudien, und
- Literatur.

## Kalibrierung

Das Modell wird so kalibriert, dass es den in der Natur gemessenen Werten weitestgehend entspricht. Für die Kalibrierung wird eine Rechnung mit der IST-Topographie des Jahres 2006 unter Verwendung der zeitlich verzögert (24 Stunden) eingesteuerten Messwerte des Oberwassers am Pegel Neu Darchau verwendet. Der Kalibrierungszeitraum liegt im Juni 2006. Als Vergleich zu den Modellergebnissen werden Messwerte der WSV bzw. der HPA verwendet.

Im Anhang (Bild 5.1-Bild 5.8) sind die berechneten Wasserstände den Messwerten an acht über das Modellgebiet verteilten Pegeln gegenübergestellt. Es ist jeweils ein Zeitraum von 24 Stunden dargestellt. Die gemessenen Wasserstände werden im Modell relativ gut abgebildet. Das Tidesignal läuft im Modell etwas verzögert in das Ästuar, wodurch eine leichte Phasenverschiebung auftritt. Bei einem steilen Anstieg des Wasserstandes bewirkt bereits eine geringe Phasenverschiebung große Abweichungen des Wasserstandes. Auf dieses Phänomen sind auch die größten Differenzen im Wasserstand zurückzuführen. Insgesamt sind die Differenzen an den Pegelstationen unterhalb Hamburgs am größten.

Die Strömungsgeschwindigkeit wird im Bereich des WSA Cuxhaven an Langzeitmessstationen (LZ) gemessen. Im Bereich des WSA Hamburg stehen Dauermessstationen (D) zur Verfügung. Für sechs Langzeitmessstationen und vier Dauermessstationen werden die Modellergebnisse den Messungen gegenübergestellt (Bild 5.9-Bild 5.18). An den Dauermessstationen werden je zwei Messungen in unterschiedlicher Tiefe durchgeführt. Eine Messung erfolgt etwa einen Meter unter der Wasseroberfläche, die andere etwa einen Meter über der Sohle. Bei dem Vergleich zwischen Messungen und Modellergebnissen ist zu beachten, dass das hydronumerische Modell zeitlich gemittelte Ergebnisse berechnet, während

die Messungen auf Momentaufnahmen beruhen und daher stärker schwanken. Weiterhin werden im Modell räumliche Mittelungen vorgenommen, da die im Modell berechneten Werte jeweils für eine Zelle des Modells gelten. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Übereinstimmung von Messung und Modell an den meisten Messstationen qualitativ gut ist. An manchen Stationen wird die Strömungsgeschwindigkeit leicht überschätzt, an anderen eher unterschätzt. Ein Trend lässt sich aufgrund der stark variiierenden Abweichung zwischen den einzelnen Stationen jedoch nicht erkennen.

An den Langzeitmessstationen wird neben der Strömungsgeschwindigkeit auch der Salzgehalt gemessen. Der Vergleich der Messwerte mit den Modellergebnissen (Bild 5.19–Bild 5.22) verdeutlicht, dass sich die Salzgehalte im Modell den Messwerten nach einer mehrtägigen Einschwingphase zunehmend angleichen. An allen Stationen zeigt sich allerdings, dass die Salzgehaltsvariation auch nach längerer Simulationszeit nicht so groß wird wie in den Messungen. An der LZ 2 ist dies besonders deutlich zu erkennen. Zusammenfassend kann die Aussage getroffen werden, dass das Modell im Rahmen seiner räumlichen und zeitlichen Auflösung die Salzverteilung plausibel widerspiegelt.

Hinsichtlich des Sedimenttransports stellt sich die Kalibrierung gegenüber der Hydrodynamik deutlich komplexer dar. Eine Validierung von Sedimenttransportergebnissen kann, aufgrund der Heterogenität der Kornverteilungen des Sohlmaterials, der damit verbundenen unterschiedlichen Transporteigenschaften sowie der hohen dynamischen Veränderung des Systems in der Natur, nur unvollständig sein. Aus diesem Grund müssen Unschärfen akzeptiert und bei der Beurteilung der Modellergebnisse berücksichtigt werden. Über die Dynamik und die Zusammensetzung suspendierter Sedimente in der Tideelbe gibt es nur bruchstückhafte Informationen. Es ist allerdings möglich sich aus den vorhandenen Daten ein Bild über die Schwebstoffverhältnisse zu machen und dieses mit den Modellergebnissen zu vergleichen. Hierfür kann beispielsweise eine spezielle Interpretation vorhandener ADCP-Daten verwendet werden.

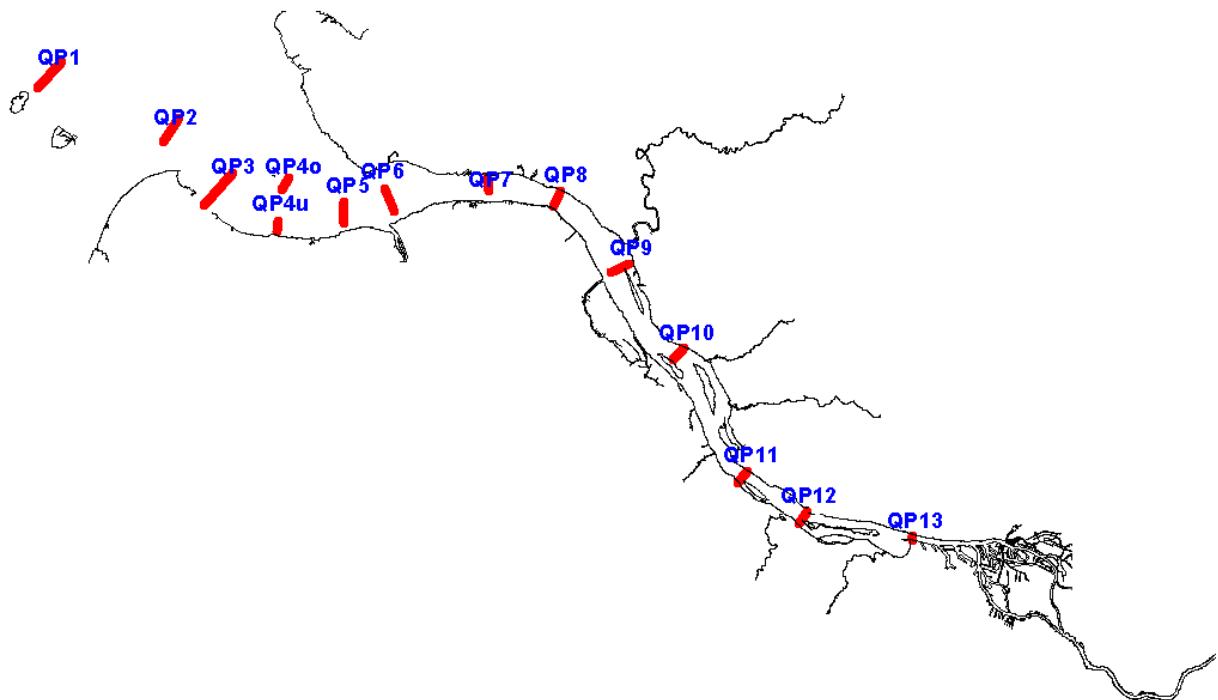


Bild 3.3 Lage der ADCP-Querprofile (aus dem Jahr 2002) in der Tideelbe

Im Jahr 2002 wurden ADCP-Messungen auf 15 Querprofilen (QP) in der Elbe (Lage siehe Bild 3.3) durchgeführt. Nachträglich wurde aus dem Backscattersignal die Schwebstoffkonzentration bestimmt. Bei der Betrachtung der Daten muss berücksichtigt werden, dass keine ausreichenden Kalibrierungsparameter für das Verfahren zur Verfügung standen, da während der Messung keine Suspensionsproben genommen wurden. In Bild 3.4 sind die querschnittsgemittelten Konzentrationen aller Profile zu markanten Tidezeitpunkten aufgetragen.

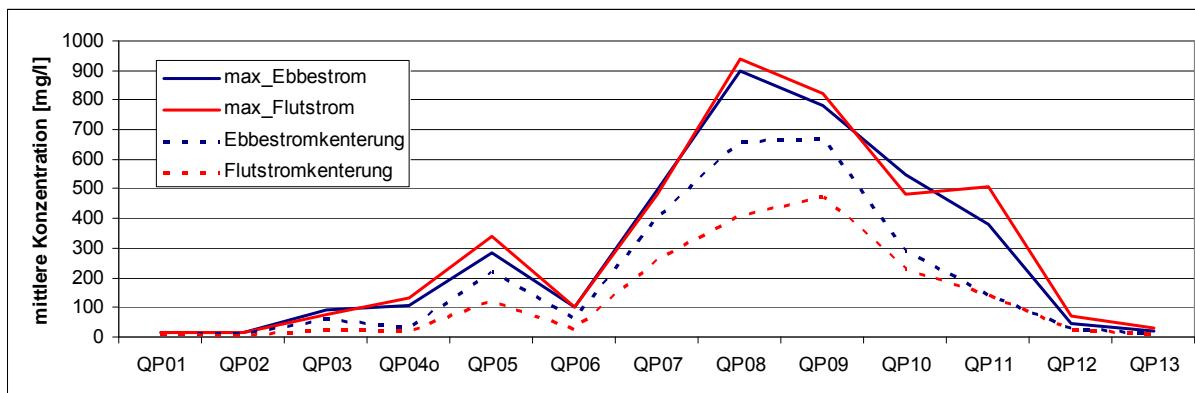


Bild 3.4 Aus ADCP-Daten abgeleitete querschnittsgemittelte Schwebstoff-Konzentrationen zu ausgewählten Zeitpunkten

Mit Ausnahme des QP 6 steigt die Konzentrationen von der Nordsee kommend (QP 1, Scharhörn) bis zum QP 8 an und sinkt in Richtung Hamburg (QP 13) wieder deutlich ab. Im Bereich der Rhinplatte (QP 8 – QP 10) ist die Trübungszone deutlich zu erkennen. Die Modellergebnisse der querschnittsintegrierten mittleren Schwebstoffkonzentration (Bild 3.5) lassen erkennen, dass wesentliche Phänomene abgebildet werden können.

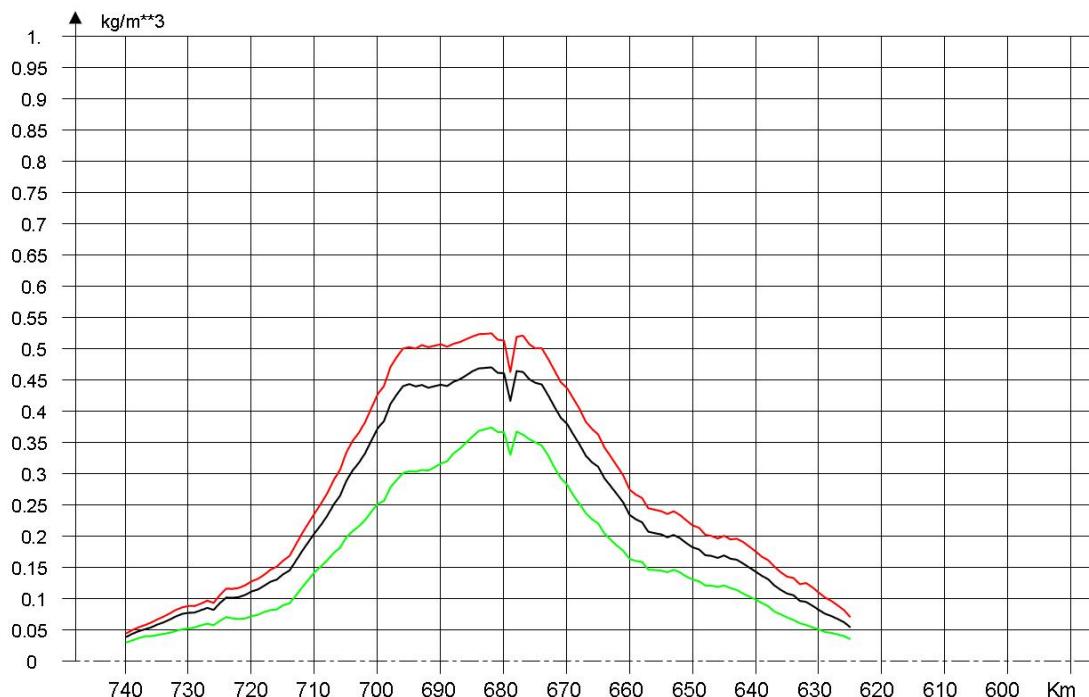


Bild 3.5 Querschnittsintegrierte mittlere Schwebstoffkonzentration im Validierungszeitraum in der Unter- und Außenelbe. In Rot das Maximum, in Grün das Minimum und in Schwarz der Mittelwert der mittleren Schwebstoffkonzentration.

Im Außenbereich sowie in Hamburg treten Konzentrationen unter 0,1 g/l auf, dazwischen bildet sich die Trübungszone aus, deren Maximum in Abhängigkeit vom Oberwasserzufluss in der Nähe von Elbe-km 680 (Störmündung) liegt. Die seeseitige Flanke der Trübungszone weist gegenüber der stromauf gelegenen Seite einen etwas steileren Gradienten auf. Dies stimmt prinzipiell mit den Messungen aus dem Jahr 2002 überein. Insgesamt liegen die Modellergebnisse unter den Messwerten. Zu berücksichtigen ist dabei, dass der Mittelwert der Messwerte anders als bei den Modellergebnissen nicht die flacheren nicht schiffbaren Bereiche der Querprofile berücksichtigt. Im Herbst 2006 wurden drei weitere ADCP-Querprofile bei Cuxhaven, der Rhinplatte und nahe Blankenese aufgenommen. Die innerhalb einer Tidephase auftretenden maximalen, minimalen und mittleren querschnittsintegrierten Schwebstoffgehalte sind in Tabelle 3.2 aufgelistet.

Bezeichnung		Cuxhaven	Rhinplatte	Blankenese
Elbe-km		728	677	631
Schweb- stoffgehalt [g/l]	maximaler	0,13	0,65	0,4
	minimaler	0,02	0,1	0,05
	mittlerer	0,07	0,37	0,2

Tabelle 3.2 Querschnittsintegrierter Schwebstoffgehalt aus den ADCP- Querprofilmessungen des Jahres 2006.

Der Vergleich mit den Modellergebnissen (Bild 3.6) verdeutlicht, dass die Modellergebnisse insgesamt eine geringere Schwebstoffvarianz aufweisen als die Messungen.

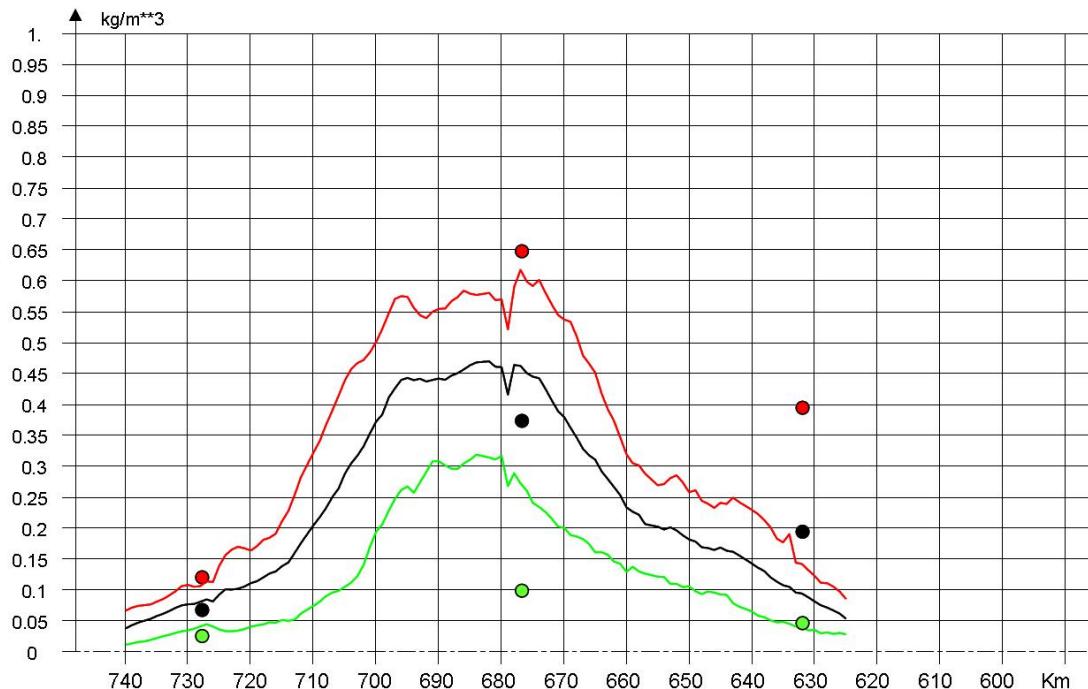


Bild 3.6 Querschnittsintegrierte Schwebstoffkonzentration im Validierungszeitraum. In Rot die maximale mittlere, in Schwarz die mittlere und in Grün die minimale mittlere Schwebstoffkonzentration. Die Punkte entsprechend den Messwerten aus Tabelle 1.

Dass wesentliche Prozesse des Schwebstofftransports im Modell nachgebildet werden können, verdeutlicht auch die Betrachtung synoptischer Daten. In Bild 3.7 ist dies am Beispiel des Querprofils bei Cuxhaven (Elbe-Km 728) bei Hochwasser zu erkennen. Zu beachten ist in Bild 3.7, dass es sich bei den Darstellungen zwar um Werte aus den gleichen Tidephasen aber aus unterschiedlichen Tiden (Zeiträumen) handelt.

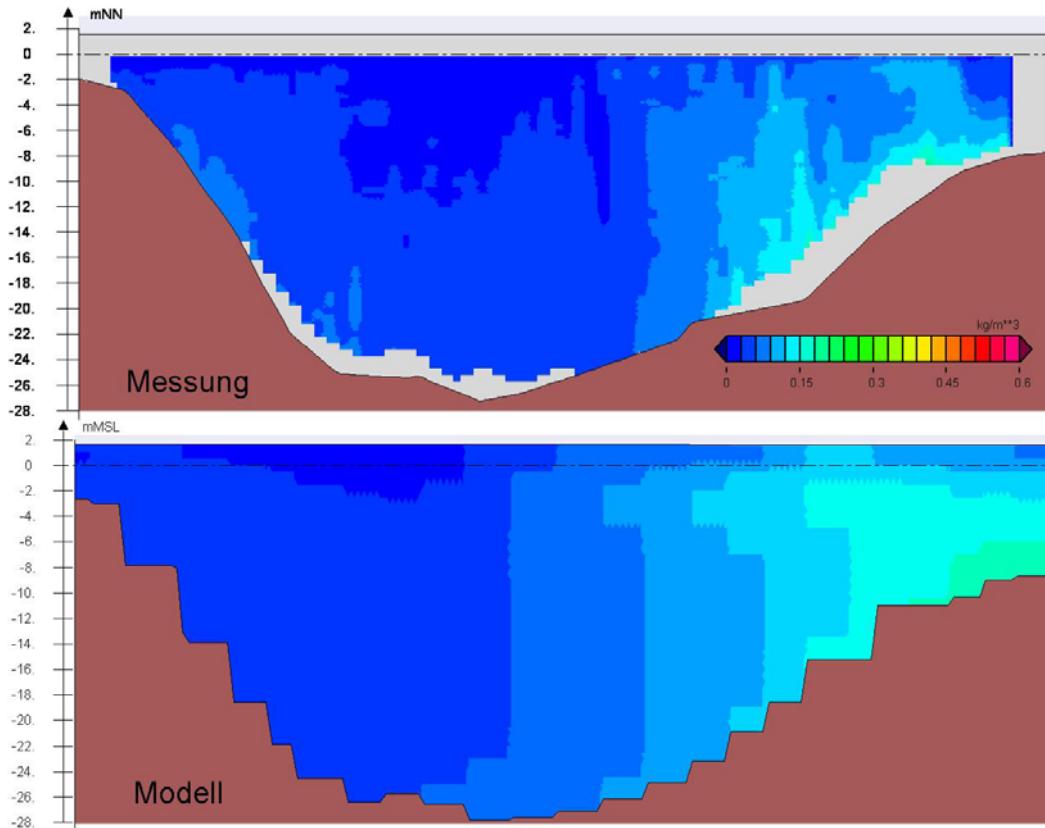


Bild 3.7 Gemessene (oben) und berechnete (unten) Schwebstoffkonzentration am Querprofil Cuxhaven (Elbe-Km 728) bei Hochwasser.

Die berechneten Werte weisen insgesamt einen kontinuierlicheren Verlauf auf als die Messungen. Das Modell gibt dabei allerdings die Schwebstoffverteilung und Intensität im Wesentlichen wieder. Sowohl die höheren sohlnahen Schwebstoffkonzentrationen am rechten Ufer als auch die geringeren oberflächennahen Konzentrationen im linken Profilabschnitt stellt das Modell ähnlich den Messungen dar.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das verwendete Modell die erforderliche Naturähnlichkeit bezogen auf die Hydrodynamik und die relevanten Transportprozesse aufweist.

### 3.3 Modellgebiet und Gitternetz

Das Modellgebiet (Bild 3.8) des verwendeten HN-Modells erstreckt sich vom Wehr bei Geesthacht bis zur Nordsee. Die seeseitige Modellgrenze erstreckt sich entlang der Linie Sahlenburg – Neuwerk – Nigehörn – Bake A – Blauortsand – Wesselburen.

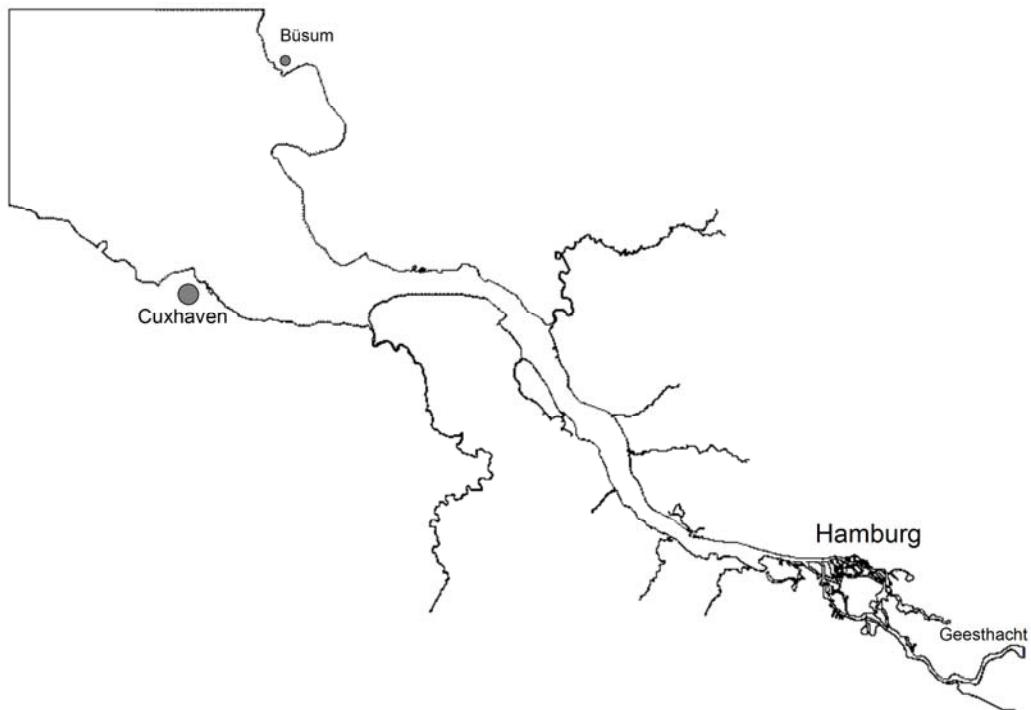


Bild 3.8 Modellgebiet des verwendeten HN-Modells der Tideelbe

Neben der Elbe selbst sind in dem Modellgitter auch die Nebenflüsse Bramau, Bullenfluss, Hetlinger Binnenelbe, Este, Freiburger Hafenpriel, Gauensieker Süderelbe, Ilmenau, Krückau, Lühe, Pinnau, Ruthenstrom, Schwinge, Stör, Wedeler Au, Wischhafener Süderelbe und Oste enthalten.

Als Modellgitter wird ein unregelmäßiges Drei- und Vierecksgitter verwendet, so dass eine an die Topographie angepasste Auflösung möglich war. Das Gebiet wird in der Fläche durch rund 155 000 Gitterzellen aufgelöst, wobei die häufigsten Kantenlängen im Bereich von 20 bis 80 m liegen. Alle Simulationen werden mit dreidimensionaler Auflösung durchgeführt. Die vertikale Auflösung beträgt jeweils einen Meter.

Für einige Varianten der Untersuchung werden Elemente an das Gitternetz angehängt. Außerdem der jeweiligen Maßnahmen wird die Netzstruktur des Modellgitters nicht verändert. Dadurch können Differenzen aufgrund unterschiedlicher Diskretisierungen ausgeschlossen werden.

### 3.4 Modelltopographie

Wie in Abschnitt 3.3 beschrieben unterscheiden sich die Berechnungsgitter nicht. Die verschiedenen Ausbauvarianten werden durch unterschiedliche Modelltopographien beschrieben.

### **Planerischer Ist-Zustand (PIZ)**

Um die vorhabensbedingten Änderungen der Tidedynamik und der Transporte herausarbeiten zu können ist die Berechnungen eines Referenzzustands nötig, der die Ausbaumaßnahmen nicht berücksichtigt (vgl. Bild 3.1). Aufgrund der vielfältigen Funktionen und Nutzungen der Tideelbe unterliegt die Topographie des Ästuars ständigen Eingriffen. Folglich musste davon ausgegangen werden, dass zum Zeitpunkt einer möglichen Verwirklichung der Maßnahmen eine vom aktuellen Ist-Zustand abweichende Bathymetrie vorliegen wird. Als Referenzzustand wird daher ein planerischer Ist-Zustand (PIZ) verwendet. Er enthält ausgehend vom Ist-Zustand alle wesentlichen Vorhaben, die sich bereits in der Realisierungsphase befanden oder deren Realisierung als sicher angenommen werden kann.

Die Modelltopographie des planerischen Ist-Zustands basiert auf Messungen des Jahres 2006. Zusätzliche sind die aktuellen Planungen zur Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt (Stand 9/2009) enthalten. Dies umfasst sowohl die Vertiefung der Fahrrinne als auch die geplanten Unterwasserablagerungsflächen. In Bild 3.9 ist die Differenz zwischen der Topographie des Jahres 2006 und dem planerischen Ist-Zustand abgebildet. Die vertiefte Fahrrinne ist durch die roten Flächen zu erkennen, die blauen Flächen zeigen die Unterwasserablagerungen. Im planerischen Ist-Zustand werden im Bereich des Hamburger Hafens beabsichtigte Um- und Ausbaumaßnahmen berücksichtigt. Dazu zählen die Westerweiterung der Container Terminal- und Logistik-Gruppe Eurogate, die Errichtung des fünften Liegeplatzes des Container Terminals Altenwerder sowie die Umbaumaßnahmen im mittleren Freihafen, mit dem Ausbau des Containerterminals Tollerort und dem Central Terminal Steinwerder samt Verfüllung des Ober-, Trave- und Kaiser-Wilhelm-Hafens sowie des Roß-Kanals.

Um eine Vergleichbarkeit (identische Netzstruktur) des planerischen Ist-Zustands und des Ausbauzustands zu gewährleisten, enthält das Modellgitter des planerischen Ist-Zustands bereits die Strukturen der untersuchten Maßnahmen. Dadurch unterscheiden sich die in Bild 3.9 verglichenen Gitter des Ist-Zustandes und des planerischen Ist-Zustandes im Anschlussbereich der Maßnahmen und im Areal des Spadenländer Busch. Die aus der unterschiedlichen Diskretisierung resultierenden Tiefenunterschiede sind in dem Zoombereich in Bild 3.9 deutlich zu erkennen.

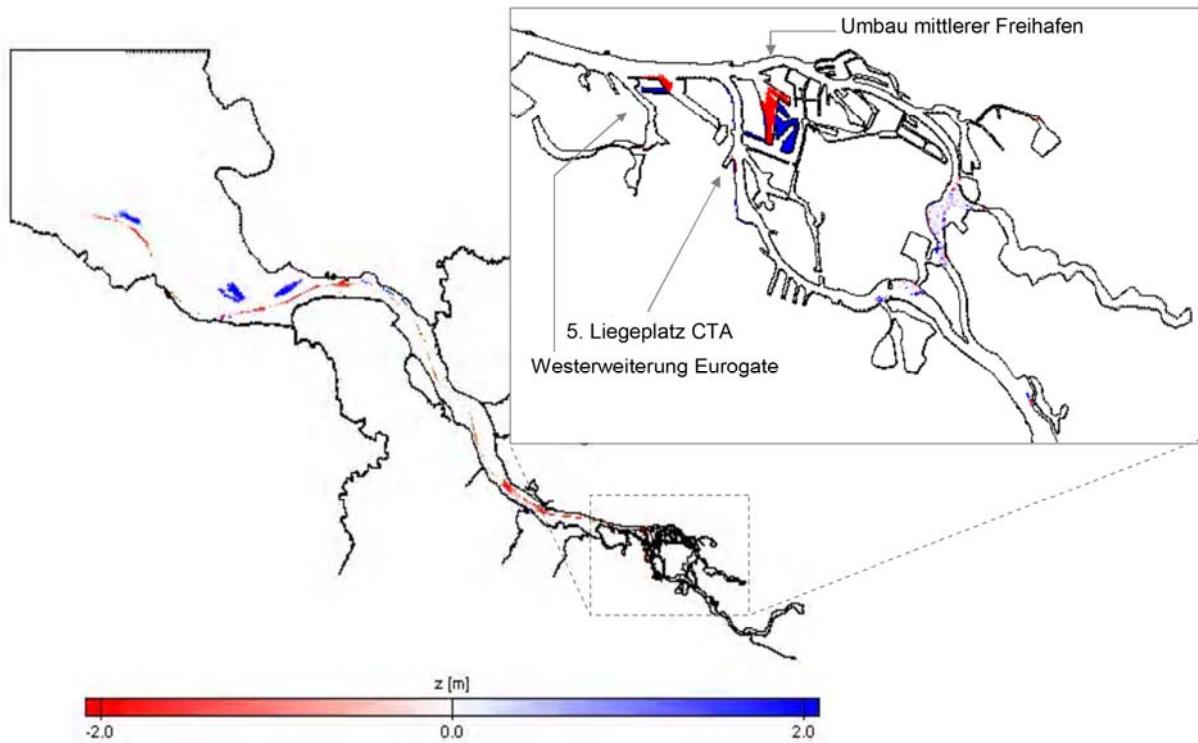


Bild 3.9 Differenztopographie zwischen dem IST Zustand (2006) und dem PIZ

Im Bereich der Maßnahmen werden die Tiefen im planerischen Ist-Zustand auf den ursprünglichen Werten belassen oder so stark herauf gesetzt, dass eine Überflutung der Flächen ausgeschlossen ist (+10 mNN).

### Ausbauzustände (AZ)

Aus dem Modellgitter des planerischen Ist-Zustandes wird für jede untersuchte Variante ein Ausbauzustand erstellt. Außerhalb der betrachteten Maßnahmen unterscheiden sich die Modelltopographien nicht. Teilweise wird im Nahbereich und innerhalb der Maßnahmen eine nicht erodierbare Sohle vorgegeben, um starken Erosionen im Fall hoher lokaler Strömungsgeschwindigkeiten vorzubeugen. Dieses Vorgehen ist soweit zulässig, wie keine Aussagen über das lokale Schwebstoffverhalten im Bereich der angeschlossenen Maßnahmen abgegeben werden. Dadurch, dass jeweils nur eine Maßnahme berücksichtigt wird, sind die Ergebnisse der einzelnen Rechnungen untereinander vergleichbar. Allein bei der Untersuchung von Kombinationen mehrere Maßnahmen werden verschiedene Maßnahmen in einem Ausbauzustand berücksichtigt. Eine Beschreibung der verschiedenen Untersuchungsvarianten und deren Ausbauzustände erfolgt gesondert in den einzelnen Berichten.

### 3.5 Modellsteuerung

Die Steuerung des Modells erfolgt über die Vorgabe von Randwerten. Am seeseitigen Rand werden die Wasserstände des Simulationszeitraumes (Mai 2002) eingesteuert. Der Simulationszeitraum ist identisch mit den vorhergehenden Untersuchungen der BAW (BAW, 2007a & b). Zusätzlich zu den Wasserständen werden konstante Werte für den Salzgehalt und die Temperatur vorgegeben. Schwebstoffe werden über den Nordseerand nicht in das System eingebracht. Am Wehr Geesthacht wird das Oberwasser durch die direkte Vorgabe des Zuflusses (Dirichlet-Randbedingung) angegeben. Im Monat Mai 2002 lag der Oberwasserzufluss (Pegel Neu Darchau) zwischen 580 m<sup>3</sup>/s und 900 m<sup>3</sup>/s. Für die Berechnung der Varianten wird jedoch der langjährig häufigste Abfluss von 350 m<sup>3</sup>/s konstant über den gesamten Simulationszeitraum angesetzt. Weiterhin wird bei Geesthacht eine mittlere Schwebstoffkonzentration von 0,04 kg/m<sup>3</sup> und ein Salzgehalt von 0,2 eingesteuert. Der Oberwasserzufluss durch die in Abschnitt 3.3 aufgeführten Nebenflüsse der Elbe wird in Form von Quelltermen berücksichtigt.

Zu Beginn der Simulation wird innerhalb des Modellgebiets ein Anfangszustand vorgegeben um ein zügiges Einschwingen des Modells zu gewährleisten. Dabei werden der Wasserstand im gesamten Modellgebiet mit 1,4 m und ein ortsabhängiger Salzgehalt zwischen 30 (seeseitig) und 0,2 (binnenseitig) vorgegeben.

### 3.6 Analyse und Bewertung

Um fundierte Prognosen über die Auswirkung der geplanten Maßnahmen abzugeben, bedürfen die Rechenwerte aus den Modellsimulationen und –analysen der fachwissenschaftlichen Interpretation. Die Ergebnisse sind nicht die alleinige Grundlage der gutachterlichen Aussagen, da sowohl die gewässerkundlichen Erkenntnisse über das Untersuchungsgebiet als auch die revier- und methodenspezifischen Erfahrungen des Gutachters in der wasserbaulichen Systemanalyse mit in die Bewertung einfließen müssen.

Allgemein haben die untersuchten Maßnahmen in ihrer jeweiligen Wirkung unterschiedliche Einflüsse auf die Tidedynamik. Insgesamt vergrößern sie den bereitstehenden Flutraum für die in das Ästuar einschwingende Tidewelle. Als Folge wird der Tidehub gedämpft.

Die durch die Gezeitenkräfte hervorgerufene Tidewelle wandert von der Elbmündung hinauf bis zur Tidegrenze am Wehr Geesthacht. Dabei unterliegt sie einer Reihe von Einflüssen, die zu einer Veränderung der Form und Intensität der Tidewelle führen. In Bild 3.10 sind die Einflüsse der Wellenfortschrittsgeschwindigkeit, der Advektion und der Dissipation auf die Tidewelle dargestellt. Die Wirkung der nichtlinearen Terme auf die fortschreitende Tidewelle führt nach [Parker, 1991] zu einer Wellenfortschrittsgeschwindigkeit (Punkt 1 in Bild 3.10) die im Tideverlauf zeitlich variiert. Durch die geringere Wassertiefe unter dem Wellental schreitet

der Berg der Tidewelle schneller fort als das Wellental. Die Überlagerung der durch die Gezeiten und den Oberwasserzufluss induzierten Strömungsgeschwindigkeiten bewirken eine zeitliche Variation der Advektion (Punkt 2 in Bild 3.10). Außerdem führt die zeitlich variierende Wassertiefe zu einer zeitlichen Variation der Energiedissipation (Punkt 3 in Bild 3.10). Diese Prozesse erzeugen eine Asymmetrie der Tidekurve, die sich durch einen steileren Flut- und flacheren Ebbeast auszeichnet.

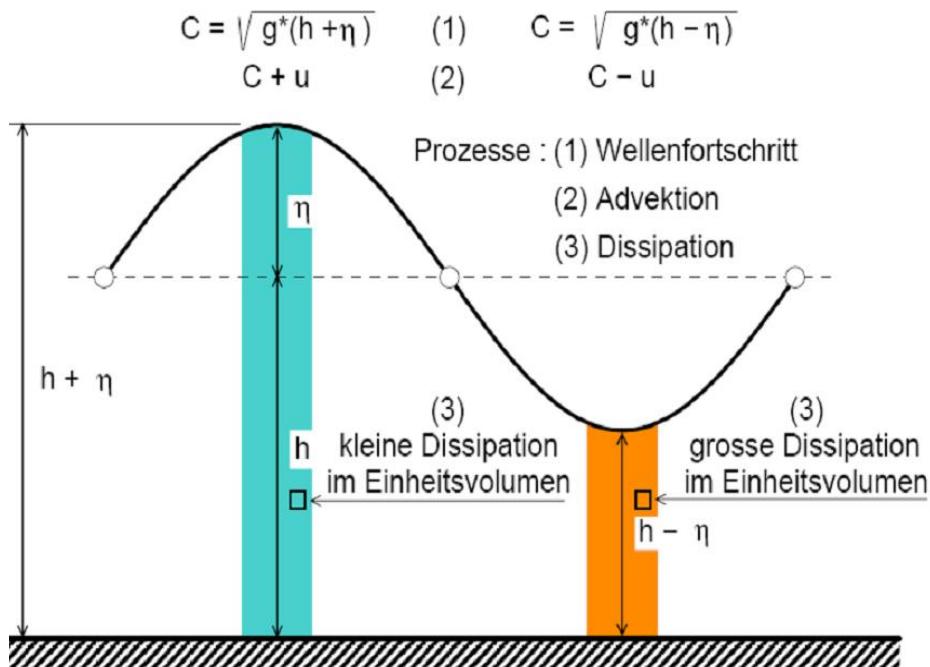


Bild 3.10 Einflüsse der nichtlinearen Terme auf die fortschreitende Tidewelle (nach Parker, 1991)

Wie [Boehlich, 2003] zeigt, nimmt die Asymmetrie der Tidekurve der Elbe auf ihrem Weg von der Nordsee nach Oberstrom zu. Neben den genannten Prozessen spielen hierbei auch der nach Oberstrom zunehmende Einfluss des Oberwassers sowie die Breitenkonvergenz eine Rolle. Trotz der fortlaufenden Dämpfung der Tidewelle infolge von Energieverlusten durch Reibung an der Sohle und den Ufern steigt die Gezeitenamplitude Richtung Oberstrom an. Dies ist nach [Boehlich, 2003] auf die Reflexion der Tidewelle an der Gewässertopographie und dem Wehr Geesthacht zurückzuführen. Unterhalb eines reflektierenden Querschnitts setzt sich die resultierende Tidewelle aus den Anteilen der einlaufenden und reflektierten Tidewelle zusammen. Durch die Überlagerung zweier gegenläufiger Wellen verschieben sich nach [Lang, 2003] die Kenterpunkte der Tideströmung und erhöht sich die Tideamplitude. Die Verringerung der Gewässerbreite Richtung Oberstrom trägt ebenfalls zu einem Anstieg des Tidehubs bei, da sich die eingetragene Energie auf einen kleineren Querschnitt konzentriert.

Die Reflektions- und Dämpfungseigenschaften eines Ästuars sind durch seine Hydromorphologie geprägt. In seitlichen Abzweigen eines Ästuars wie beispielsweise Nebenflüssen, Hafenbecken oder Altarmen wird ein Teil der Tideenergie reflektiert, ein anderer Teil wird beim Füllen und Leeren der Becken dissipiert. Dadurch wird der Tidewelle Energie entzogen und der Tidehub gedämpft. Dieser Effekt kommt auch beim Anschluss von zusätzlichem Flutraum in Form der Maßnamen Neuland und Kiesteich zum Tragen. Neben dem Tidehub werden durch die beschriebenen Prozesse auch die Strömungsverhältnisse im Ästuar verändert, was sich wiederum auf die advektiven Transportprozesse auswirkt.

Zur besseren Darstellung des Systemverhaltens werden aus den Ergebnissen der Simulationen Tidekennwerte der Wasserstände, der Strömungen, des Salzgehalts und des Schwebstofftransports ermittelt. Um Einflüsse aus der Einschwingphase der Rechnungen auf die Analyseergebnisse zu reduzieren, beginnt der Analysezeitraum erst nach einer Simulationsdauer von ca. acht Tagen. Der Analysezeitraum selber erstreckt sich über zwei Wochen und entspricht einem Spring-/Nipp-Zyklus. Die Analyseverfahren und –parameter sind auf den Internetseiten der BAW (BAW, 2010b) ausführlich dokumentiert.

Die Analyse der Tidekennwerte erfolgt an dicht aufeinander liegenden Positionen (100 m Abstand) entlang der Mitte der Fahrrinne der Elbe. Auf diese Weise lassen sich die Ergebnisse auf einem Längsprofil darstellen. **Im Bereich des Stromspaltungsgebiets verläuft das Profil durch die Norderelbe.** Da es entlang der Mitte der Fahrrinne der Elbe verläuft wird es im Weiteren als Trassenprofil bezeichnet. Die Simulationsergebnisse (Strömungsgeschwindigkeit, Salzgehalt und Schwebstoffgehalt) der dreidimensionalen Berechnung werden über die Tiefe gemittelt. Zusätzlich werden die Analyseergebnisse des Schwebstoffs über Querprofile integriert und auf deren Schnittpunkten mit dem Längsprofil abgelegt. Die zwischen Elbe-Km 620 und 740 gelegenen Querprofile haben einen Abstand von einem Kilometer und erstrecken sich jeweils über den gesamten relevanten Fließquerschnitt. Für einige Maßnahmen wurden zusätzliche Querprofile im Stromspaltungsgebiet (Elbe-Km 620 bis 608) analysiert und Ergebnisse entlang eines Längsprofils durch die Süderelbe (im Weiteren als Süderelbprofil bezeichnet) abgebildet. Der Verlauf der verwendeten Längs- und Querprofile kann dem Bild 3.11 entnommen werden. Die Querprofile sind so angeordnet, dass ein Transport (z.B. adv. Schwebstofftransport) in Richtung des Flutstroms als positiv definiert ist. Transport in Richtung des Ebbstroms wird durch negative Werte dargestellt. Für die Differenzen zwischen Ausbauzustand und planerischem Ist-Zustand bedeutet dies, dass negative Werte im Ebbstromtransport einen Anstieg und positive Werte eine Reduktion des Transports bedeuten. Im Flutstromtransport verhält es sich aufgrund des umgekehrten Vorzeichens genau andersherum.

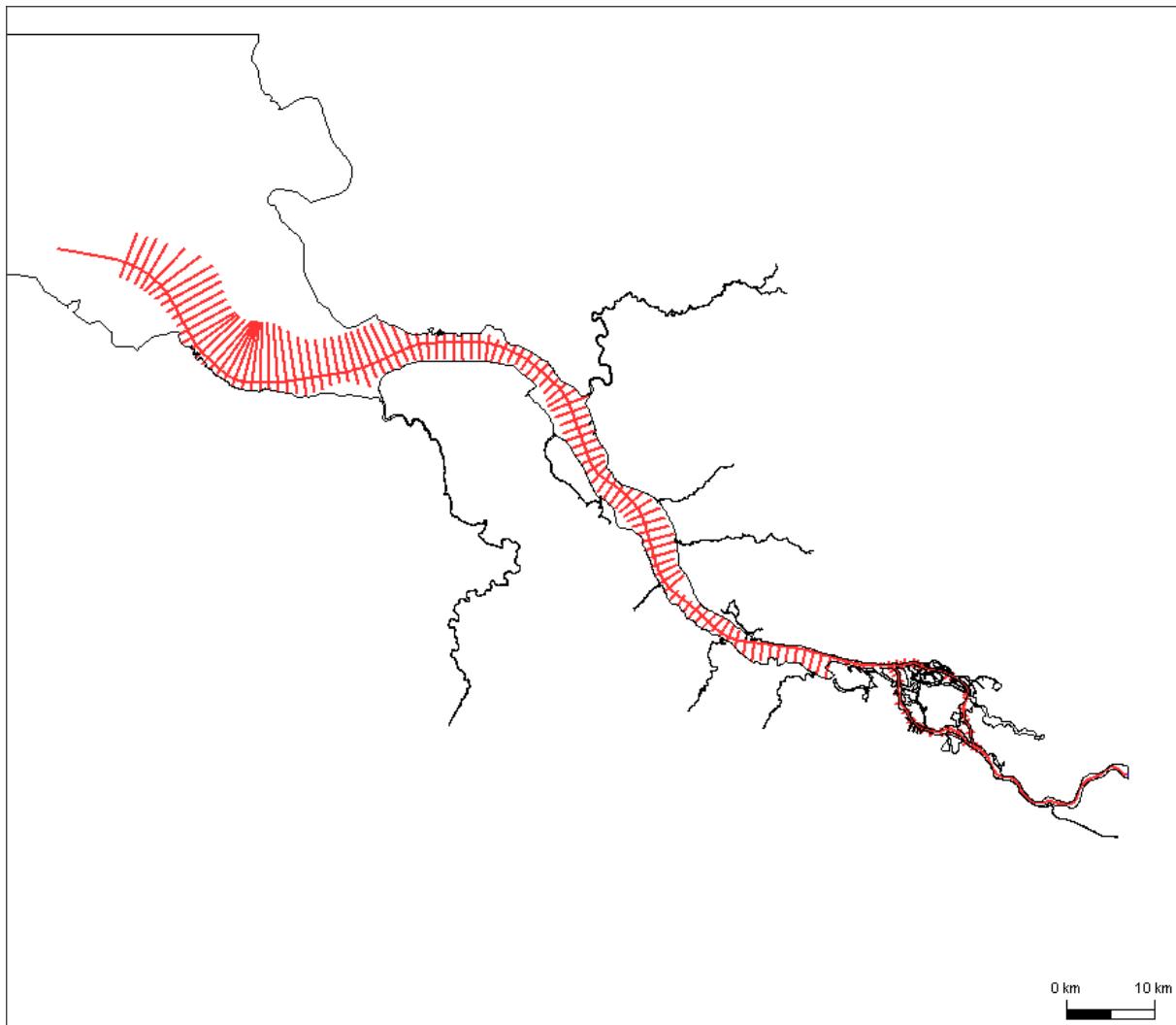


Bild 3.11 Verwendete Längs- und Querprofile in der Elbe

Die Tidekennwerte werden zwischen dem Wehr bei Geesthacht (Elbe-Km 586) und Elbe-Km 748 als Liniengrafiken für den Referenzzustand (PIZ) und die Ausbauzustände (AZ) dargestellt. Die durch die Maßnahmen bedingten Änderungen ergeben sich aus den Differenzdarstellungen (AZ-PIZ). Durch subtrahieren der Werte des planerischen Ist-Zustands von denen des Ausbauzustands verursachen maßnahmenbedingt Erhöhungen eine Zunahme der Kennwerte. Ausbaubedingte Änderungen werden nur berücksichtigt, wenn sie einen sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwert überschreiten. Die gewählten Schwellenwerte sind in der Tabelle 3.3 aufgeführt.

Kenngroße	Schwellenwert
Δ Wasserstand	1,0 cm
Δ Strömungsgeschwindigkeit	2,5 cm/s
Δ Salzgehalt	0,1

Tabelle 3.3 Gewählte Schwellenwerte der Tidekennwerte für ausbaubedingten Änderungen

Hinsichtlich der Veränderung in der Schwebstoffdynamik ist darauf hinzuweisen, dass die natürlichen Verhältnisse aufgrund von Beobachtungen bisher nur qualitativ bekannt sind und nur wenig brauchbares Datenmaterial für eine quantitative Beurteilung existiert. Das verwendete Modell kann daher hinsichtlich der Schwebstoffdynamik nur qualitative Aussagen mit hinreichender Sicherheit prognostizieren. Die im Modell berechneten Werte und deren Differenzen werden hier zwar wieder gegeben, in der Bewertung der Maßnahmen jedoch nur qualitativ berücksichtigt. Aus diesem Grund ist für den Schwebstoffgehalts kein Schwellenwert angegeben.

Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg  
Hamburg, im Juli 2011

Im Auftrag

gez. Winkel

---

Dr. rer. nat. N. Winkel  
(Regierungsdirektor)

Bearbeiter

gez. Klöpper

---

Dipl.-Ing. M. Klöpper  
(Wiss. Angestellter)

## 4 Literaturverzeichnis

BAW, 2003 Potentialanalyse für die Unter- und Außenelbe. Systemanalyse zur hydraulischen Kompensation nachteiliger Entwicklungen der kennzeichnenden Tidewasserstände.; Auftrag Nr. 5.02.10014; Bundesanstalt für Wasserbau; Unveröffentlicht

Casulli, 2004 Technical Report Mathematical Model UnTRIM Validation Document, Version June 2004 (1.0), V. Casulli, G. Lang, Trento Hamburg, August 2004  
<http://www.baw.de/proghome/abteilungen/wbk/Methoden/hnm/untrim/PDF/vd-untrim-2004.pdf>

BAW 2007a Mittel- und langfristiges Strombaukonzept für die durch Tide beeinflusste Elbe, Systemstudie zur Auswirkung der Schaffung von Fluträumen im Bereich der „Doveelbe“; Gutachten BAW-Nr. A39550310069; Bundesanstalt für Wasserbau; Unveröffentlicht.

BAW 2007b Mittel- und langfristiges Strombaukonzept für die Tideelbe, Systemstudie zur Auswirkung der Schaffung von Flutraum im Bereich der „Alten Süderelbe“; Gutachten BAW-Nr. A39550310069; Bundesanstalt für Wasserbau; Unveröffentlicht.

BAW, 2010a Mathematische Verfahren bei der BAW-DH  
[http://www.baw.de/methoden/index.php5/Mathematisches\\_Verfahren\\_UNTRIM](http://www.baw.de/methoden/index.php5/Mathematisches_Verfahren_UNTRIM)

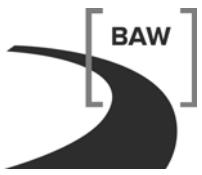
BAW, 2010b Analyse der Berechnungsergebnisse.  
[http://www.baw.de/methoden/index.php5/Analyse\\_der\\_Berechnungsergebnisse](http://www.baw.de/methoden/index.php5/Analyse_der_Berechnungsergebnisse)

Boehlich, 2003 Tidedynamik der Elbe, Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau Nr. 86, S. 55-60, Marcus J. Boehlich, 2003

HPA, 2006 Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg; H.P. Dücker, H.-H. Witte, H. Glindemann und K. Thode; HPA 2006

Lang, 2003 Ein Beitrag zur Tidedynamik der Innenjade und des Jadebusens, Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau Nr. 86, S. 33-42, Dr. Günther Lang, 2003

Parker, 1991 Tidal Hydrodynamics, National Oceanic and Atmospheric Administration US, Department of Commercial, Rockville Maryland, John Wiley & Sons, Inc., Bruce B. Parker (Ed.), USA 1991



## 5 Anhang

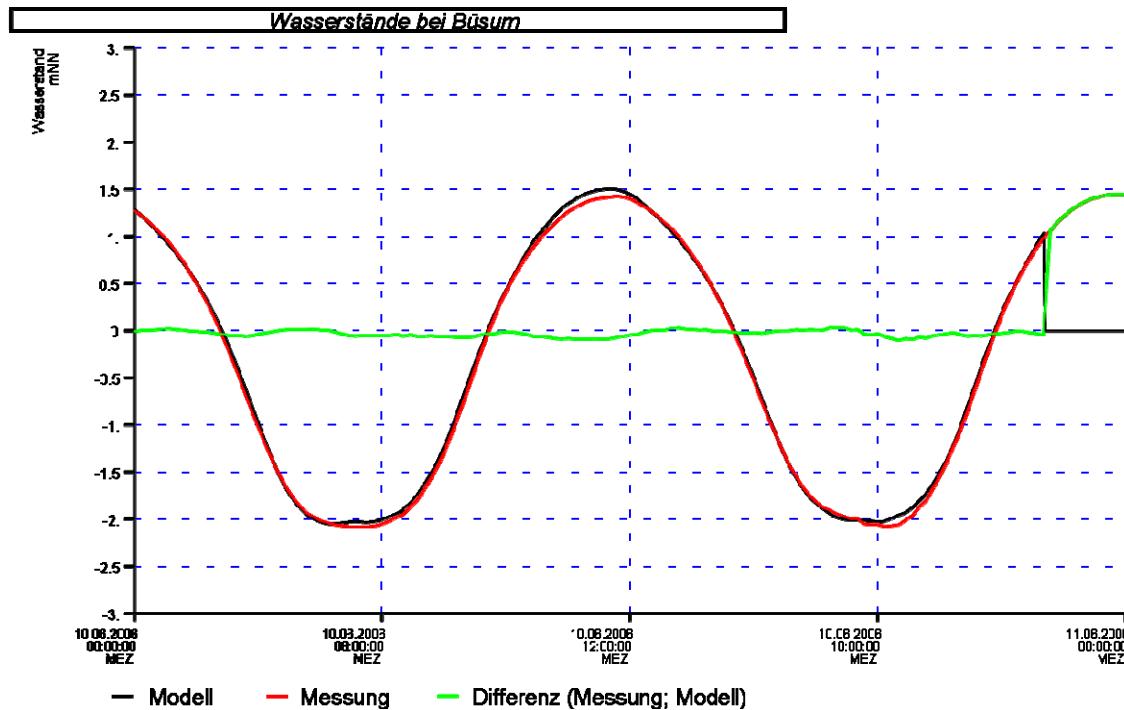


Bild 5.1 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Büsum

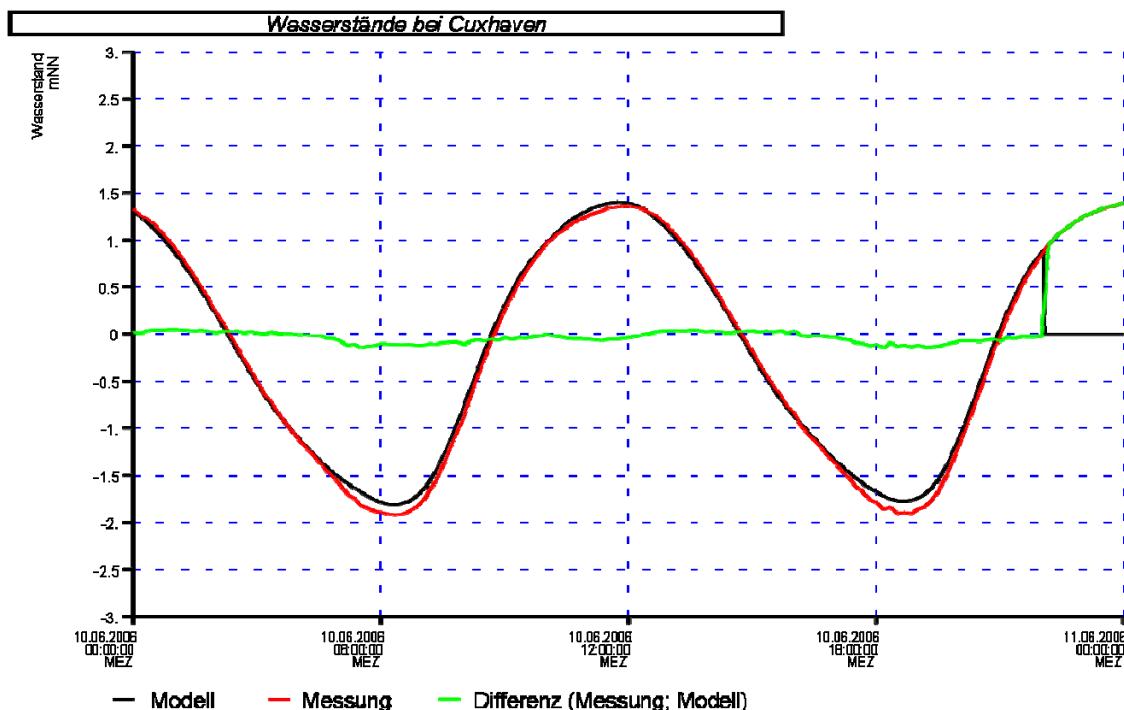


Bild 5.2 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Cuxhaven

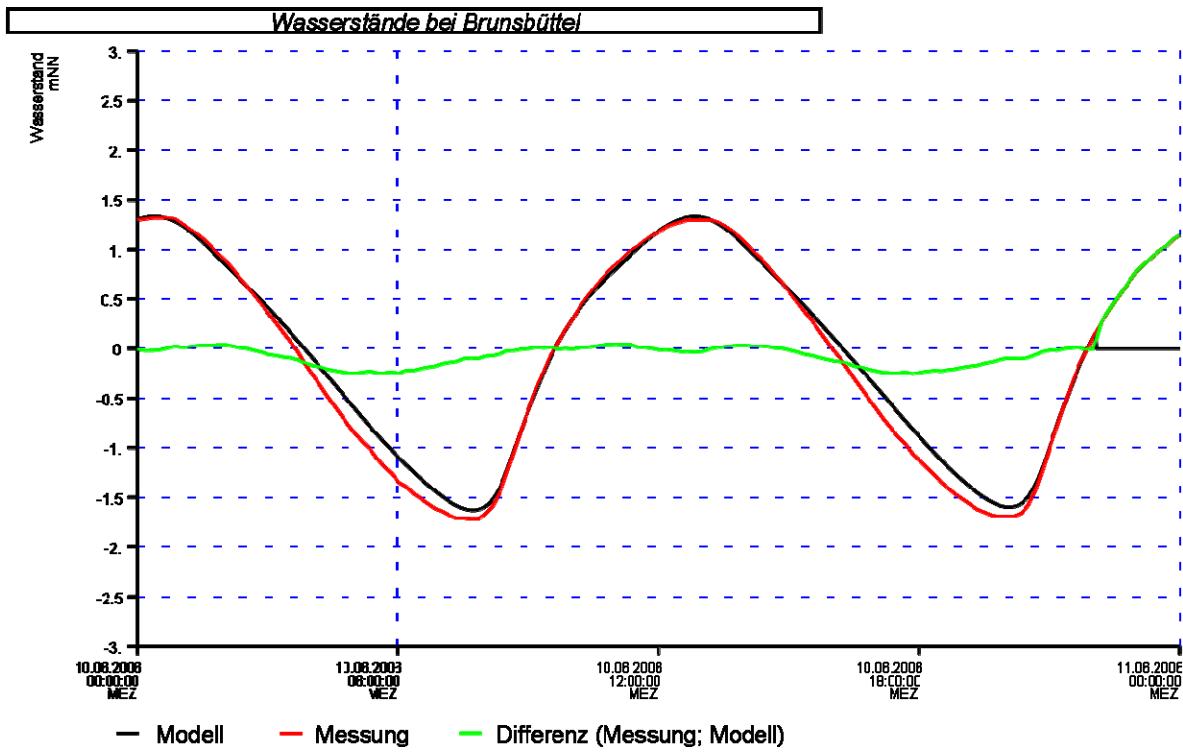


Bild 5.3 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Brunsbüttel

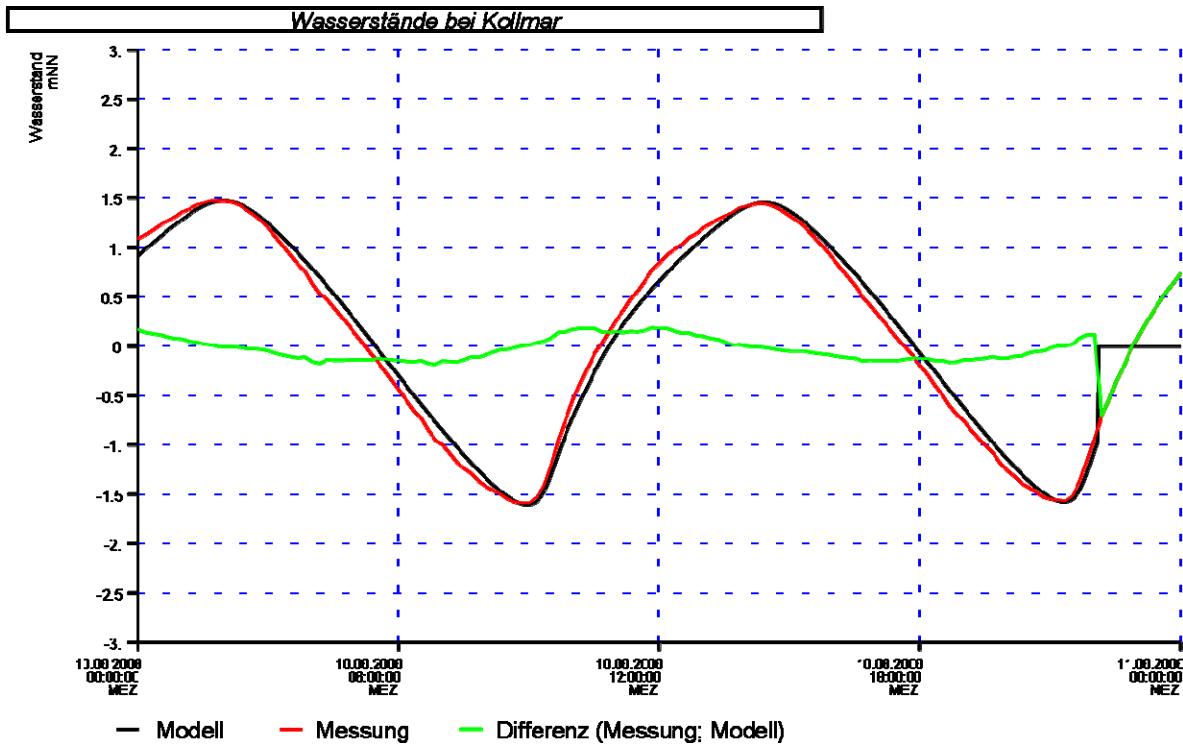


Bild 5.4 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Kollmar

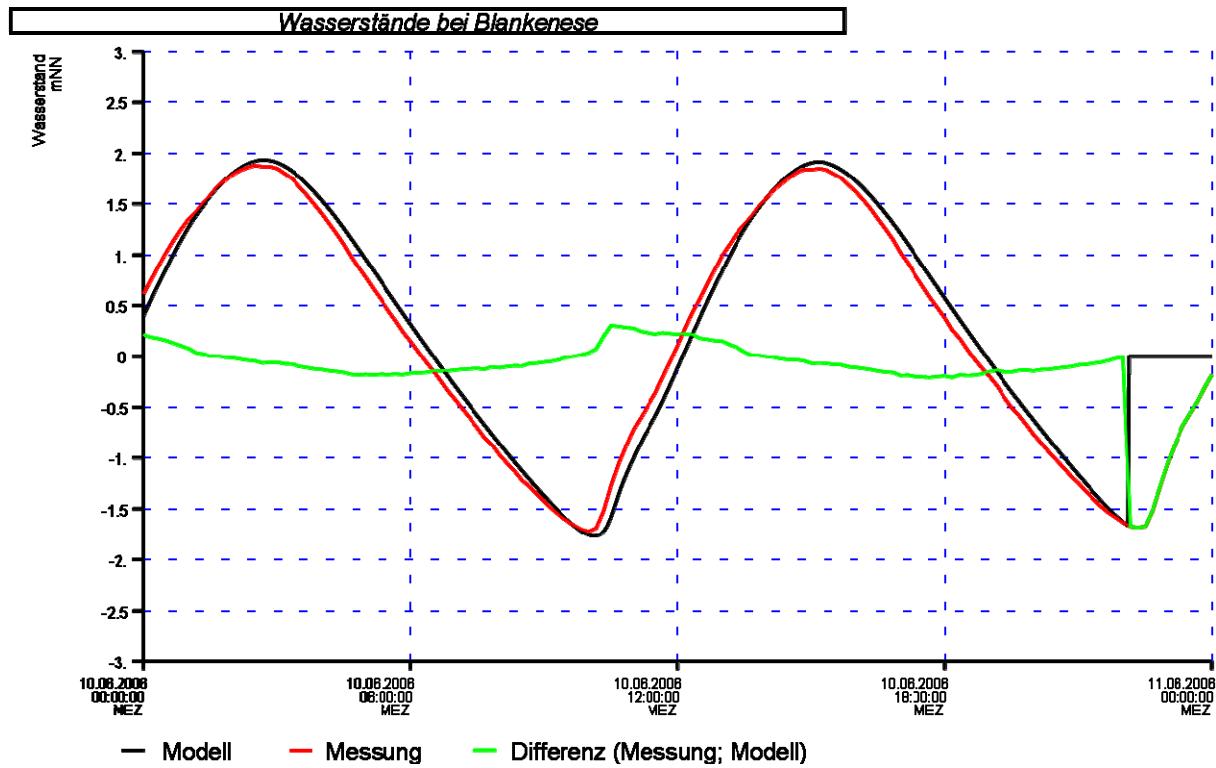


Bild 5.5 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Blankenese

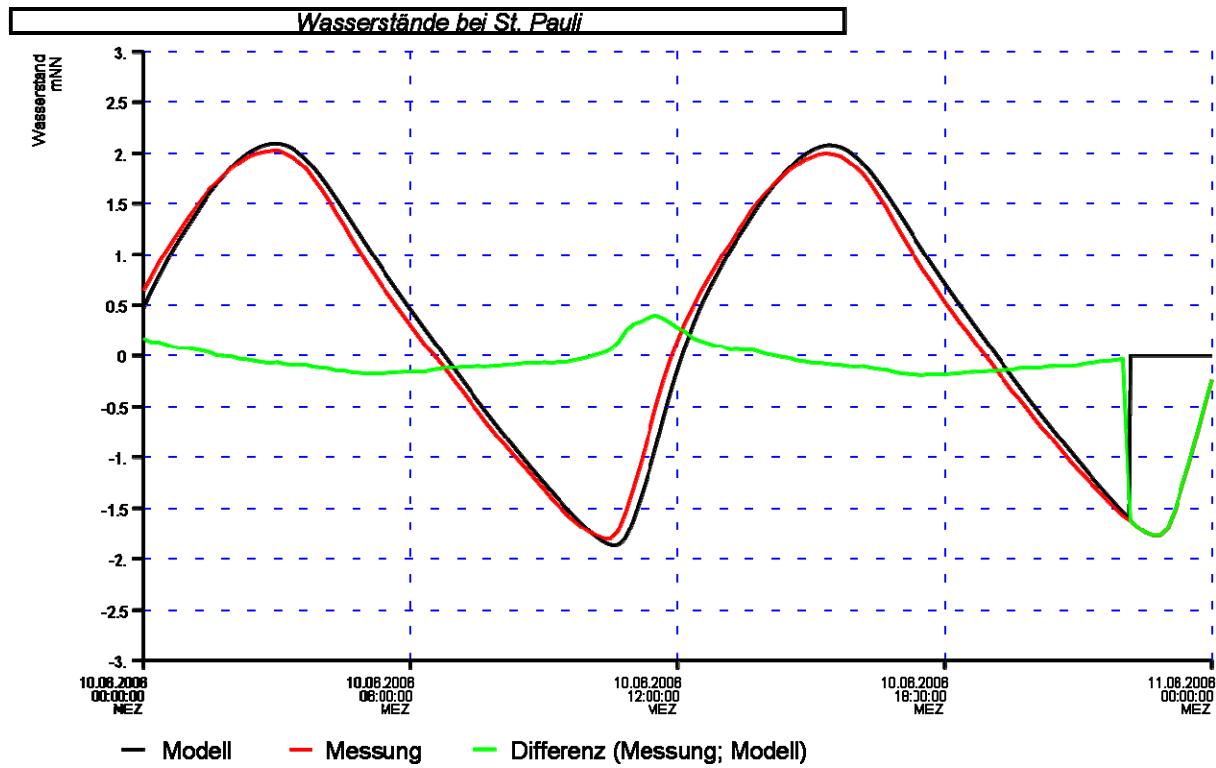


Bild 5.6 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei St. Pauli

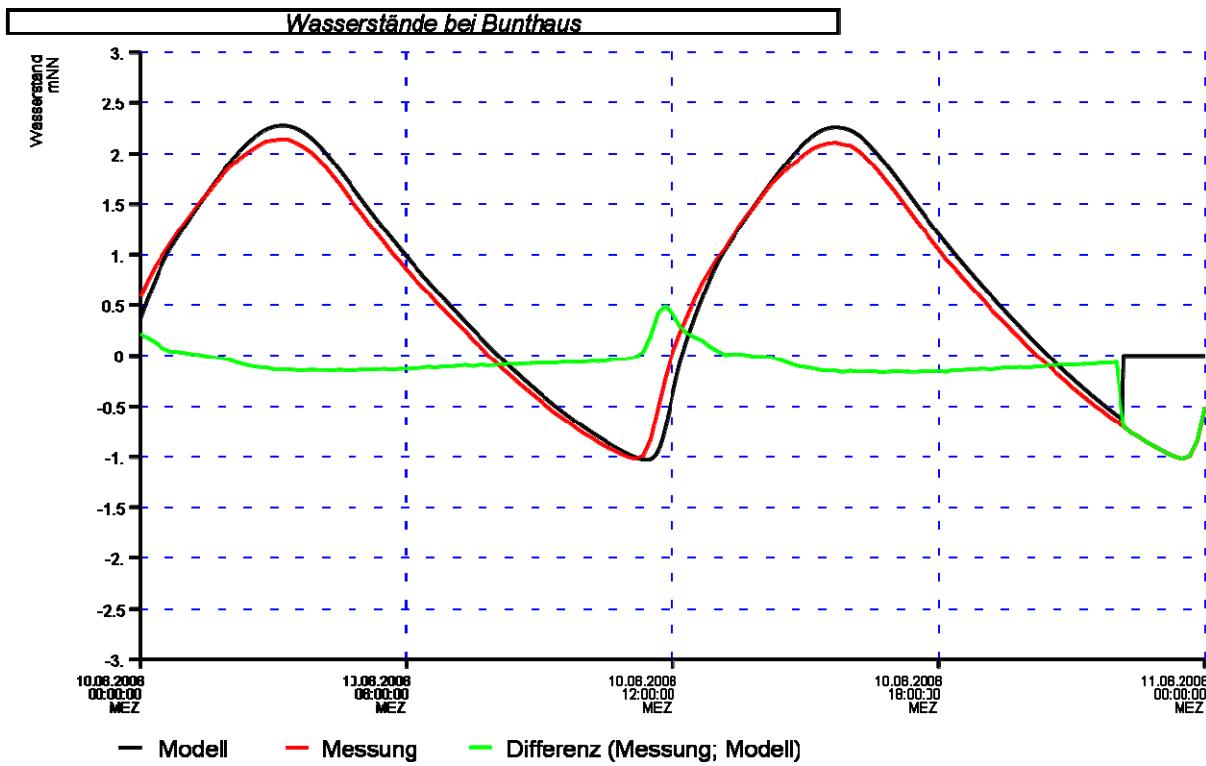


Bild 5.7 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Bunthaus

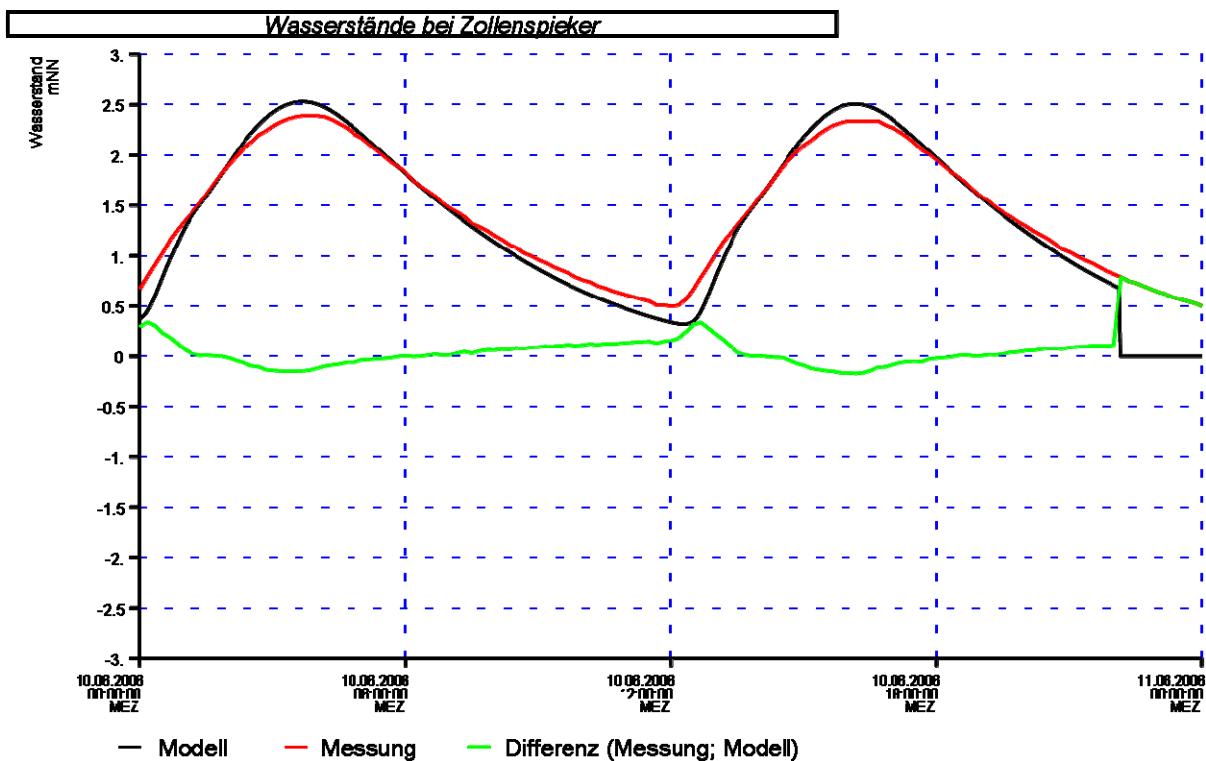


Bild 5.8 Vergleich der Wasserstände (Modell, Messungen) bei Zollenspieker

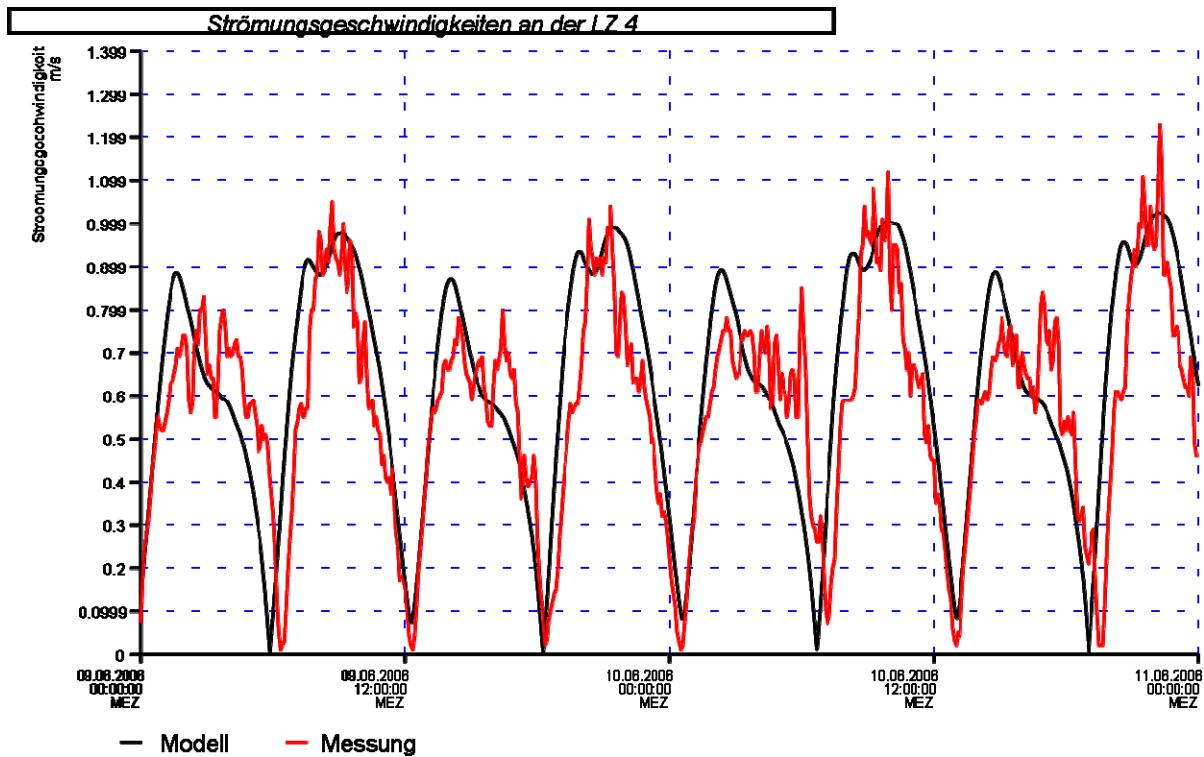


Bild 5.9 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ4

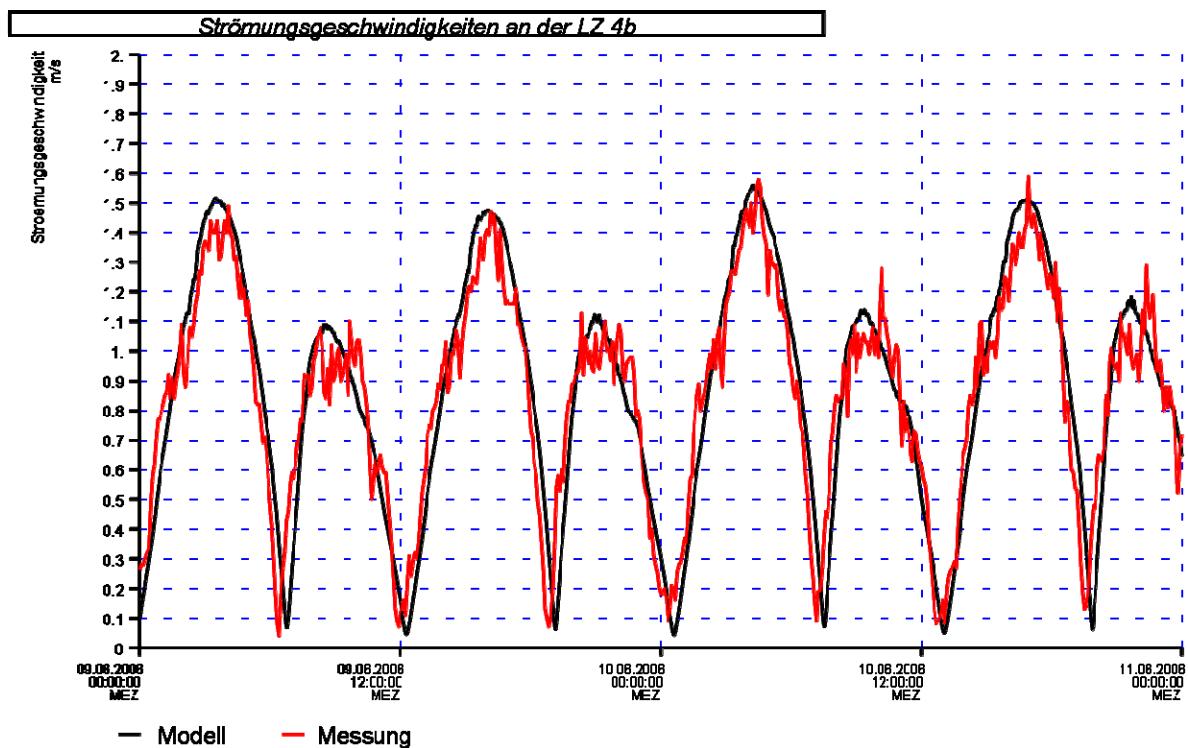


Bild 5.10 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ4b

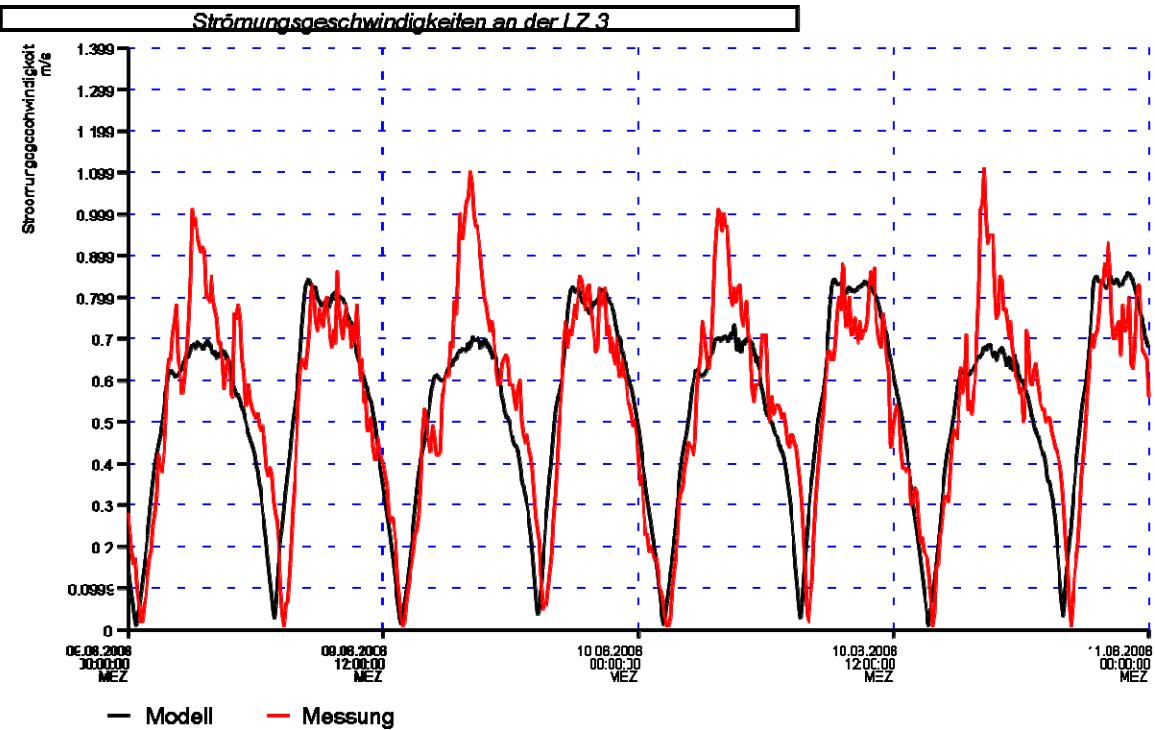


Bild 5.11 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ3

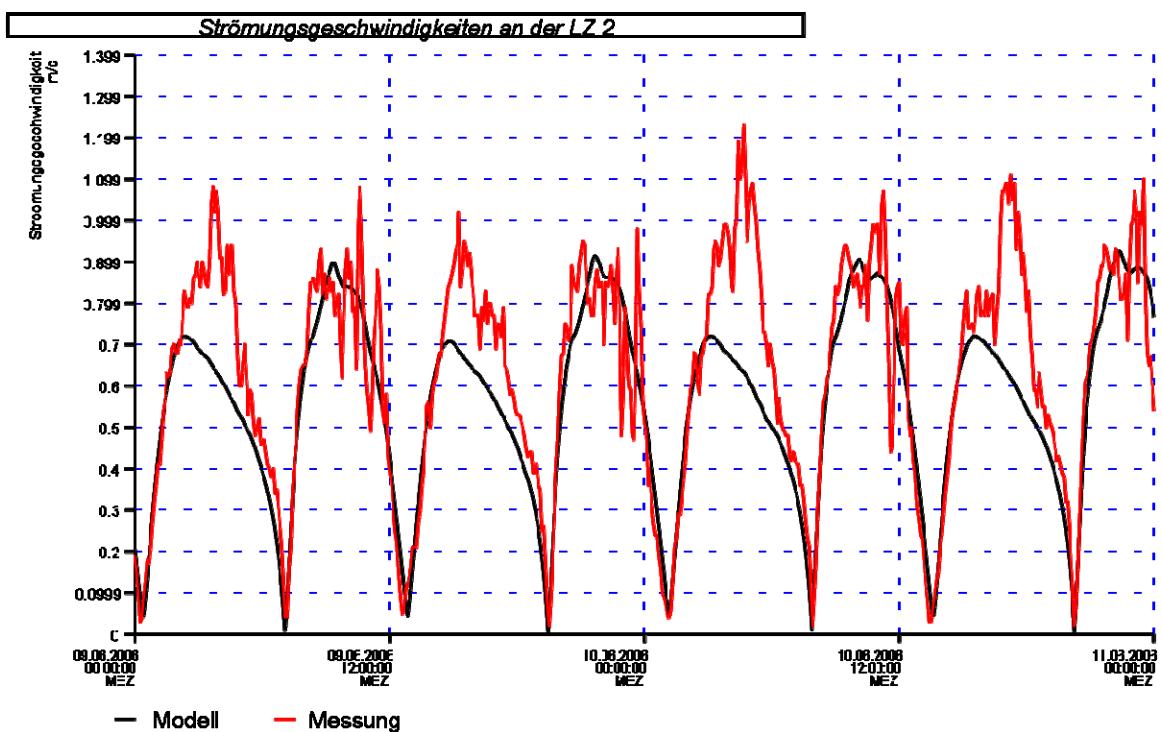


Bild 5.12 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ2

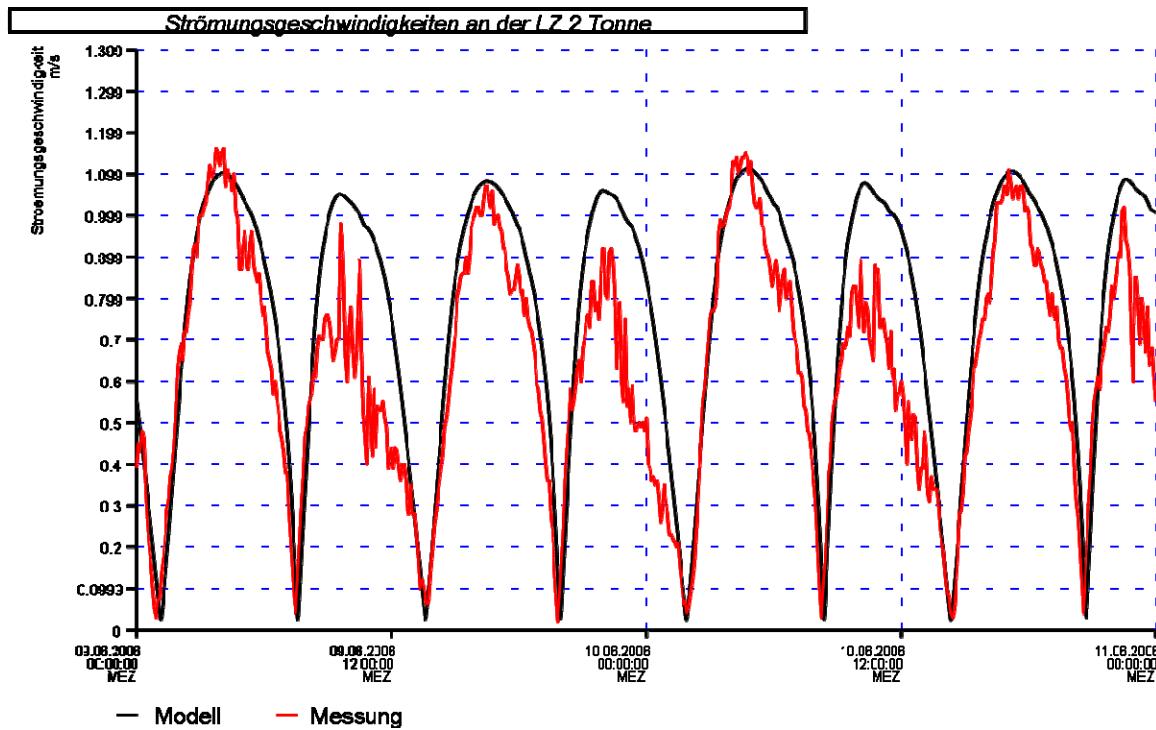


Bild 5.13 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ2 Tonne

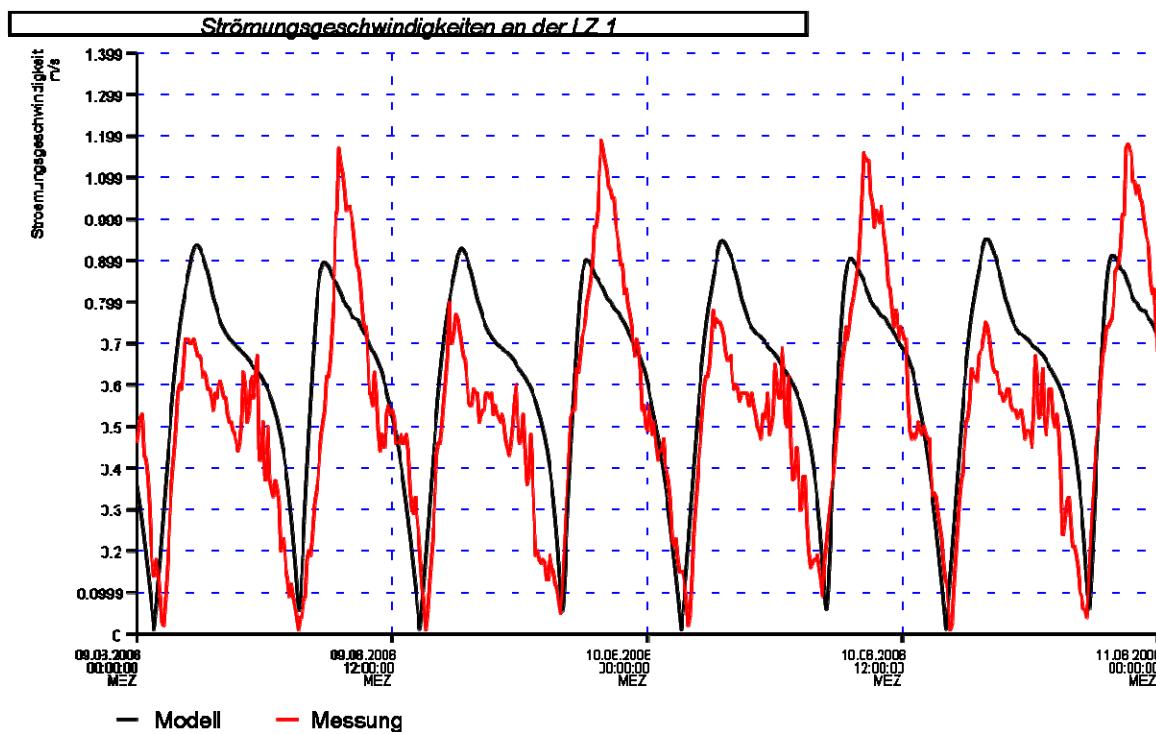


Bild 5.14 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ1

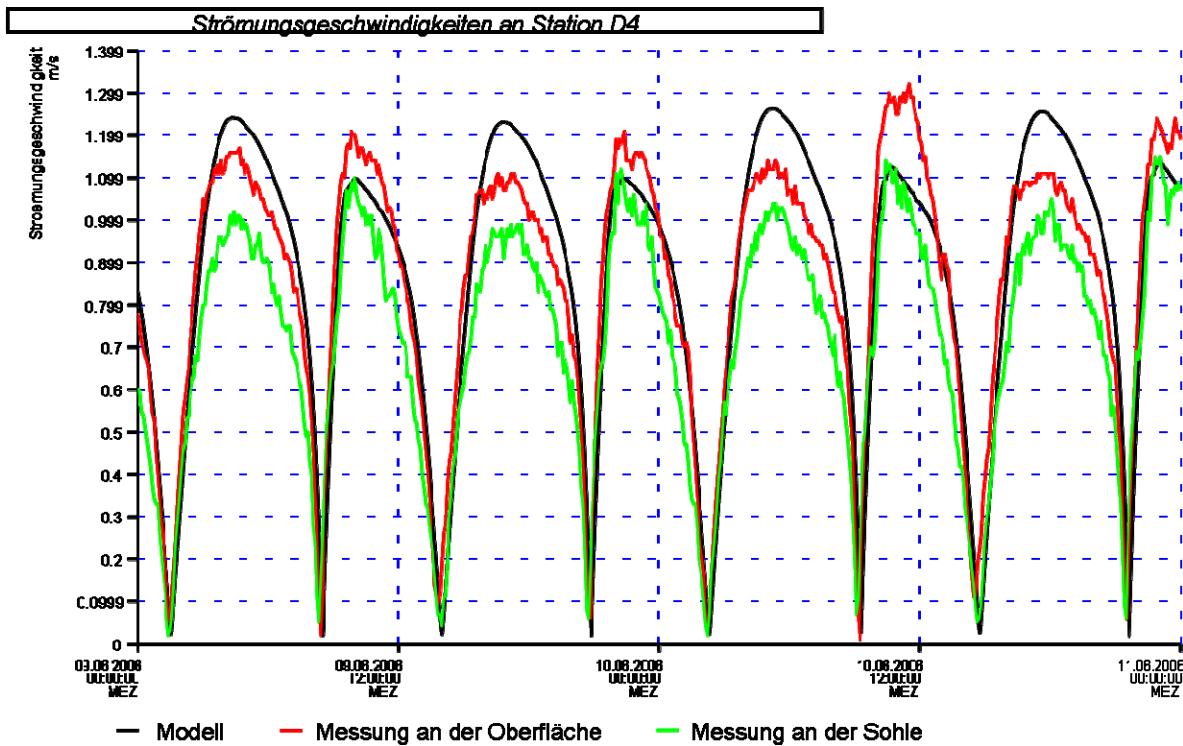


Bild 5.15 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Messstation D4

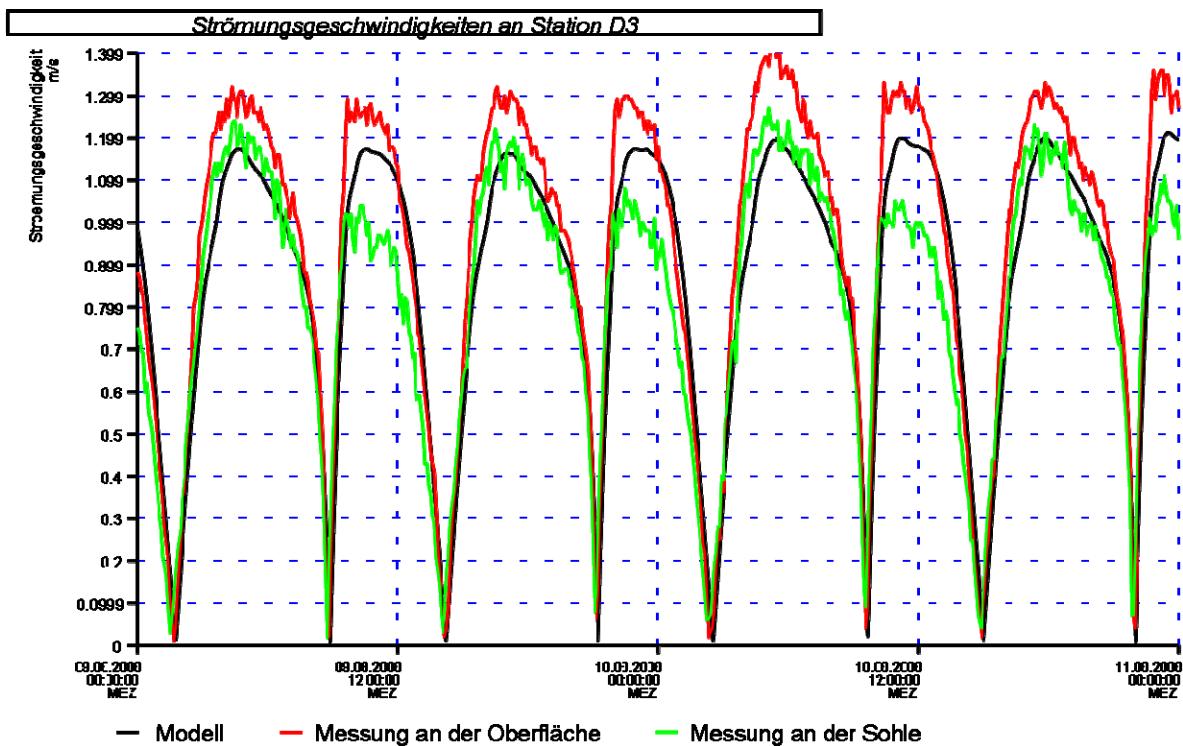


Bild 5.16 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Messstation D3

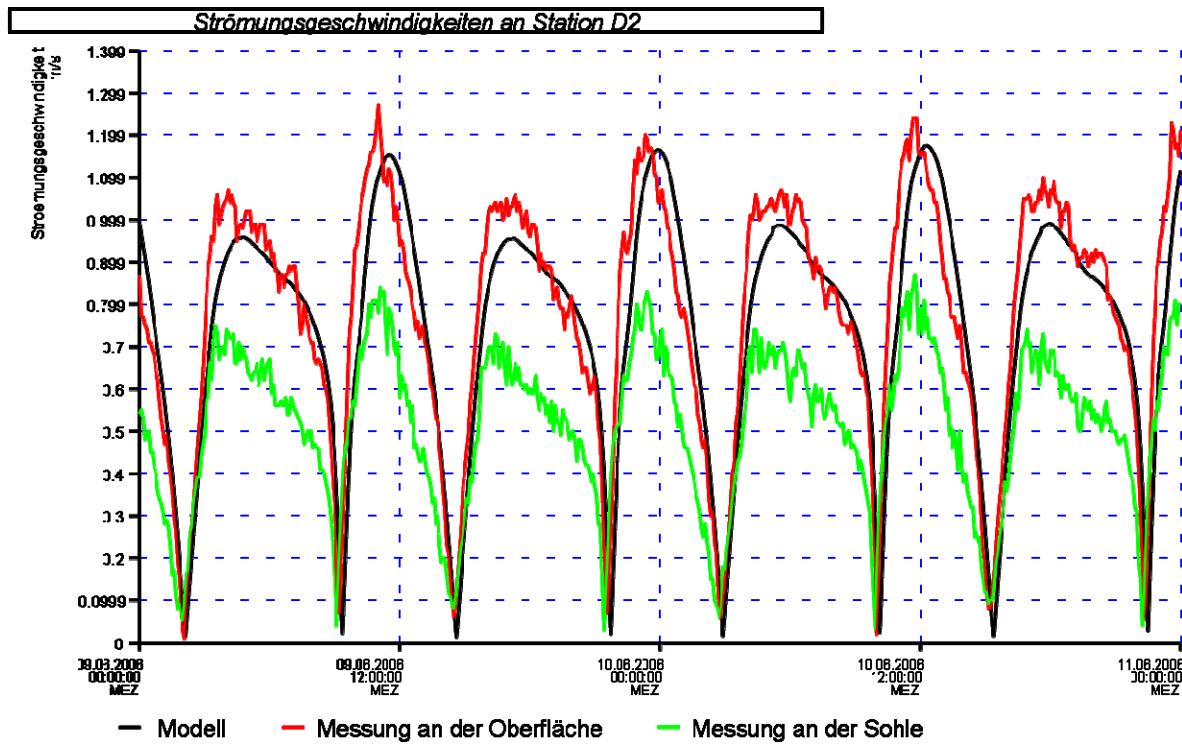


Bild 5.17 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Messstation D2

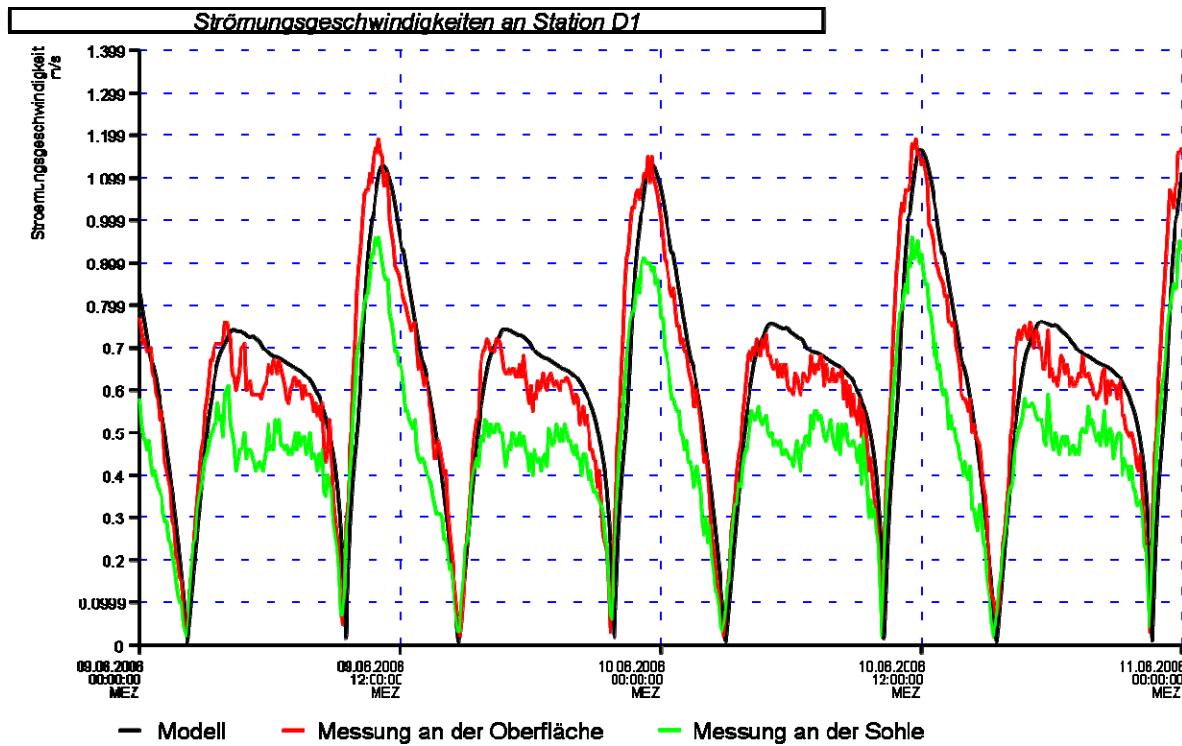


Bild 5.18 Vergleich der Strömungsgeschwindigkeit (Modell, Messung) an der Messstation D1

**Salzgehalt an der Langzeitmessstation LZ 4**

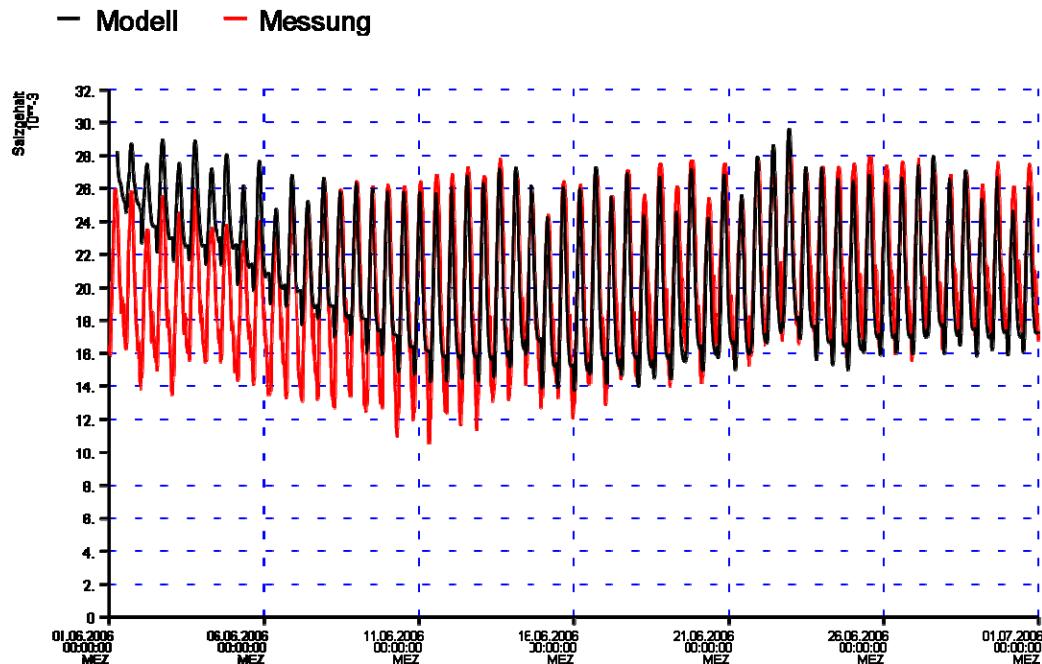


Bild 5.19 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ 4

**Salzgehalt an der Langzeitmessstation LZ 3**

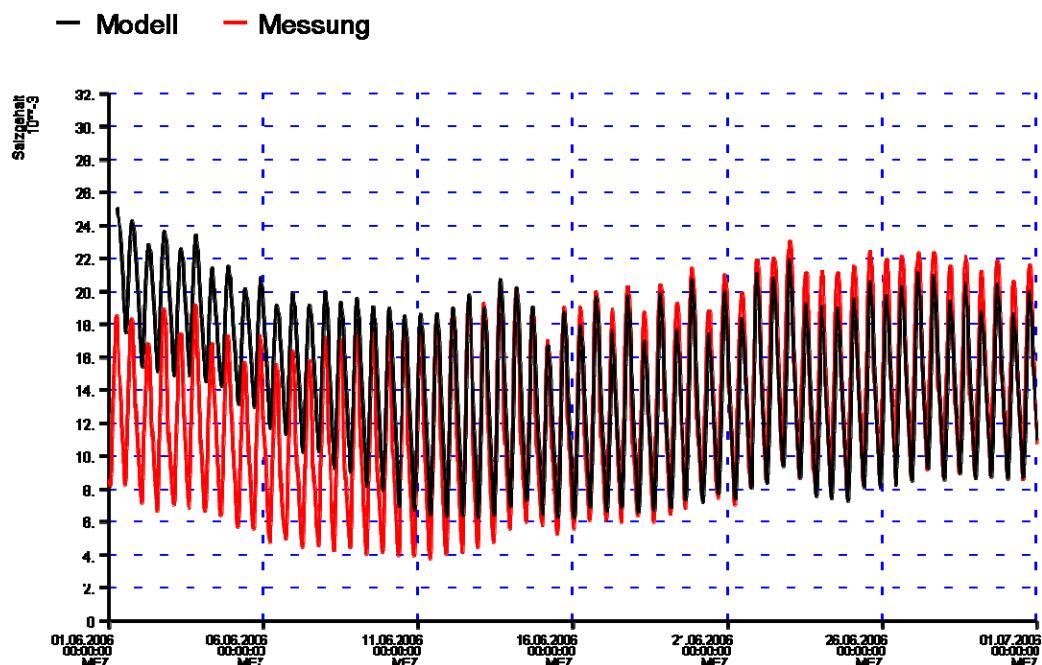


Bild 5.20 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ 3

**Salzgehalt an der Langzeitmessstation LZ 2**

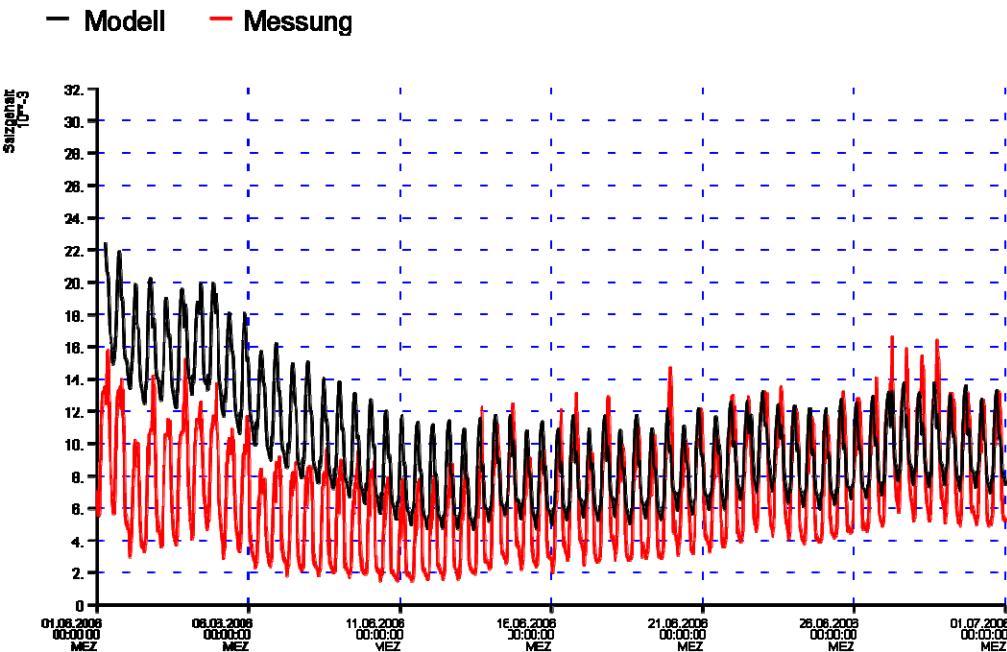


Bild 5.21 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ 2

**Salzgehalt an der Langzeitmessstation LZ 1**

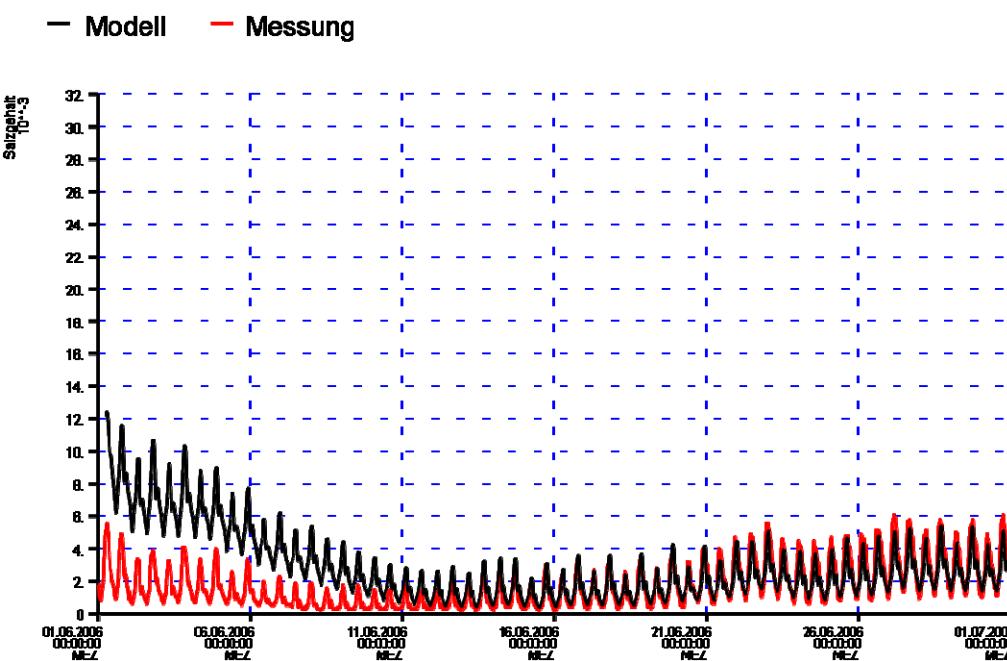
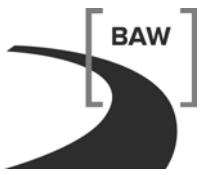


Bild 5.22 Vergleich des Salzgehalts (Modell, Messung) an der Langzeitmessstation LZ 1



Bundesanstalt für Wasserbau  
Bearbeitungskonzept Tideelbekonzept  
BAW-Nr. A3955 03 10172-1 – Juli 2011

# BAW

BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU

GUTACHTEN-DOKUMENTATION

Wedeler Landstr. 157, 22559 Hamburg

(1) Titel	Untersuchung des Strombaus und des Sedimentmanagements im Rahmen des "Tideelbekonzeptes"		
Bericht zum Bearbeitungskonzept			
(2) Unterzeichner			
(3) Bearbeiter	Dipl.-Ing. M. Klöpper		
(4) Mitarbeiter	Dipl.-Ozeanogr. Marcus Boehlich		
(5) Auftraggeber	Hamburg Port Authority Neuer Wandrahm 4 20457 Hamburg		(6) Auftrags-Nr. <b>A3955 03 10172-1</b>
(7) erteilt am	11.08.2009	(8) begonnen am	(9) aufgestellt am Juli 2011
(10) Ort	(11) Wasserstr.-Nr.	(12) Kilometer von bis	
(13) Seitenzahl	35	(14) Anlagen	(15) Sonderhinweise
(16) Literaturangaben	(17) Zusätzl. Angaben		
(18) Kurzfassung			
<p>Mit einem Konzept zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe [HPA, 2006] verfolgt die Hamburg Port Authority das Ziel den negativen Entwicklungen der Tideelbe in der Vergangenheit langfristig entgegenzuwirken.</p> <p>Unter anderem sieht das Konzept die Schaffung zusätzlichen Tidevolumens zwischen Glückstadt und Geesthacht vor. Studien der BAW zeigen, dass sich zusätzlicher Flutraum im Stromspaltungsgebiet der Tideelbe dämpfend auf den Tidehub auswirkt. Die Hamburg Port Authority hat verschiedene Flächen im Raum Hamburg benannt, in denen Maßnahmen zur Schaffung von Flutraum denkbar sind. Im Rahmen der Untersuchung wird die Wirkung der Maßnahmen auf die Hydrodynamik und den Sedimenttransport der Tideelbe ermittelt. Für die verschiedenen Maßnahmen werden dabei mehrere Ausführungsvarianten betrachtet. Das Ziel der Maßnahmen liegt in der Reduktion des Tidehubs und der Dämpfung des stromauf gerichteten Sedimenttransports.</p>			
<p>Im vorliegenden Bericht wird das Bearbeitungskonzept der Untersuchungen beschrieben. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden für die verschiedenen Maßnahmen in separaten Berichten beschrieben.</p>			
(19) Schlagwörter			
(20) Standort	(21) Archiv-Nr.	(22) Mikrofilm-Nr.	

