

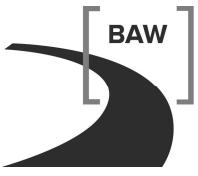
Bundesanstalt für Wasserbau

Kompetenz für die Wasserstraßen

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

Bericht zur Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe

A39550310172-5



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

Bericht zur Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe

Auftraggeber: Hamburg Port Authority
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

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

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A39550310172-5

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

Hamburg, Oktober 2014

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

Zusammenfassung

Das Konzept zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg sieht unter anderem die Schaffung zusätzlichen Tidevolumens zwischen Glückstadt und Geesthacht vor. Im Auftrag der Hamburg Port Authority untersucht die BAW den Anschluss verschiedener Flächen an die Tideelbe. Das Ziel solcher Maßnahmen liegt in der Reduktion des Tidehubs und der Dämpfung des stromauf gerichteten Sedimenttransports in der Tideelbe. In diesem Bericht wird der Anschluss der Alten Süderelbe an die Tideelbe untersucht. Die Studie wird mit Hilfe eines 3D-Elbe-Simulationsmodells der BAW (UNTRIM/SediMorph) unter Berücksichtigung der Salz- und Sedimentdynamik durchgeführt. Es werden folgende Varianten untersucht:

- Variante 1: Anschluss zum Köhlfleet
- Variante 2: Anschluss zum Mühlenberger Loch
- Variante 3: Variante 1 mit einer um 28 % kleineren Fläche
- Variante 4: beidseitiger Anschluss, ungesteuert
- Variante 5: beidseitiger Anschluss, Wehrsteuerung: stromab gerichteter Durchfluss
- Variante 6: beidseitiger Anschluss, Wehrsteuerung: stromauf gerichteter Durchfluss

Alle untersuchten Varianten des Anschlusses der Alten Süderelbe an die Tideelbe sind geeignete Maßnahmen, um den Tidehub in der Elbe großräumig zu verkleinern und den stromauf gerichteten Transport von Sedimenten zwischen der Trübungszone und Hamburg zu reduzieren. Der Tidehub wird stromauf von St. Margarethen (Elbe Km 690) bei allen Varianten reduziert. Die großräumige Wirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit lässt sich bei allen Varianten in drei Bereiche einteilen. Stromauf des angeschlossenen Flutraums sinkt die Strömungsgeschwindigkeit und direkt stromab des angeschlossenen Flutraums steigt die Strömungsgeschwindigkeit. Mit einem gewissen räumlichen Abstand zum angeschlossenen Flutraum tritt stromab der Maßnahme eine Abnahme der Strömungsgeschwindigkeiten auf. Die Änderung der Strömungsgeschwindigkeit liegt bei maximal 4 cm/s (Anstieg der maximalen Flutstromgeschwindigkeit bei den Varianten 1 und 6). Durch alle Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe sinkt der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg. In der Alten Süderelbe lagern sich bei allen Varianten Sedimente ab. Die Unterschiede in der Wirkung der untersuchten Varianten lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Variante 1: Dämpfung des MThb in der Tideelbe um maximal 4 cm. Der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg sinkt maximal um ca. 12 %. Die Deposition in der Alten Süderelbe ist deutlich geringer als beim Anschluss der Alten Süderelbe an das Mühlenberger Loch (Varianten 2 und 4 bis 6).

Variante 2: Dämpfung des MThb in der Tideelbe um maximal 4-5 cm. Der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg sinkt maximal um ca. 7 %. Im südöstlichen Teil des Mühlenberger Lochs findet ein Räumeffekt statt, der gegenüber der

Variante 1 zu einem etwa zehnmal so großen Eintrag von Sedimenten in die Alte Süderelbe führt.

Variante 3: Gegenüber der Variante 1 insgesamt gedämpfte Wirkung, da weniger Flutraum angeschlossen wird. Dämpfung des MThb in der Tideelbe um maximal 3 cm. Der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg sinkt maximal um ca. 7 %.

Variante 4: Dämpfung des MThb in der Tideelbe um maximal 4-5 cm. Der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg sinkt um maximal ca. 9 %. Der Räumeffekt im südöstlichen Teil des Mühlenberger Lochs ist bei der Variante 4 ca. ein Drittel kleiner als bei der Variante 2. Der Eintrag von Sedimenten in die Alte Süderelbe ist gegenüber der Variante 2 um ca. 20 % reduziert.

Variante 5: Dämpfung des MThb in der Tideelbe um maximal 4-5 cm. Der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg sinkt maximal um ca. 3 %. Der Räumeffekt im südöstlichen Teil des Mühlenberger Lochs tritt bei der Variante 5 in gleicher Weise wie bei der Variante 4 auf. Der Eintrag von Sedimenten in die Alte Süderelbe ist gegenüber der Variante 4 etwa um die Hälfte reduziert. In der Tideelbe wird der stromauf gerichtete Netto-Schwebstofftransport zwischen dem Mühlenberger Loch und dem Köhlfleet bei der Variante 5 etwa doppelt so stark erhöht wie bei der Variante 4.

Variante 6: Dämpfung des MThb in der Tideelbe um maximal 4-5 cm. Der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg sinkt maximal um ca. 9 %. Der Räumeffekt im südöstlichen Teil des Mühlenberger Lochs ist bei der Variante 6 etwa dreimal so groß, wie bei der Variante 4. Der Eintrag von Sedimenten in die Alte Süderelbe ist gegenüber der Variante 4 um ca. 40 % erhöht. In der Tideelbe wird der stromauf gerichtete Netto-Schwebstofftransport im Bereich des Köhlfleets bei der Variante 6 um ca. 30 % reduziert.

	Inhaltsverzeichnis	Seite
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen und Daten	1
3	Bearbeitungskonzept	1
4	Untersuchungsumfang und Modelltopographie	2
5	Ergebnisse	6
5.1	Anschluss der Alten Süderelbe ohne Wehrsteuerung	6
5.1.1	Wirkung auf die Wasserstände	7
5.1.2	Wirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit	10
5.1.3	Wirkung auf den Salzgehalt	19
5.1.4	Wirkung auf die Schwebstoffdynamik	20
5.2	Anschluss der Alten Süderelbe mit Wehrsteuerung	25
5.2.1	Funktionsnachweis der Wehrsteuerung	26
5.2.2	Wirkung auf die Wasserstände	27
5.2.3	Wirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit	31
5.2.4	Wirkung auf den Salzgehalt	42
5.2.5	Wirkung auf die Schwebstoffdynamik	42
5.3	Zusammenfassung der Ergebnisse	49
6	Bewertung	55
7	Anhang	A

Bildverzeichnis	Seite
Bild 1: Luftbild zur Lage der Maßnahme Alte Süderelbe.	2
Bild 2: Übersicht der topographischen Gegebenheiten der untersuchten Varianten der Alten Süderelbe.	4
Bild 3: Flächenhafte Darstellung der Tidekennwerte des Wasserstandes für die Variante 1 (Anschluss Ost).	8
Bild 4: Differenz ausgewählter Tidekennwerte des Wasserstands auf einem Längsprofil (Varianten 1-4).	9
Bild 5: Flächenhafte Darstellung der Differenz der maximalen Flut- und Ebbestromgeschwindigkeit für die Varianten 1, 2 und 4.	12
Bild 6: Differenz der maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Längsprofil (Varianten 1-4).	17
Bild 7: Differenz der mittleren Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Längsprofil (Varianten 1-4).	17
Bild 8: Differenz des maximalen, minimalen und mittleren Salzgehalts sowie der Salzgehaltsvariation auf dem Längsprofil (Varianten 1-4).	20
Bild 9: Differenz des mittleren und maximalen Schwebstoffgehalts auf dem Längsprofil (Varianten 1-4).	21
Bild 10: Differenz des querschnittsintegrierten advektiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbestrom auf dem Längsprofil (Varianten 1-4).	23
Bild 11: Netto-Schwebstofftransport sowie Differenz des Netto-Schwebstofftransports auf dem Längsprofil (Varianten 1-4).	24
Bild 12: Flächenhafte Darstellung des mittleren adv. Schwebstofftransports und der Differenz zum PIZ (Variante 4).	25
Bild 13: Zeitreihen der Strömungsgeschwindigkeit in der Alten Süderelbe für die Varianten 4–6.	27
Bild 14: Zeitreihen des Wasserstandes in der Alten Süderelbe (Varianten 4-6).	28
Bild 15: Flächenhafte Darstellung der Differenz des mittleren Tidehubs zwischen den Variante 5 und 6 sowie der Variante 4.	29
Bild 16: Differenz ausgewählter Tidekennwerte des Wasserstands auf einem Längsprofil (Varianten 4-6).	30
Bild 17: Flächenhafte Darstellung der maximalen Strömungsgeschwindigkeit (Varianten 4- 6).	31

Bild 18:	Flächenhafte Darstellung der Differenz der maximalen Strömungsgeschwindigkeit und des mittleren Betrages der Strömungsgeschwindigkeit zwischen den Varianten sowie der Variante 4.	33
Bild 19:	Zeitreihen des Betrages der Strömungsgeschwindigkeit am westlichen Ende der Alten Süderelbe (Varianten 4-6).	35
Bild 20:	Differenz der maximalen Strömungsgeschwindigkeit auf dem Längsprofil (Varianten 4-6).	39
Bild 21:	Differenz der mittleren Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Längsprofil (Varianten 4-6).	40
Bild 22:	Differenz maximalen und mittleren Schwebstoffgehalts auf dem Längsprofil (Varianten 4-6).	43
Bild 23:	Differenz des advektiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbstrom auf dem Längsprofil (Varianten 4-6).	45
Bild 24:	Netto-Schwebstofftransport (PIZ und Varianten 4-6) und Differenz des Netto-Schwebstofftransports (Varianten 4-6) auf dem Längsprofil.	46
Bild 25:	Flächenhafte Darstellung des mittleren advektiven Schwebstofftransports (Varianten 4-6) sowie der Differenz des mittleren advektiven Schwebstofftransports zwischen den Varianten 5 und 6 sowie der Variante 4.	48

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1: Tabellarische Übersicht des Untersuchungsumfangs	3
Tabelle 2: Wehrsteuerung in Variante 5	5
Tabelle 3: Wehrsteuerung in Variante 6	5
Tabelle 4: Maximale Differenz des MThb zwischen der Tideelbe und der Alten Süderelbe	7
Tabelle 5: Tabellarische Übersicht der Wirkung der ungesteuerten Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf das F:E Verhältnis entlang einem Längsprofil durch die Elbe.	16
Tabelle 6: Tabellarische Übersicht der Wirkung der ungesteuerten Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf die Strömungsgeschwindigkeiten entlang einem Längsprofil durch die Elbe.	18
Tabelle 7: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 der Alten Süderelbe auf das F:E Verhältnis entlang einem Längsprofil durch die Elbe.	39

Tabelle 8: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 der Alten Süderelbe auf die Strömungsgeschwindigkeiten entlang einem Längsprofil durch die Elbe.	41
Tabelle 9: Tabellarische Übersicht der maximalen Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe auf den MThb, das MTnw und das MThw für alle untersuchten Varianten.	49
Tabelle 10: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe auf die mittlere und maximale Ebbestromgeschwindigkeit in der Tideelbe.	50
Tabelle 11: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe auf die mittlere und maximale Flutstromgeschwindigkeit in der Tideelbe.	51
Tabelle 12: Tabellarische Übersicht der Wirkung aller Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf das F:E Verhältnis aus der mittleren und maximalen Strömungsgeschwindigkeit in der Tideelbe.	52
Tabelle 13: Tabellarische Übersicht der Wirkung aller Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf den Netto-Schwebstofftransport in der Tideelbe.	53
Tabelle 14: Tabellarische Übersicht der relativen Sohländerung innerhalb der Alten Süderelbe, bezogen auf die Variante 4.	54
Tabelle 15: Tabellarischen Übersicht der Bewertung der lokalen Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe.	58
Tabelle 16: Tabellarischen Übersicht der Bewertung der großräumigen Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe.	59

Anhangverzeichnis	Seite
Anhang A: Mittleres Tidehochwasser, mittleres Tideniedrigwasser und mittlerer Tidehub im PIZ auf dem Längsprofil.	A
Anhang B: Betrag der maximalen Flut-, maximalen Ebbestromgeschwindigkeit und des max. F:E-Verhältnis im PIZ auf dem Längsprofil.	B
Anhang C: Betrag der mittleren Flut-, mittleren Ebbestromgeschwindigkeit und des mittleren F:E-Verhältnis im PIZ auf dem Längsprofil.	B
Anhang D: Mittlerer, maximaler und minimaler Salzgehalt im PIZ auf dem Längsprofil.	C
Anhang E: Querschnittsgemittelte Werte des mittleren Schwebstoffgehalts, des advektiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbestrom und des Netto-Schwebstofftransports im PIZ auf dem Längsprofil.	D

Abkürzungsverzeichnis

AZ	Ausbauzustand
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
F:E	Flut- zu Ebbstromgeschwindigkeit
HPA	Hamburg Port Authority
METHA	Anlage zur mechanischen Trennung von Hafenschlick
MThw	mittleres Tidehochwasser
MTnw	mittleres Tideniedrigwasser
MThb	mittlerer Tidehub
MTmw	mittleres Tidemittelwasser
NHN	Normalhöhennull
PIZ	Planerischer Ist-Zustand
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Mit einem Konzept zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe [1] verfolgen die HPA und die WSV das Ziel, das Ästuarsystem Tideelbe langfristig positiv zu beeinflussen.

Unter anderem dient das Konzept als Diskussionsgrundlage für die Schaffung zusätzlichen Tidevolumens¹ zwischen Glückstadt und Geesthacht. Das Ziel solcher Maßnahmen liegt in der Reduktion des Tidehubs und der Dämpfung des stromauf gerichteten Sedimenttransports in der Tideelbe. Studien der BAW [2], [3], [4] zeigen, dass sich zusätzlicher Flutraum im Stromspaltungsgebiet der Tideelbe besonders stark dämpfend auf den Tidehub auswirkt. Zu den betrachteten Maßnahmen gehören u.a. Flächen im Bereich der Alten Süderelbe.

Die ehemalige Süderelbe wurde Anfang der 1960er Jahre von der Tideelbe abgetrennt. Zwischen dem Mühlenberger Loch und dem Köhlfleet bestehen einige Wasserflächen der Alten Süderelbe noch heute. Sie könnten der Tide wieder zugänglich gemacht werden. Im vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der wasserbaulichen Systemanalyse zur Wirkung des Anschlusses der Wasserflächen im Bereich der Alten Süderelbe auf die Hydrodynamik und den Sedimenttransport der Tideelbe beschrieben.

2 Unterlagen und Daten

Die Daten und Unterlagen, die in der vorliegenden Untersuchung verwendet werden, sind im Bericht zum Bearbeitungskonzept der Untersuchungen im Rahmen des Tideelbekonzepts [5] aufgelistet.

3 Bearbeitungskonzept

Das Bearbeitungskonzept für die Untersuchungen im Rahmen des Tideelbekonzeptes [5] gilt auch für die vorliegende Arbeit. Gegenüber den bisherigen Arbeiten des Projekts wurde allerdings ein aktualisiertes Elbmodell verwendet. Das aktualisierte Modell basiert auf demselben Modellverfahren in einer neueren Version und deckt das identische Modellgebiet ab. Die Modelltopographie basiert auf Messdaten aus dem Jahr 2010. Das Modellgitter ist an die Bathymetrie angepasst. Die Steuerung erfolgt mit Randwerten für das Jahr 2010. Die Kalibrierung sowie weitere Details des verwendeten Modells sind dem Validierungsdokument [6] zu entnehmen.

¹ Als Tidevolumen wird das Wasservolumen zwischen Tidehoch- und Tideniedrigwasser bezeichnet.

4 Untersuchungsumfang und Modelltopographie

Bestandteil der Untersuchung ist eine Fläche in den Hamburger Stadtteilen Finkenwerder und Francop. Den größten Teil der Fläche bilden bestehende Wasserflächen der Alten Süderelbe. Sie erstreckt sich vom Gelände der Firma Airbus im Westen bis zum Köhlfleet im Osten. Im Süden schließt sich die Schlickdeponie Francop und die METHA an. Im Norden liegen der Finkenwerder Süderdeich und die Naturschutzgebiete Westerweiden und Finkenwerder Süderelbe. Zur Maßnahme gehört auch eine südlich gelegene Fläche, die zwischen dem Aue-Hauptdeich und der Hohenwischer Straße liegt. Die Lage der Maßnahme kann dem Bild 1 entnommen werden.

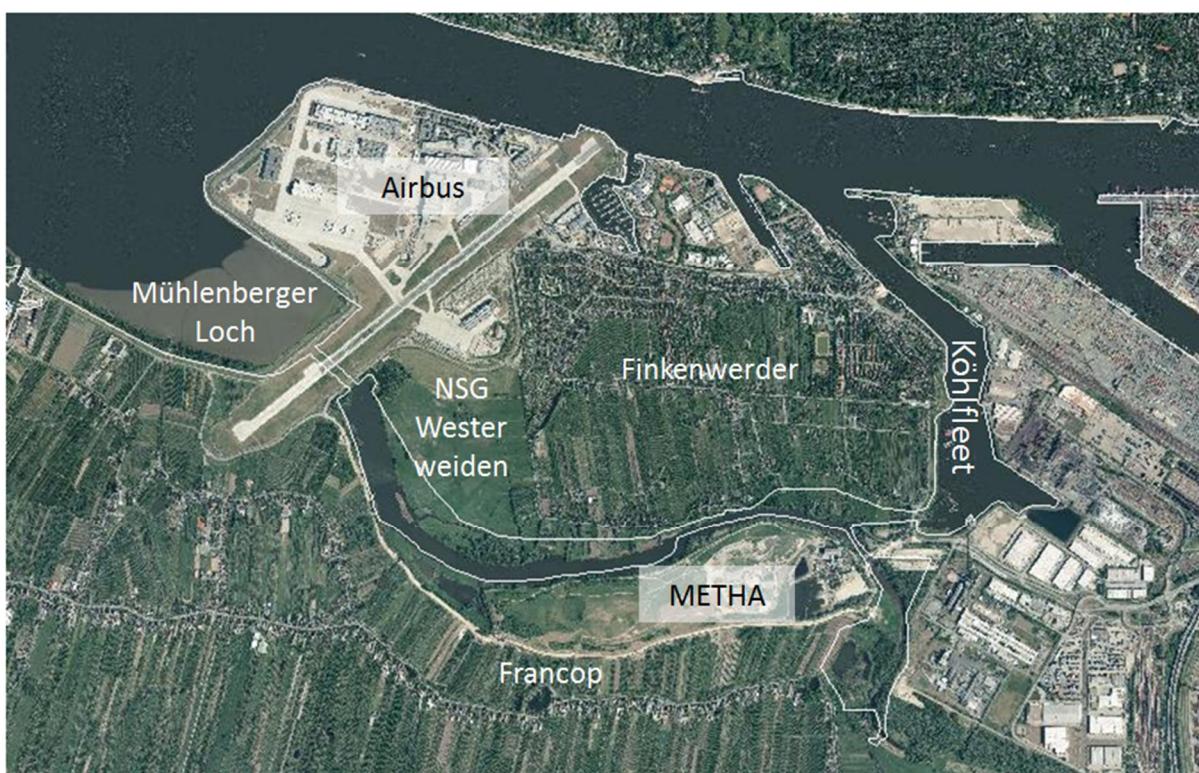


Bild 1: Luftbild zur Lage der Maßnahme Alte Süderelbe. Die weiße Umrandung markiert das Untersuchungsgebiet.

Die Gesamtfläche der Maßnahme Alte Süderelbe beträgt ca. 1,59 km². Die nach Süden angeschlossene Fläche zwischen Finkenwerder/Hohenwischer Straße und der TRIMET Aluminium SE, Niederlassung Hamburg ist ca. 0,45 km² groß und wird im Weiteren als Fläche Hohenwisch bezeichnet.

Im Rahmen der Untersuchungen werden verschiedene Anschlussvarianten der Fläche an die Tideelbe betrachtet. Neben der einfachen Verbindung der Wasserflächen mit der Elbe wird auch der Anschluss über Wehre untersucht. Die Anschlüsse an das Mühlenberger Loch und das Köhlfleet haben jeweils ein Durchlassbreite von ca. 64 m. Der Durchlassquerschnitt bezogen auf das MTmw im Planerischen Ist-Zustand beträgt damit jeweils ca. 200 m². Die

betrachteten Varianten sowie die angeschlossenen Flächen und Volumina sind in Tabelle 1 aufgelistet. Bild 2 enthält eine Übersicht der topographischen Gegebenheiten der verschiedenen Anschlussvarianten der Maßnahme.

Variante	Typ	Fläche [km ²]	Volumen ² [Mio. m ³]	Kurzbezeichnung	Beschreibung
1	Einseitiger Anschluss	1,59	4,9	Anschluss Ost	Gesamte Fläche mit Anschluss zum Köhlfleet
2		1,61	5,3	Anschluss West	Gesamte Fläche mit Anschluss zum Mühlenberger Loch
3		1,14	3,5	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	Wie Variante 1, aber ohne die Fläche Hohenwisch.
4	Beidseitiger Anschluss (nicht gesteuert)	1,61	5,3	Beidseitiger Anschluss ungesteuert	Gesamte Fläche mit Anschluss zum Köhlfleet und zum Mühlenberger Loch
5	Beidseitiger Anschluss (gesteuert)	1,61	5,3	Beidseitig gesteuerter Anschluss (Ebbe)	Gesamte Fläche, Anschluss zum Köhlfleet und zum Mühlenberger Loch jeweils über ein Wehr, stromab gerichteter Durchfluss
6		1,61	5,3	Beidseitig gesteuerter Anschluss (Flut)	Gesamte Fläche, Anschluss zum Köhlfleet und zum Mühlenberger Loch jeweils über ein Wehr, stromauf gerichteter Durchfluss

Tabelle 1: Tabellarische Übersicht des Untersuchungsumfangs

- **Einseitiger Anschluss der Alten Süderelbe**

Der einfache einseitige Anschluss der Wasserflächen der Alten Süderelbe an die Tideelbe wird in den Varianten 1 bis 3 betrachtet. Der Zu- und Abfluss erfolgt jeweils nur an einer Stelle und wird nicht durch ein Wehr gesteuert. In den Varianten 1 und 3 ist der Wasserkörper der Alten Süderelbe im Osten mit dem südlichen Ende des Köhlfleets verbunden. Im Westen der Alten Süderelbe besteht keine Verbindung zum Mühlenberger Loch (Bild 2, C). Die Varianten 1 und 3 unterscheiden sich nur hinsichtlich der Fläche Hohenwisch. Variante 1 beinhaltet die Fläche (Bild 2, E), während sie in Variante 3 (Bild 2, G) nicht angeschlossen ist.

Bei der Variante 2 erfolgt der Anschluss der Alten Süderelbe westlich zum Mühlenberger Loch (Bild 2, D). Der als Rohrleitung denkbare Anschluss wird modelltechnisch durch einen Graben realisiert, der die Airbus Landebahn quert. Um den Zu- und Abfluss zu gewährleisten, ist eine Rinne (Sohltiefe -3m NHN) durch das Mühlenberger Loch hergestellt worden. Im Osten der Alten Süderelbe besteht in der Variante 2 keine Verbindung zum Köhlfleet (Bild 2, F).

² Als Volumen wird nicht das Gesamtvolume des Wasserkörpers, sondern das zusätzlich entstehende tidewirksame Volumen zwischen MThw und MTnw angegeben. Als Bezugsniveau werden die Werte des planerischen Ist-Zustandes im Köhlfleet (MThw=2,1m NHN, MTnw=-1,77m NHN) verwendet.

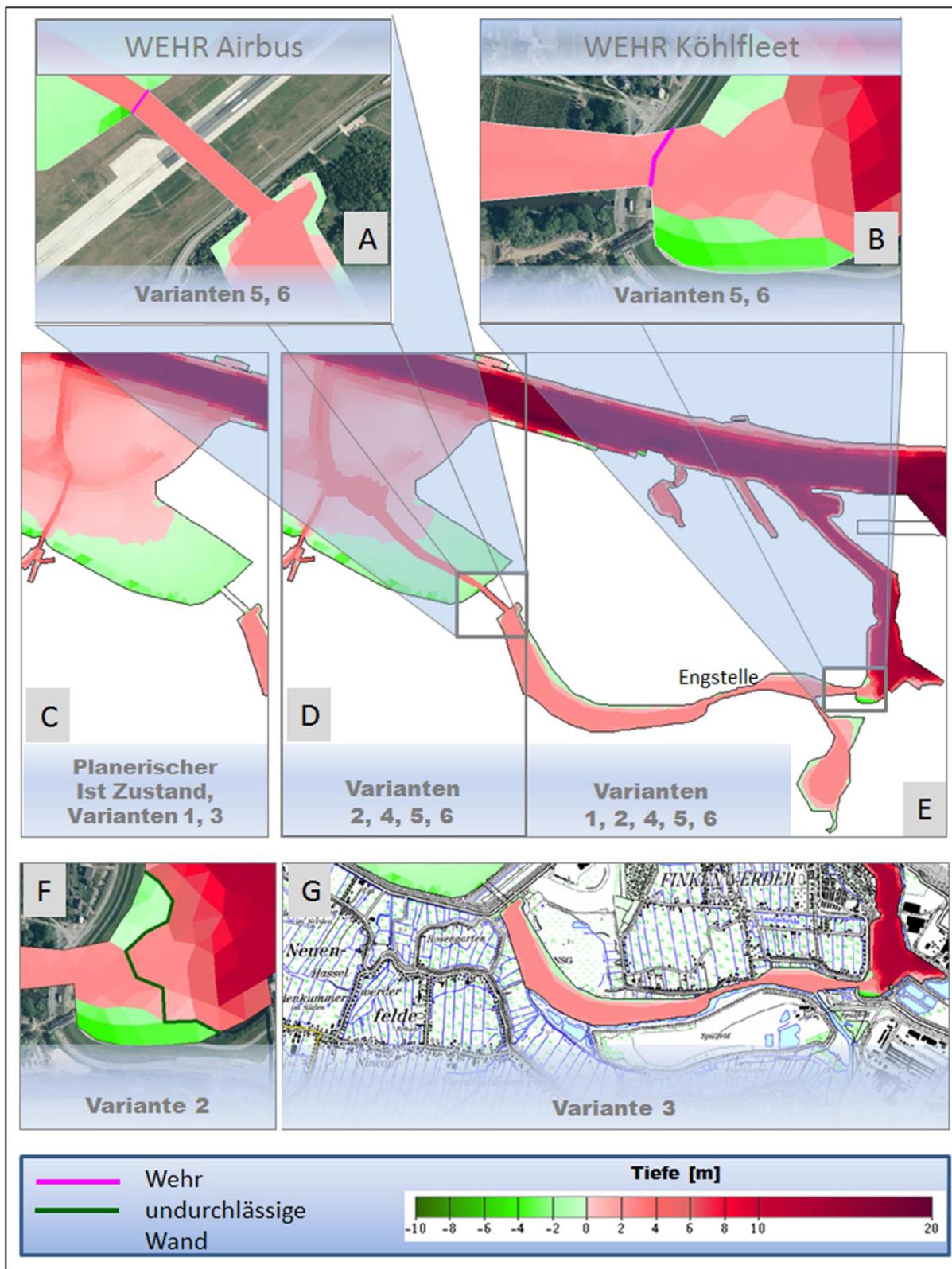


Bild 2: Übersicht der topographischen Gegebenheiten der untersuchten Varianten der Alten Süderelbe.

- Beidseitiger Anschluss der Alten Süderelbe (ungesteuert)**

Das Tidegeschehen bei einem beidseitigen Anschluss der Alten Süderelbe an die Tideelbe unterscheidet sich wesentlich von dem einseitigen Anschluss. Die Tide kann von zwei Seiten in die Alte Süderelbe ein- und auslaufen.

Der beidseitige Anschluss der Alten Süderelbe wird in Variante 4 betrachtet. Der östliche Anschluss zum Köhlfleet (Bild 2, E) wird mit dem westlichen Anschluss zum Mühlenberger Loch (Bild 2, D) kombiniert.

- Beidseitiger Anschluss der Alten Süderelbe mit Wehrsteuerung**

Hinsichtlich der Topographie unterscheiden sich die Varianten 5 und 6 nicht von der Variante 4. Sie enthalten jedoch zwei Wehre, mit denen ein kontrollierter Zu- und Abfluss zur Alten Süderelbe erfolgen kann. Ein Wehr befindet sich am westlichen Anschluss der Maßnahme, im Bereich der Querung der Airbus Landebahn (Bild 2, A). Das zweite Wehr befindet sich im Bereich des östlichen Anschlusses zum Köhlfleet (Bild 2, B).

Die Varianten 5 und 6 unterscheiden sich durch unterschiedliche Steuerungen der Wehre. Ziel ist eine tidephasenunabhängige Durchströmung der Alten Süderelbe in nur eine Richtung. Die Wehre werden so gesteuert, dass sie in Variante 5 einen ausschließlich stromab gerichteten Durchfluss und in Variante 6 einen ausschließlich stromauf gerichteten Durchfluss bewirken. Die Wehrsteuerungen sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 dargestellt.

Variante 5	Wehr zum Mühlenberger Loch (Airbus)	Wehr zum Köhlfleet	Durchströmung der Alten Süderelbe
Flutstromphase	geschlossen	geöffnet	stromab
Ebbestromphase	geöffnet	geschlossen	

Tabelle 2: Wehrsteuerung in Variante 5

Variante 6	Wehr zum Mühlenberger Loch (Airbus)	Wehr zum Köhlfleet	Durchströmung der Alten Süderelbe
Flutstromphase	geöffnet	geschlossen	stromauf
Ebbestromphase	geschlossen	geöffnet	

Tabelle 3: Wehrsteuerung in Variante 6

5 Ergebnisse

Die generelle Wirkungsweise einer Flutraumvergrößerung sowie allgemeine Hinweise zur Analyse (Tidekennwertanalyse), Darstellung (Verlauf der Längsprofile, Vorzeichenkonventionen) und zur Bewertung der Simulationsergebnisse (Schwellenwerte zur Berücksichtigung der ausbaubedingten Änderungen) werden im Bericht zum Bearbeitungskonzept [5] aufgeführt. Alle in diesem Bericht dargestellten Tidekennwert- und Langzeitanalysen beziehen sich auf die Zeitspanne:

14.07.2010 17:30 Uhr bis 29.07.2010 00:00 Uhr.

Bei der nachfolgenden Beschreibung der Ergebnisse liegt das Hauptaugenmerk auf dem Bereich zwischen der Trübungszone (ca. Elbe-Km 675) und dem stromauf gelegenen Ende des Stromspaltungsgebiets (ca. Elbe-Km 608). Die Wirkung von zusätzlichem Flutraum im Hamburger Raum ist in diesem Bereich besonders stark. Außerdem kommt dem stromauf gerichteten Transport von Sedimenten zwischen der Trübungszone (ca. Elbe-Km 675) und Hamburg eine besondere Bedeutung für die Unterhaltung des Hamburger Hafens zu. Damit stellt der Abschnitt zwischen Elbe-Km 675 und Elbe-Km 608 den für die Bewertung der Maßnahmen maßgeblichen Bereich dar.

Der Übersicht halber ist die Beschreibung der Modellergebnisse in drei Abschnitte gegliedert. In Abschnitt 5.1 werden die Ergebnisse der Varianten ohne Wehrsteuerung erläutert. In Abschnitt 5.2 folgt die Beschreibung der Varianten mit einer Wehrsteuerung. In beiden Abschnitten werden überwiegend Differenzen (AZ-PIZ) dargestellt. Die zum Verständnis notwendigen Werte des Planerischen Ist-Zustands auf dem Längsprofil befinden sich im Anhang. Der Abschnitt 5.3 enthält eine Zusammenfassung der Ergebnisse aller Varianten der Alten Süderelbe.

5.1 Anschluss der Alten Süderelbe ohne Wehrsteuerung

Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisgrößen näher beschrieben. Es werden überwiegend Differenzdarstellungen (AZ-PIZ) abgebildet. Die in den Abbildungen dargestellten Kurven sind den zugrunde liegenden Varianten entsprechend eingefärbt. Folgende Farben werden in den Abbildungen dieses Abschnitts verwendet:

- | | | |
|---------|-------------|--|
| Schwarz | Variante 1: | Anschluss der Alten Süderelbe nach Osten |
| Rot | Variante 2: | Anschluss der Alten Süderelbe nach Westen |
| Blau | Variante 3: | Anschluss der Alten Süderelbe nach Osten
ohne die Fläche Hohenwisch |
| Grün | Variante 4: | Beidseitiger Anschluss der Alten Süderelbe (ungesteuert) |

5.1.1 Wirkung auf die Wasserstände

- **Wirkung auf die Wasserstände in der Alten Süderelbe**

Durch den Anschluss der Alten Süderelbe an die Elbe variiert der Wasserstand innerhalb der Alten Süderelbe dem Tidesignal entsprechend. Der Tidehub in der Alten Süderelbe ist dabei geringer als der Tidehub außerhalb der Alten Süderelbe (z.B. im Köhlfleet).

Beispielhaft ist dies in Bild 3 für die Variante 1 (Anschluss Ost) dargestellt. Der MThb (Bild 3, C) ist im östlichen Teil der Alten Süderelbe mit 3,40 m ca. 40 cm geringer als im Köhlfleet. Westlich der Engstelle der Alten Süderelbe (siehe Bild 2) ist der MThb mehr als 50 cm geringer als im Köhlfleet. Der wesentliche Anteil des Effekts resultiert daraus, dass das MTnw in der Alten Süderelbe (Bild 3, B) weniger stark absinkt als im Köhlfleet.

Ist der Fließquerschnitt im Bereich des Anschlusses eines Flutraums an das Ästuar zu klein, dämpft dies den Tidehub innerhalb des Flutraums, bzw. es verringert sich die Ausnutzung des angeschlossenen Flutraums. Ebenso kann der Tidehub durch einen geringen Fließquerschnitt innerhalb des Flutraums (Engstelle) gedämpft werden. Beides tritt im Fall der Alten Süderelbe auf. Das Potential des angeschlossenen Flutraums wird dadurch nicht vollständig ausgenutzt. In Tabelle 4 sind die maximalen Differenzen des MThb zwischen der Tideelbe und der Alten Süderelbe für die vier ungesteuerten Varianten der Alten Süderelbe aufgelistet. Bei der Variante mit einem beidseitigen Anschluss (Variante 4) ist die Differenz des MThb zwischen der Tideelbe und der Alten Süderelbe am geringsten. Durch die zwei Anschlüsse (zum Köhlfleet und zum Mühlenberger Loch) ist die gesamte Querschnittsfläche des Anschlusses bei der Variante 4 größer als bei den Varianten 1 bis 3.

Variante	Δ MThb (Tideelbe - Alte Süderelbe)
1	51 cm
2	44 cm
3	44 cm
4	39 cm

Tabelle 4: Maximale Differenz des MThb zwischen der Tideelbe und der Alten Süderelbe

Ein Teil der Differenz des Tidehubs zwischen der Tideelbe und der Alten Süderelbe ist auf die Energiedissipation infolge des langen Fließweges innerhalb der Maßnahme zurück zu führen. Selbst bei einem sehr großen Anschlussquerschnitt unterscheidet sich der Tidehub in der Alten Süderelbe daher immer von dem in der Tideelbe. Eine Systemstudie der BAW im Rahmen dieses Projekts zeigt, dass der mittlere Tidehub in der Alten Süderelbe durch eine Verdreifachung der Anschlussbreite um bis zu ca. 30 cm (Variante 2) angehoben werden kann. Die Wirkung der Maßnahme auf die Wasserstände in der Tideelbe steigt dadurch. Bei der Variante 4 wird die Dämpfung des MThb in Hamburg (ca. Elbe-Km 620) durch eine Verdreifachung der Anschlussbreite beispielsweise um ca. 15 % erhöht.

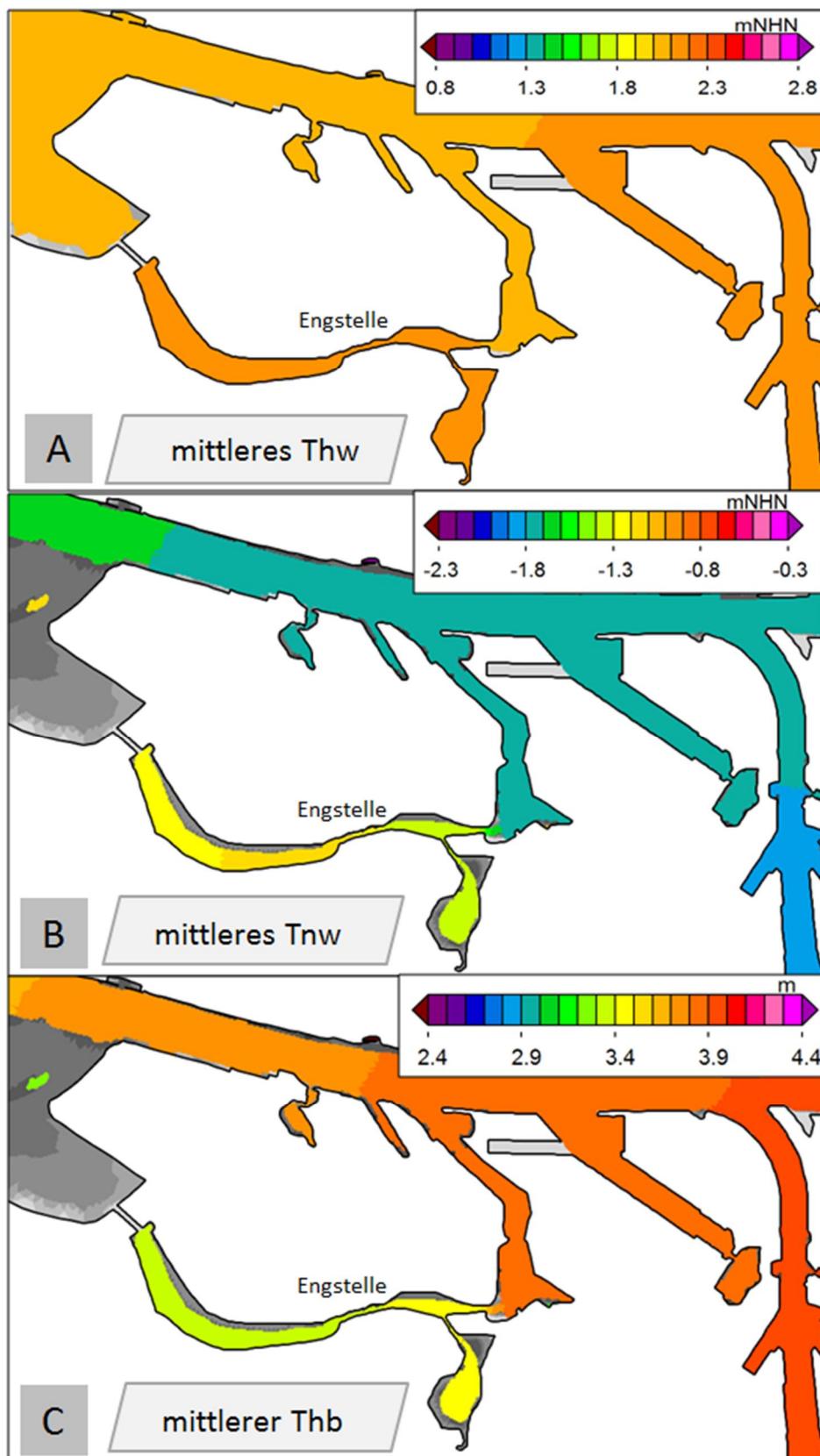


Bild 3: Flächenhafte Darstellung der Tidekennwerte des Wasserstandes im Bereich der Alten Süderelbe für die Variante 1 (Anschluss Ost).

- Wirkung auf das Tidehochwasser in der Elbe (großräumig)**

Der Anschluss der Alten Süderelbe an die Elbe wirkt großräumig auf die Wasserstände in der Tideelbe. In Bild 4 sind die Differenzen (AZ-PIZ) des MThw (durchgezogene Linien) zwischen dem Planerischen Ist-Zustand und den Varianten ohne Wehrsteuerung entlang einem Längsprofil durch die Elbe abgebildet.

Durch den Anschluss des zusätzlichen Flutraums steigt die Energiedissipation im System. Die Amplitude der Tidewelle wird bis in den Mündungstrichter des Ästuars reduziert. In allen vier Varianten sinkt das MThw. Die Abnahme des MThw findet über eine Strecke von ca. 100 Km statt. Die maximale Abnahme liegt bei den Varianten 1, 2 und 4 bei ca. 2 cm. Durch das geringere angeschlossene Volumen ist die Abnahme des MThw bei der Variante 3 kleiner.

- Wirkung auf das Tideniedrigwasser in der Elbe (großräumig)**

Das MTnw in der Tideelbe wird durch den Anschluss der Alten Süderelbe großräumig erhöht (gestrichelte Linien in Bild 4). Der maximale Anstieg liegt bei allen Varianten zwischen dem Elbe-Km 620 (Übersee-Zentrum) und Elbe-Km 630 (Köhlfleet). Der Anstieg findet bis in den Mündungstrichter der Elbe (ca. Elbe-Km 710) statt. Bei den Varianten 2 und 4 steigt das MTnw um ca. 3 cm. Bei der Variante 1 wird das MTnw bis zu 2 cm erhöht. Durch das kleinere angeschlossene Volumen wird das MTnw in der Variante 3 um weniger als 2 cm erhöht.

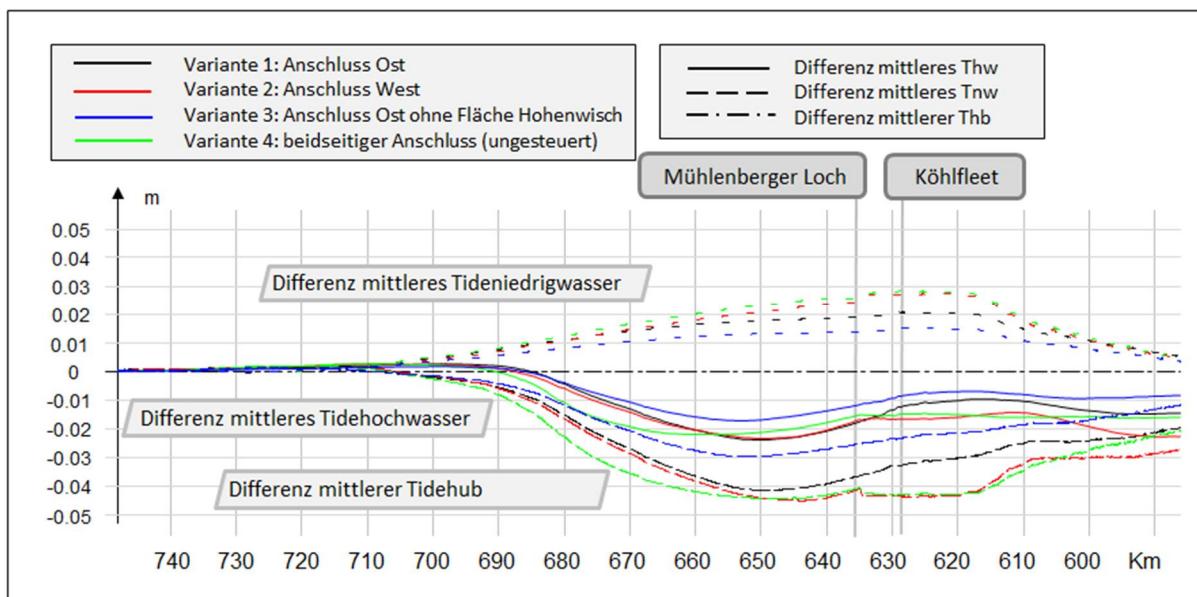


Bild 4: Differenz (AZ-PIZ) ausgewählter Tidekennwerte des Wasserstands auf einem Längsprofil der Elbe für die Varianten der Maßnahme Alten Süderelbe ohne Wehrsteuerung.

- **Wirkung auf den Tidehub in der Elbe (großräumig)**

Der MThb (Strich-Punkt Linie in Bild 4) sinkt bei allen Varianten. Die Abnahme des MThb tritt vom Wehr bei Geesthacht bis in den Mündungstrichter auf. Bei einem Anschluss der Alten Süderelbe zum Mühlenberger Loch (Varianten 2 und 4) liegt die maximale Abnahme (über 4 cm) zwischen Elbe-Km 615 (Dove-Elbe) und Elbe-Km 650 (Lühesand). Bei einem Anschluss der Alten Süderelbe an das Köhlfleet (Varianten 1 und 3) liegt die maximale Abnahme etwa bei Elbe-Km 650 (Lühesand). Bei Variante 1 tritt eine Abnahme des MThb bis ca. 4 cm auf. Ohne die Fläche Hohenwisch (Variante 3) ist die Abnahme des MThb (ca. 3 cm) um etwa 25% geringer als bei der Variante 1.

5.1.2 Wirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit

- **Allgemeiner Wirkzusammenhang**

Die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst viele Prozesse eines Gewässers. Beispielsweise hängen sowohl advektive Transportprozesse als auch die Mobilisierung und das Absetzen von Sedimenten von der Strömungsgeschwindigkeit ab. Im Ästuar ist vor allem das Verhältnis aus Flut- und Ebbestromgeschwindigkeit ein wichtiger Indikator für die Richtung des Transports von Sedimenten. In der Elbe tritt vor allem zwischen der Trübungszone und Hamburg eine Flutstromdominanz auf. Mit dem Anschluss von Flutraum soll das Verhältnis der Flut- zur Ebbestromgeschwindigkeit (F:E-Verhältnis) reduziert werden, um den stromauf gerichteten Transport von Sedimenten zu reduzieren.

Durch den Anschluss von Flutraum wird das Tidevolumen des Ästuars vergrößert. Die Dauer einer Tide ist konstant. Stromab des angeschlossenen Flutraums steigt dadurch die Strömungsgeschwindigkeit. Dem gegenüber steht die Reduktion des Tidehubs. Ein geringerer Tidehub reduziert das Tidevolumen. Diese Reduktion des Tidevolumens nimmt mit steigendem räumlichem Abstand vom angeschlossenen Flutraum in Richtung stromab zu. Eine Abnahme des Tidevolumens bewirkt eine Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit. Diese beiden Effekte überlagern sich im Ästuar. Nahe dem angeschlossenen Flutraum überwiegt der Anstieg des Tidevolumens durch den Anschluss des Flutraums. Direkt stromab des Flutraums steigt die Strömungsgeschwindigkeit daher an. Je weiter man sich stromab des Flutraumes befindet, desto stärker wirkt die Abnahme des Tidevolumens infolge der Tidehubreduktion. Daher sinkt die Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit mit zunehmendem räumlichem Abstand vom angeschlossenen Flutraum Richtung stromab. Wenn die Abnahme des Tidevolumens (durch die Reduktion des Tidehubs) gegenüber der Zunahme des Tidevolumens (infolge des angeschlossenen Flutraums) überwiegt, tritt eine Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit auf.

Stromauf des angeschlossenen Flutraums sinkt das Tidevolumen durch die Tidehubreduktion. Dadurch sinkt die Strömungsgeschwindigkeit stromauf des angeschlossenen Flutraums.

- **Lokale Wirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit**

In Bild 5 sind die Differenzen der maximalen Flut- und Ebbestromgeschwindigkeit flächenhaft für die drei unterschiedlichen Varianten (Variante 1, 2 und 4) dargestellt. Beim Anschluss nach Osten (Variante 1) steigt die Strömungsgeschwindigkeit im Köhlfleet deutlich an. In der Elbe setzt sich der Anstieg stromab des Köhlfleets fort. Dort überwiegt die Zunahme der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit gegenüber der Zunahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit. Beim Anschluss der Alten Süderelbe nach Westen (Variante 2) steigt die Strömungsgeschwindigkeit im Mühlenberger Loch. Es tritt keine Änderung im Köhlfleet auf. Stromauf vom Mühlenberger Loch nimmt die maximale Strömungsgeschwindigkeit in der Elbe ab. Beim beidseitigen Anschluss der Alten Süderelbe (Variante 4) steigen die Strömungsgeschwindigkeiten sowohl im Köhlfleet als auch im Mühlenberger Loch. In der Elbe nehmen die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten stromab des Mühlenberger Lochs zu und sinken stromauf des Köhlfleets.

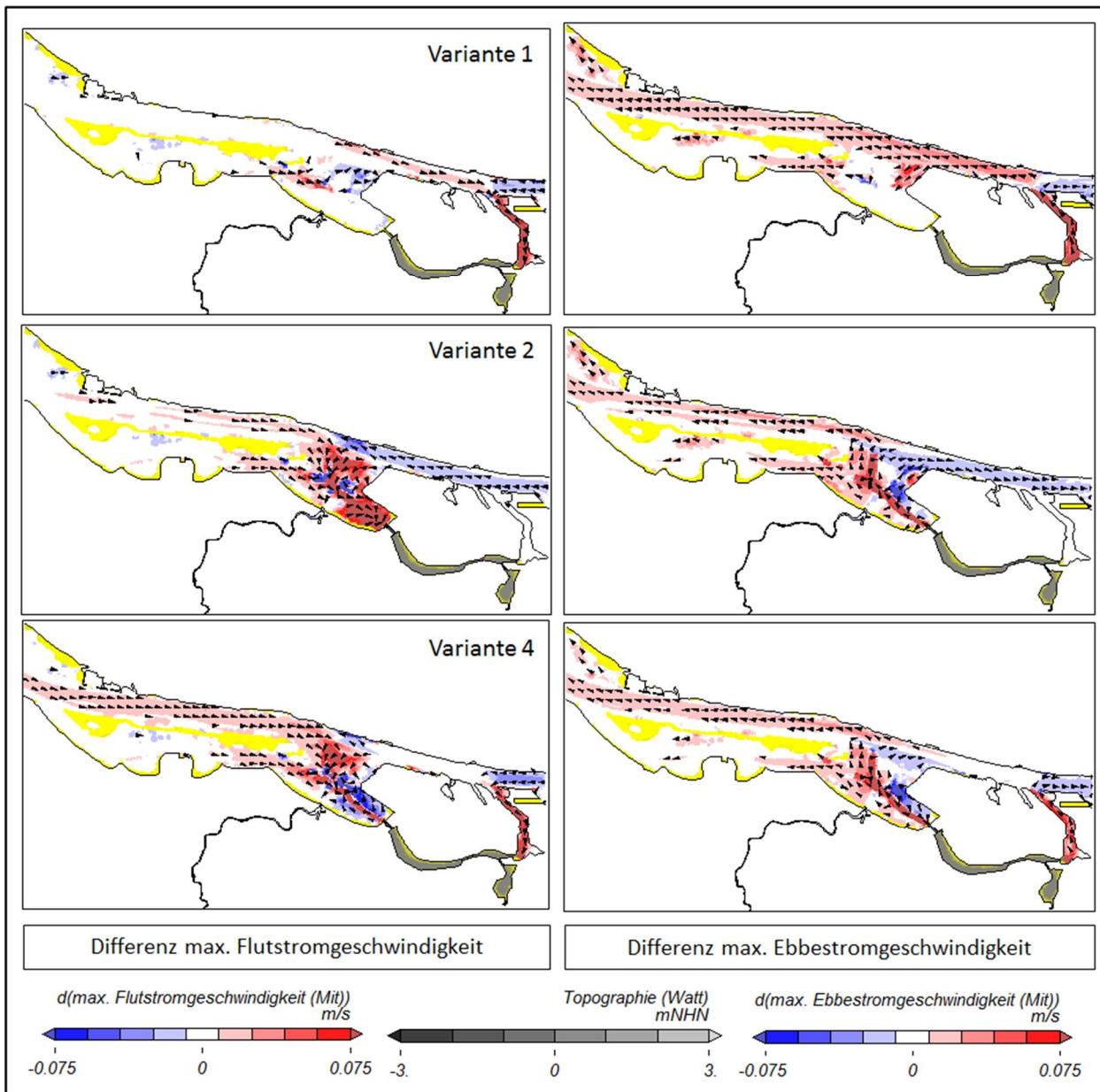


Bild 5: Flächenhafte Darstellung der Differenz (AZ-PIZ) der maximalen Flut- und Ebbestromgeschwindigkeit im Bereich der Alten Süderelbe für die Varianten 1, 2 und 4.

- Wirkung auf die Ebbestromgeschwindigkeit (großräumig)**

Für die großräumige Wirkung des Anschlusses der Alten Süderelbe auf die Ebbestromgeschwindigkeit gelten die oben beschriebenen allgemeinen Wirkzusammenhänge. Stromauf des Anschlusses der Alten Süderelbe sinkt die Ebbestromgeschwindigkeit bei allen Varianten. Stromab der Alten Süderelbe steigt die Ebbestromgeschwindigkeit bei allen Varianten. Die Zunahme der Ebbestromgeschwindigkeit klingt Richtung Nordsee ab. Stromab von ca.

Elbe-Km 685 (Brokdorf) tritt eine Abnahme der mittleren und maximalen Ebbestromgeschwindigkeit auf. Die Wirkung der Varianten 1 bis 4 der Maßnahme Alte Süderelbe auf die mittlere und maximale Ebbestromgeschwindigkeit wird nachfolgend beschrieben und ist in Tabelle 6 zusammengefasst.

maximale Ebbestromgeschwindigkeit

Stromauf der Maßnahme Alte Süderelbe nimmt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit (oberes Diagramm in Bild 6) ab. Die Abnahme liegt bei allen Varianten unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts (2,5 cm/s). Bei den Varianten 1, 3 und 4 tritt die Abnahme stromauf vom Köhlfleet (ca. Elbe-Km 630) auf. In der Variante 2 ist die Alte Süderelbe nicht über das Köhlfleet sondern über das Mühlenberger Loch an die Elbe angeschlossen. Die Abnahme der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit beginnt bei Variante 2 daher erst stromauf des Mühlenberger Lochs (ca. Elbe-Km 635) auf. Stromab des Flutraums Alte Süderelbe steigt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit um ca. 3 cm/s (Varianten 2 bis 4) bis 4 cm/s (Variante 1). Bei den Varianten 1, 3 und 4 steigt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit stromab des Elbe-Km 630 (Köhlfleet). Beim Anschluss der Alten Süderelbe zum Mühlenberger Loch (Variante 2) steigt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit stromab des Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch). Stromab von Elbe-Km 685 (Brokdorf) sinkt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit. Die Abnahme liegt bei allen Varianten unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts.

mittlere Ebbestromgeschwindigkeit

Die mittlere Ebbestromgeschwindigkeit (oberes Diagramm in Bild 7) nimmt stromauf der Maßnahme bei allen Varianten ab. Die Abnahme liegt jeweils unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts. Bei den Varianten 1, 3 und 4 beginnt die Abnahme etwa stromauf des Elbe-Km 630 (Köhlbrand). Bei Variante 2 nimmt die mittlere Ebbestromgeschwindigkeit stromauf des Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) ab. Stromab des Elbe-Km 630 (Variante 1, 3 und 4) bzw. des Elbe-Km 635 (Variante 2) steigt die mittlere Ebbestromgeschwindigkeit. Der Anstieg liegt bei den Varianten 1, 2 und 4 bei ca. 3 cm/s. Bei der Variante 3 ist die Zunahme der mittlere Ebbestromgeschwindigkeit kleiner als der messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts von 2,5 cm/s. Stromab von Brokdorf sinkt die mittlere Ebbestromgeschwindigkeit in allen Varianten. Die Abnahme liegt jeweils unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts.

• Wirkung auf die Flutstromgeschwindigkeit (großräumig)

Für die großräumige Wirkung des Anschlusses der Alten Süderelbe auf die Flutstromgeschwindigkeit gelten die oben beschriebenen allgemeinen Wirkzusammenhänge. Stromauf der Alten Süderelbe sinkt die Flutstromgeschwindigkeit. Stromab der Maßnahme steigt die Flutstromgeschwindigkeit. Je weiter man Richtung Nordsee gelangt, desto geringer fällt die Zunahme der Flutstromgeschwindigkeit aus. Stromab des Elbe-Km 670 (Krautsand) tritt in

allen Varianten eine Abnahme der mittleren und maximalen Flutstromgeschwindigkeit auf. Die Wirkung der Varianten 1 bis 4 der Maßnahme Alte Süderelbe auf die mittlere und maximale Flutstromgeschwindigkeit wird nachfolgend beschrieben und ist in Tabelle 6 zusammengefasst.

maximale Flutstromgeschwindigkeit

Die maximale Flutstromgeschwindigkeit sinkt bei den Varianten 1 bis 4 stromauf des Anschlusses der Alten Süderelbe (mittleres Diagramm in Bild 6, Hinweis: Die Kurven der Differenz der maximalen Flutstromgeschwindigkeit der Varianten 1 und 3 liegen übereinander). Die größte Abnahme tritt bei den Varianten 1, 3 und 4 bei Elbe-Km 630 auf. Bei der Variante mit dem Anschluss der Alten Süderelbe zum Mühlenberger Loch (Variante 2) tritt die größte Abnahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit bei Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) auf. Die Abnahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit beträgt bei den Varianten 2 und 4 ca. 3,5 cm/s. Bei den Varianten 1 und 3 liegt die Abnahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts. Stromab der Alten Süderelbe steigt die maximale Flutstromgeschwindigkeit. Die Alte Süderelbe ist bei den Varianten 1 und 3 über das Köhlfleet an die Elbe angeschlossen. Der Anstieg der maximalen Flutstromgeschwindigkeit beginnt bei beiden Varianten etwa stromab des Elbe-Km 630 (Köhlfleet). Bei den beiden Varianten mit dem Anschluss zum Mühlenberger Loch (Varianten 2 und 4) beginnt die Zunahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit stromab des Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch). Bei Variante 4 beträgt der Anstieg der maximalen Flutstromgeschwindigkeit ca. 3 cm/s. Bei den Varianten 1 bis 3 liegt er unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts von 2,5 cm/s. Mit zunehmendem räumlichem Abstand von der Alten Süderelbe Richtung Nordsee, fällt die Zunahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit geringer aus. Stromab von ca. Elbe-Km 650 (Lühesand) sinkt die maximale Flutstromgeschwindigkeit bei den Varianten 1 und 3. Bei den Varianten 2 und 4 tritt stromab von ca. Elbe-Km 660 (Grauerort) eine Abnahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit auf. Die Abnahme liegt bei allen Varianten unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts.

mittlere Flutstromgeschwindigkeit

Die mittlere Flutstromgeschwindigkeit sinkt stromauf der Alten Süderelbe (mittleres Diagramm in Bild 7) bei allen Varianten ohne Wehrsteuerung (Varianten 1 bis 4). Die Abnahme beginnt bei den Varianten 1, 3 und 4 stromauf von Elbe-Km 630 (Köhlfleet) und bei der Variante 2 (Anschluss zum Mühlenberger Loch) stromauf von Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch). Die Abnahme der mittleren Flutstromgeschwindigkeit liegt bei allen Varianten unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts. Stromab der Alten Süderelbe steigt die mittlere Flutstromgeschwindigkeit. Der größte Anstieg tritt bei Elbe-Km 630 (Varianten 1 und 3) bzw. Elbe-Km 635 (Varianten 2 und 4) auf. Die mittlere Flutstromgeschwindigkeit steigt bei den Varianten 3 und 4 um ca. 2,5 cm/s und bei der Variante 1 um ca. 3 cm/s. Bei der Variante 2 liegt die Zunahme der mittleren Flutstromgeschwindigkeit unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts. Mit zunehmendem

räumlichen Abstand von der Alten Süderelbe Richtung Nordsee, fällt die Zunahme der mittleren Flutstromgeschwindigkeit bei allen Varianten geringer aus. Stromab von ca. Elbe-Km 665 (Schwarztonnensand) nimmt die mittlere Flutstromgeschwindigkeit bei allen Varianten ab. Die Abnahme der mittleren Flutstromgeschwindigkeit stromab von ca. Elbe-Km 665 liegt bei allen Varianten unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts.

- **Wirkung auf das F:E Verhältnis (großräumig)**

Aus dem Verhältnis der Flutstromgeschwindigkeit zur Ebbestromgeschwindigkeit lässt sich direkt erkennen, in welcher Tidephase die Strömungsgeschwindigkeit stärker ist. Dies hat vor allem eine Bedeutung für die Transportprozesse. Eine Flutstromdominanz (F:E Verhältnis größer 1,0) ist ein Indiz dafür, dass es zu einem Schwebstofftransport in Richtung stromauf kommen kann. Im Planerischen Ist-Zustand tritt in der Tideelbe eine Flutstromdominanz zwischen dem Elbe-Km 680 (Stör) und Elbe-Km 620 (Übersee-Zentrum) auf (siehe Anhang B und Anhang C). In den unteren Diagrammen von Bild 6 und Bild 7 ist die Veränderung des F:E Verhältnisses bezogen auf die mittleren und maximalen Strömungsgeschwindigkeiten für die Varianten 1 bis 4 dargestellt.

maximaler Flutstrom : maximaler Ebbestrom

Der Anstieg der maximalen Flutstromgeschwindigkeit infolge des Anschlusses der Alten Süderelbe ist fast überall und bei fast allen Varianten geringer als der Anstieg der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit. Über weite Teile der Elbe sinkt das F:E Verhältnis daher. Stromab der Alten Süderelbe (ca. Elbe-Km 635) sinkt das F:E Verhältnis in allen Varianten bis in den Mündungstrichter (ca. Elbe-Km 710). Nur bei Variante 4 steigt das F:E Verhältnis zwischen Elbe-Km 635 bis Elbe-Km 645 stellenweise an. Stromauf von Elbe-Km 620 (Übersee-Zentrum) sinkt das F:E Verhältnis in allen Varianten. Dazwischen (Elbe-Km 620 bis Elbe-Km 630) schwanken die Änderung des F:E Verhältnis um Null.

In Tabelle 5 ist die Änderung des F:E Verhältnis der maximalen Strömungsgeschwindigkeiten aufgelistet. Sie liegt zwischen -0,045 und 0,005. Dort wo die größte Änderung auftritt liegt das F:E Verhältnis bei ca. 1,4 (Anhang B).

mittlerer Flutstrom : mittlerer Ebbestrom

Das Verhältnis der mittleren Flutstromgeschwindigkeit zur mittleren Ebbestromgeschwindigkeit sinkt durch den Anschluss der Alten Süderelbe bei allen Varianten stromauf von Hamburg (Elbe-Km 620) und stromab von Lühe (Elbe-Km 645) bis in den Mündungstrichter der Elbe (Elbe-Km 710). Dazwischen schwankt die Änderung des F:E Verhältnis um Null.

Bei den Varianten 1, 3 und 4 sinkt das F:E Verhältnis stromauf des Elbe-Km 625 (Köhlbrand) um ca. 0,01. Bei Variante 2 nimmt das F:E Verhältnis stromauf des Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) um ca. 0,02 ab. Zwischen Elbe-Km 625 (Köhlbrand) und Elbe-Km 640 (Wedel) schwankt die Änderung des F:E Verhältnis bei den Varianten 1, und 3 zwischen -0,02 und 0,015. Bei Variante 2 treten zwischen Elbe-Km 635 und 645 (Lühe) Änderungen des F:E Verhältnisses unter 0,01 auf. Bei Variante 4 schwankt die Änderung des F:E Ver-

hältnisses zwischen Elbe-Km 625 (Köhlbrand) und Elbe-Km 645 (Lühe) zwischen -0,015 und 0,01. Vom Mündungstrichter (Elbe-Km 710) bis zum Elbe-Km 640 (Varianten 1 und 3) bzw. Elbe-Km 645 (Varianten 2 und 4) sinkt das F:E Verhältnis um bis zu ca. 0,01.

In Tabelle 5 ist die Änderung des F:E Verhältnis der mittleren Strömungsgeschwindigkeit aufgelistet. Die Änderung liegt zwischen -0,02 und 0,015. Dort wo die größte Änderung auftritt (zwischen ca. Elbe-Km 625 bis Elbe-Km 635) liegt das F:E Verhältnis bei ca. 1,2 (Anhang C).

Variante	Kurzbezeichnung	Änderung max. Flut- : max. Ebbestromge- schwindigkeit		Änderung mit. Flut- : mit. Ebbestromge- schwindigkeit	
		[-]	Elbe-Km	[-]	Elbe-Km
Variante 1	Anschluss Ost	-0,015 bis 0	stromauf 625	-0,01 bis 0	stromauf 625
		0,005	625	-0,02 bis 0,015	625 bis 640
		-0,045 bis 0	625 bis 720	-0,01 bis 0	640 bis 710
Variante 2	Anschluss West	-0,015 bis 0	stromauf 620	-0,02 bis 0	stromauf 635
		± 0,005	620 bis 630	-0,015 bis 0	635 bis 645
		-0,045 bis 0	630 bis 720	-0,01 bis 0	645 bis 710
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	-0,005 bis 0	stromauf 625	-0,01 bis 0	stromab 625
		0,005	625	-0,01 bis 0,01	625 bis 645
		-0,03 bis 0	625 bis 720	-0,01 bis 0	645 bis 710
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	-0,02 bis 0	stromauf 625	-0,01 bis 0	stromab 625
		-0,025 bis 0,005	625 bis 645	-0,02 bis 0,015	625 bis 640
		-0,01 bis 0	645 bis 720	-0,01 bis 0	640 bis 710

Tabelle 5: Tabellarische Übersicht der Wirkung der ungesteuerten Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf das F:E Verhältnis entlang einem Längsprofil durch die Elbe.

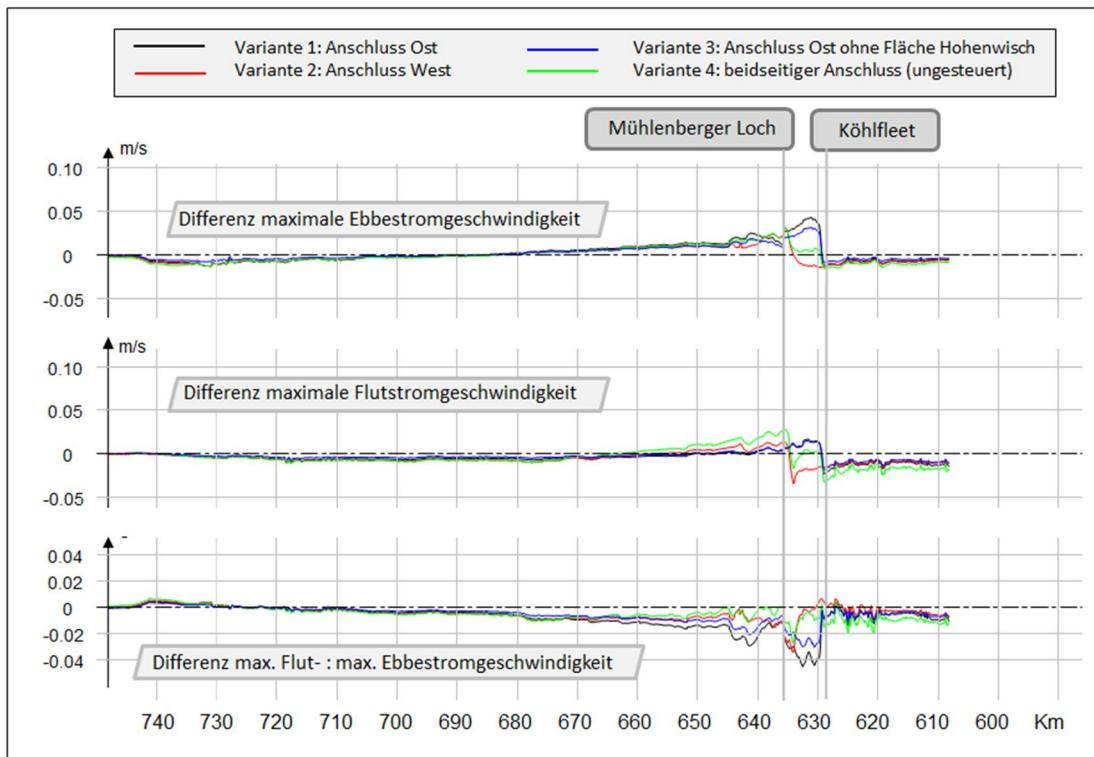


Bild 6: Differenz (AZ-PIZ) der maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe ohne Wehrsteuerung.

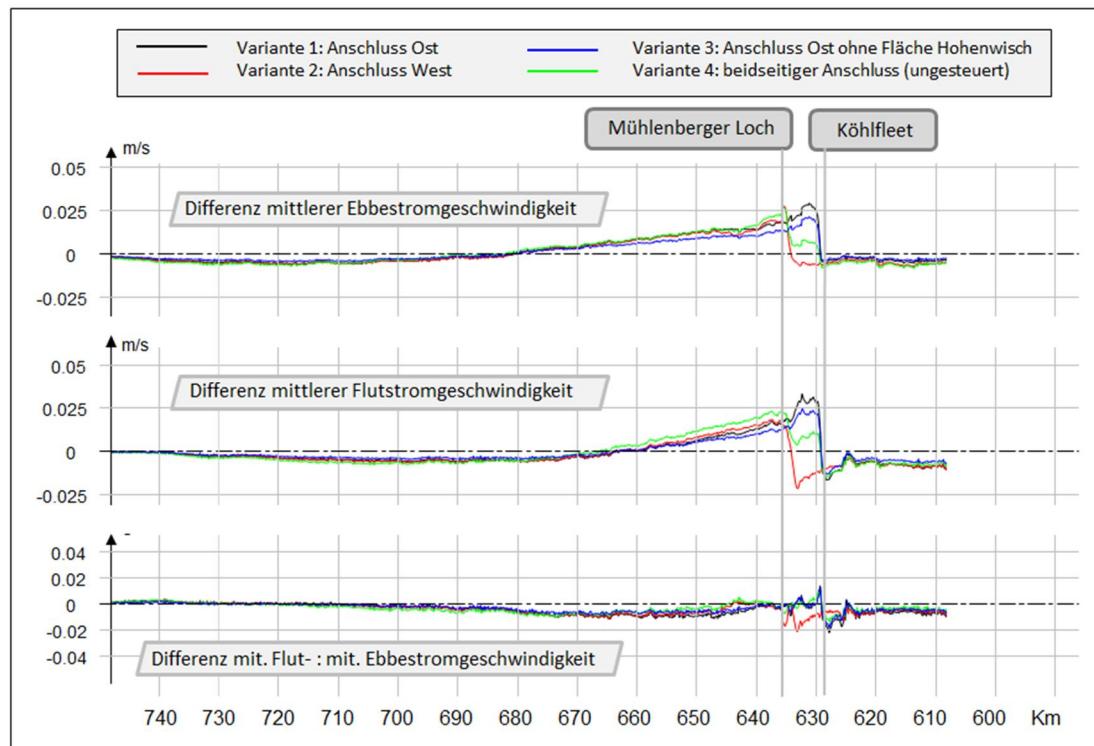


Bild 7: Differenz (AZ-PIZ) der mittleren Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe ohne Wehrsteuerung.

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Ebbestromgeschwindigkeit								mittlere Ebbestromgeschwindigkeit											
		maximale Abnahme 1		Null		maximale Zunahme		Null		maximale Abnahme 2		maximale Abnahme 1		Null		maximale Zunahme		Null		maximale Abnahme 2	
		[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	
Variante 1	Anschluss Ost	< 2,5	730	685	4	631	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	680	3	631	629	< 2,5	628				
Variante 2	Anschluss West	< 2,5	730	685	3	635	634	< 2,5	629	< 2,5	705 - 740	680	3	635	634	< 2,5	633				
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	< 2,5	730	685	3	631	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	680	< 2,5	631	629	< 2,5	628				
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	< 2,5	730	685	3	635	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	685	3	635	629	< 2,5	628				

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Flutstromgeschwindigkeit								mittlere Flutstromgeschwindigkeit											
		maximale Abnahme 1		Null		maximale Zunahme		Null		maximale Abnahme 2		maximale Abnahme 1		Null		maximale Zunahme		Null		maximale Abnahme 2	
		[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	
Variante 1	Anschluss Ost	< 2,5	720	645	< 2,5	631	629	< 2,5	628	< 2,5	675 - 720	665	3	632	629	< 2,5	628				
Variante 2	Anschluss West	< 2,5	675 - 720	660	< 2,5	636	635	3,5	634	< 2,5	675 - 720	665	< 2,5	637	634	< 2,5	633				
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	< 2,5	670 - 730	650	< 2,5	631	629	< 2,5	628	< 2,5	670 - 720	665	2,5	632	629	< 2,5	628				
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	< 2,5	675 - 720	665	3	636	629 und 635	3,5	628	< 2,5	675 - 720	665	2,5	637	629	< 2,5	628				

Tabelle 6: Tabellarische Übersicht der Wirkung der ungesteuerten Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf die Strömungsgeschwindigkeiten entlang einem Längsprofil durch die Elbe.

5.1.3 Wirkung auf den Salzgehalt

Infolge der Durchmischung von salzigem Meerwasser mit süßerem Flusswasser bildet sich in der Tideelbe eine Brackwasserzone aus. Seeseitig liegt der Salzgehalt über 30. Stromauf von Stadersand (Elbe-Km 655) liegt der Salzgehalt in dem betrachteten hydrologischen Zustand unter 1 (siehe Anhang D).

Stromab von Brokdorf (Elbe-Km 685) sinkt die Strömungsgeschwindigkeit (vgl. Bild 6 und Bild 7). Als Folge nimmt die Variation des Salzgehaltes in der Elbe ab (Bild 8). Der minimale Salzgehalt steigt stromab von Elbe-Km 700 (Brunsbüttel). Zwischen Grauerort (Elbe-Km 660) und Altenbruch (Elbe-Km 720) sinkt der maximale Salzgehalt. Stromab vom Osteriff (ca. Elbe-Km 705) steigt der mittlere Salzgehalt. Das F:E Verhältnis sinkt stromab von Elbe-Km 700 (Brunsbüttel). Durch die Schwächung der Flutstromgeschwindigkeit gegenüber der Ebbestromgeschwindigkeit wird das Salz weniger weit in das Ästuar hinein transportiert. Zwischen Elbe-Km 700 (Brunsbüttel) und ca. Elbe-Km 660 (Grauerort) sinkt daher sowohl der mittlere als auch der maximale und minimale Salzgehalt.

Nach [5] liegen Änderungen des Salzgehaltes erst ab einem Wert von 0,1 oberhalb eines sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwerts. Keine der ungesteuerten Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe bewirkt eine Veränderung oberhalb des Schwellenwertes.

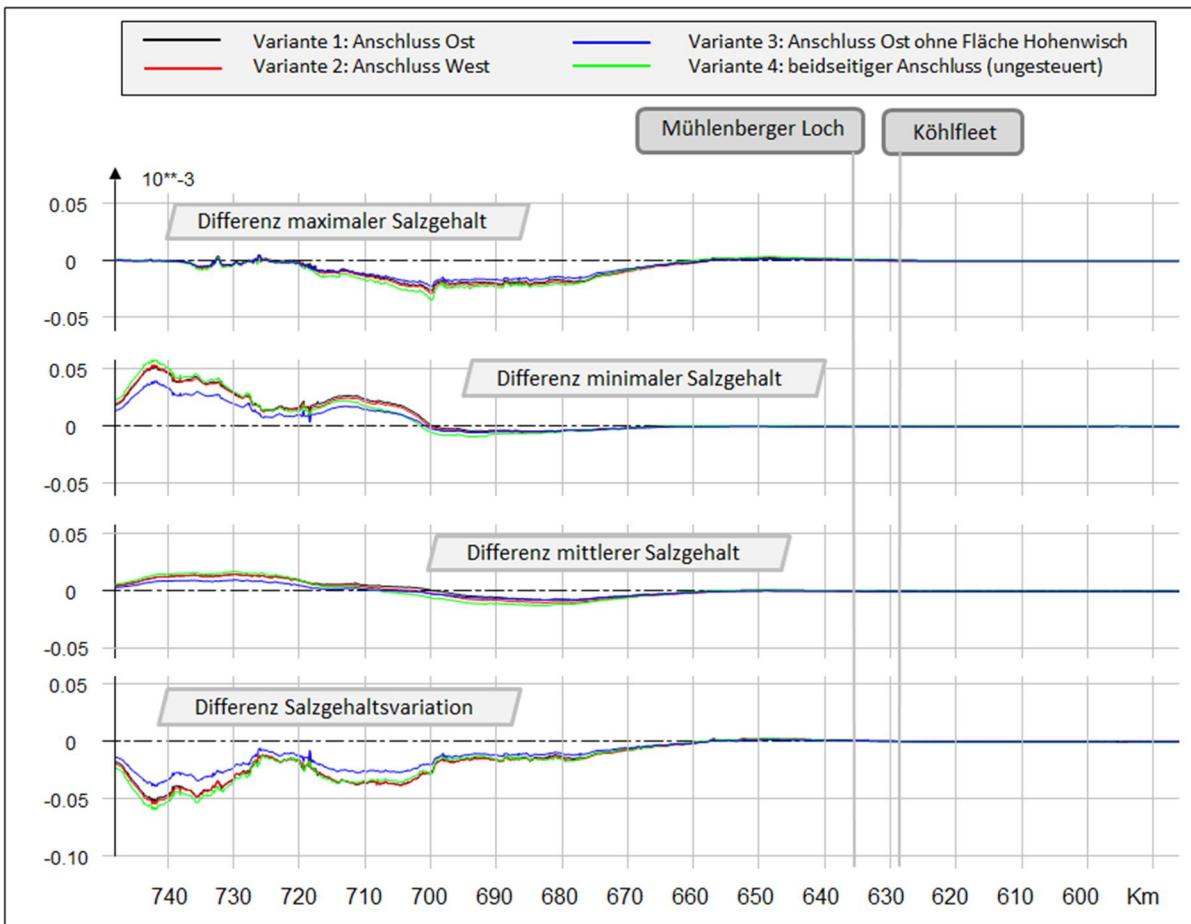


Bild 8: Differenz (AZ-PIZ) des maximalen, minimalen und mittleren Salzgehalts $[-]^3$ sowie der Salzgehaltsvariation auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe ohne Wehrsteuerung.

5.1.4 Wirkung auf die Schwebstoffdynamik

- Wirkung auf den Schwebstoffgehalt (großräumig)**

In Bild 9 ist die Änderung des mittleren und maximalen Schwebstoffgehalts auf dem Längsprofil durch die Elbe für alle 4 Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe ohne Wehrsteuerung abgebildet. Die Strömungsgeschwindigkeit nimmt in der Elbe stromauf der Maßnahme Alte Süderelbe ab (siehe Bild 6 und Bild 7). Dadurch sinkt der mittlere und maximale Schwebstoffgehalt (Bild 9) bei allen Varianten. Die Abnahme reicht bei den Varianten 1 und 3 in Richtung stromab bis nach Wedel (ca. Elbe-Km 400 - 450). Bei den Varianten mit dem Anschluss der Alten Süderelbe zum Mühlenberger Loch (Varianten 2 und 4) treten Abnah-

³ Für das Simulationsprogramm ist der Salzgehalt ein aktiver (die Dichte beeinflussender) konservativer (massenerhaltender) Tracer der in Volumenanteilen [m^3] Tracer pro [m^3] Wasser berechnet wird. Es handelt sich um eine dimensionslose Größe $[-]$, die mit 1000 multipliziert in etwa PSU entspricht.

men bis Elbe-Km 650 (Lühe) bzw. Elbe-Km 655 (Stadersand) auf. Stromab von Wedel (Varianten 1 und 3) bzw. Lühe/Stadersand (Varianten 2 und 4) nimmt der mittlere und maximale Schwebstoffgehalt durch den Anstieg der Strömungsgeschwindigkeit bis ca. Elbe-Km 680 (Stör) geringfügig zu. Stromab von Elbe-Km 680 sinkt der mittlere und maximale Schwebstoffgehalte mit der abnehmenden Strömungsgeschwindigkeit bei allen Varianten.

Unterschiede zwischen den Varianten bestehen im Wesentlichen zwischen Elbe-Km 650 und dem Stromspaltungsgebiet (ca. Elbe-Km 625). Bei den beiden nach Westen ange schlossenen Varianten (Varianten 2 und 4) ist die Abnahme des Schwebstoffgehalts größer als bei den Varianten 1 und 3.

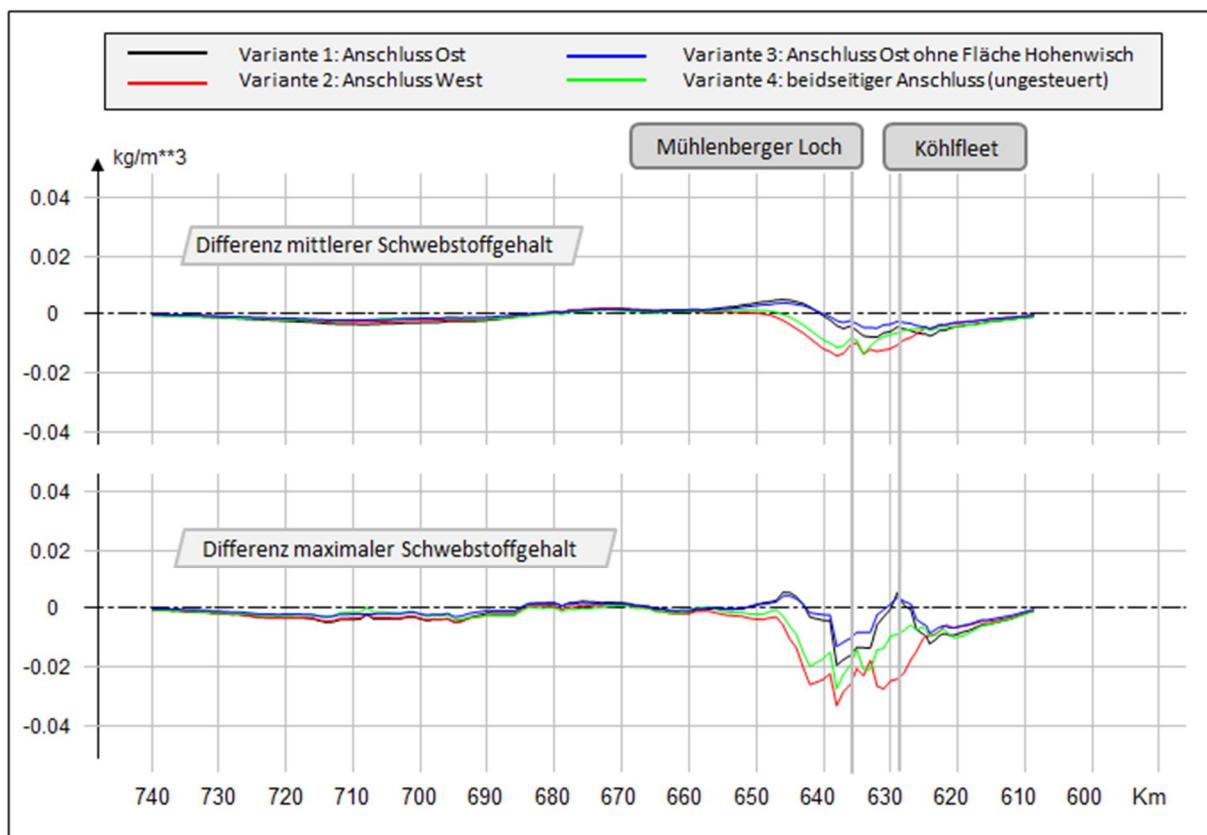


Bild 9: Differenz (AZ-PIZ) des mittleren und maximalen Schwebstoffgehalts auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten der Maßnahme Alten Süderelbe ohne Wehrsteuerung.

- Wirkung auf den advektiven Schwebstofftransport bei Ebbstrom (großräumig)**

In Bild 10 ist die Änderung des advektiven Schwebstofftransports bei Ebbstrom entlang einem Längsprofil durch die Elbe mit gestrichelten Linien dargestellt. Stromab der Störmündung (ca. Elbe-Km 680) sinken sowohl die mittlere Ebbstromgeschwindigkeit (Bild 7) als auch der mittlere Schwebstoffgehalt (Bild 9). Stromab der Störmündung nimmt der advektive Schwebstofftransport bei allen Varianten ab. Stromauf des Köhlfleets (ca. Elbe-Km 630)

sinken der Schwebstoffgehalt und die Strömungsgeschwindigkeit bei allen Varianten. Bei der Variante 2 nehmen der Schwebstoffgehalt und die Strömungsgeschwindigkeit stromauf des Mühlenberger Lochs (ca. Elbe-Km 635) ab. Dadurch sinkt der advektive Schwebstofftransport bei den Varianten 1 und 3 stromauf vom Köhlfleet. Bei den Varianten 2 und 4 tritt eine Abnahme des advektiven Schwebstofftransports etwa stromauf des Elbe-Km 640 (Wedel) auf.

Im Bereich zwischen der Störmündung (ca. Elbe-Km 680) und Wedel (Varianten 2 und 4) bzw. dem Köhlfleet (Varianten 1 und 3) steigt der advektive Schwebstofftransport bei Ebbestrom. In diesem Bereich wirkt sich in allen Varianten der Anstieg der Ebbestromgeschwindigkeit aus.

- **Wirkung auf den advektiven Schwebstofftransport bei Flutstrom (großräumig)**

Die Änderung des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom ist in Bild 10 mit durchgezogenen Linien dargestellt. Genau wie im Ebbestrom sinkt der advektive Schwebstofftransport auch bei Flutstrom stromab der Störmündung (Elbe-Km 680) bei allen Varianten. Verursacht wird dies durch den geringeren Schwebstoffgehalt (Bild 9) bei sinkender Strömungsgeschwindigkeit (Bild 6). Stromauf von Elbe-Km 630 (Varianten 1 und 2) bzw. ca. Elbe-Km 645 (Varianten 2 und 4) sinkt der advektive Schwebstofftransport bei Flutstrom ebenfalls, da der Schwebstoffgehalt und die Strömungsgeschwindigkeit sinken.

Im Bereich zwischen der Störmündung (ca. Elbe-Km 680) und Wedel (Varianten 2 und 4) bzw. dem Mühlenberger Loch (Varianten 1 und 3) steigt der advektive Schwebstofftransport bei Flutstrom. Zwischen Wedel und dem Elbe-Km 660 (Grauerort) resultiert der größere Schwebstofftransport in allen Varianten aus dem Anstieg der Flutstromgeschwindigkeit. Zwischen Elbe-Km 660 (Grauerort) und 680 (Stör) steigt der advektive Schwebstofftransport trotz sinkender Flutstromgeschwindigkeit, da dort der Schwebstoffgehalt steigt.

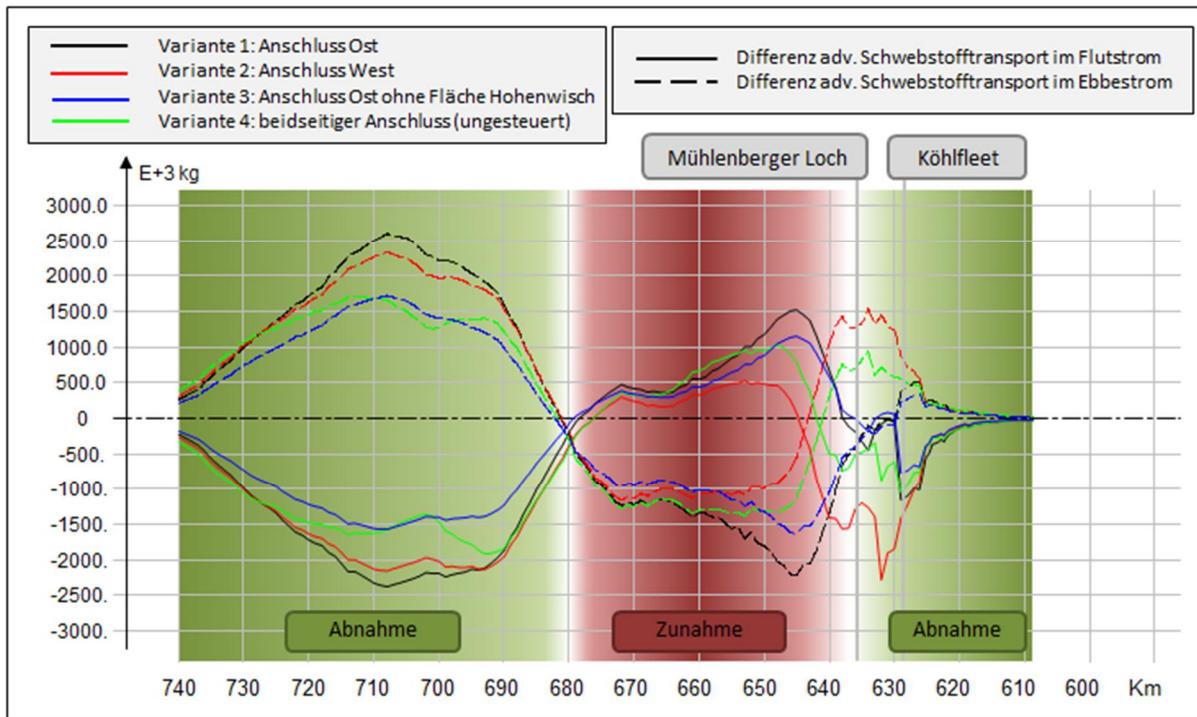


Bild 10: Differenz (AZ-PIZ) des querschnittsintegrierten advektiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbstrom (gestrichelt) auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten der Maßnahme Alten Süderelbe ohne Wehrsteuerung.

- Wirkung auf den Netto-Schwebstofftransport in der Elbe (großräumig)**

Der Netto-Schwebstofftransport ist die Summe des advektiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbstrom. Im betrachteten hydrologischen Zustand zeigt der Netto-Schwebstofftransport nach stromauf (siehe Bild 11, oben). Durch den Anschluss der Alten Süderelbe sinkt der Netto-Schwebstofftransport bei allen Varianten ohne Wehrsteuerung (Bild 11) fast über den gesamten Verlauf der Tideelbe. In den Bereichen, in dem der advektive Schwebstofftransport sinkt (grüne Fläche in Bild 10), überwiegt die Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom gegenüber der Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Ebbstrom. Dort, wo der advektive Schwebstofftransport steigt (rote Fläche in Bild 10), überwiegt die Zunahme des advektiven Schwebstofftransports bei Ebbstrom gegenüber der Zunahme des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom. Bei einem Anschluss der Alten Süderelbe zum Mühlenberger Loch (Varianten 2 und 4) ist die Wirkung auf den Netto-Schwebstofftransport gegenüber den Varianten 1 und 3 nach stromab verschoben. Stromauf von Pagensand (ca. Elbe-Km 665) fällt die Abnahme des Netto-Schwebstofftransports bei den Varianten 2 und 4 geringer aus als bei der Variante 1. Im Bereich der Trübungszone (ca. Elbe-Km 675) nimmt der Netto-Schwebstofftransport um ca. 2 % bis 3,5 % ab. Im Bereich der Alten Süderelbe treten Änderungen des Netto-Schwebstofftransports zwischen ca. plus 5 % (Variante 4) und minus 13 % (Variante 1 und 2) auf.

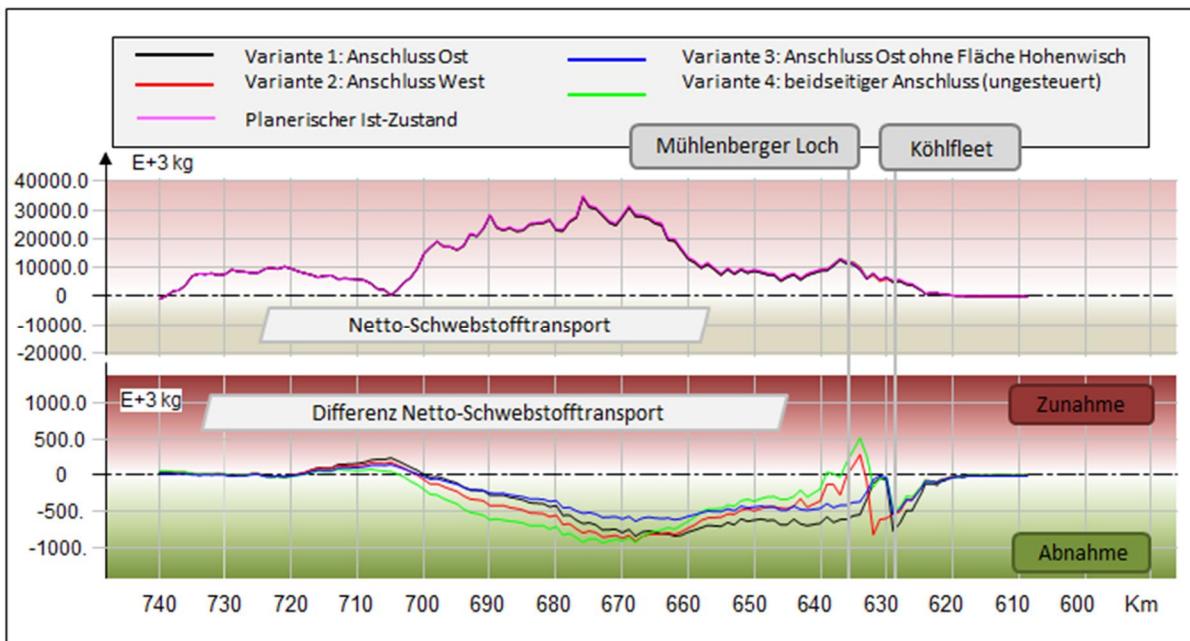


Bild 11: Oben: Querschnittsintegrierter Netto-Schwebstofftransport auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten 1 bis 4 der Maßnahme Alte Süderelbe sowie dem PIZ. Unten: Differenz (AZ-PIZ) des querschnittsintegrierten Netto-Schwebstofftransports auf dem Längsprofil der Elbe für alle Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe ohne Wehrsteuerung.

- Lokale Wirkung auf den Schwebstofftransport**

Lokal steigt der Schwebstofftransport im Bereich des Anschlusses der Alten Süderelbe. Insgesamt findet ein Schwebstofftransport in die Alte Süderelbe hinein statt. Beim Anschluss nach Osten (Variante 1) steigt der Schwebstofftransport aus der Elbe in das Köhlfleet. Beim Anschluss nach Westen (Variante 2) steigt der Schwebstofftransport durch das Mühlenberger Loch in die Alte Süderelbe. Beim beidseitigen Anschluss (Variante 4) werden Schwebstoffe von beiden Seiten in die Alte Süderelbe transportiert. In Bild 12 ist der mittlere Schwebstofftransport (Langzeitanalyse) und die Änderung gegenüber dem PIZ (Differenz AZ-PIZ) flächenhaft im Bereich der Alten Süderelbe für die Variante 4 dargestellt.

Innerhalb der Alten Süderelbe überwiegen die Bereiche in denen Sedimente abgelagert werden. In Bereichen hoher Strömungsgeschwindigkeit (Engstellen, Anschlussbereiche) findet allerdings auch Erosion statt. Aus dem Vergleich der Topographie zu zwei Zeitpunkten (z.B. Beginn und Ende des Analysezeitraums) ergibt sich eine Sohländerung. Über die Sohländerung kann die Deposition grob abgeschätzt werden. Hierfür wird vereinfacht davon ausgegangen, dass die stattfindende Erosion gegenüber der Deposition vernachlässigbar klein ist. Mit dieser Abschätzung der Deposition erfolgt ein relativer Vergleich der Sedimentation innerhalb der Alten Süderelbe.

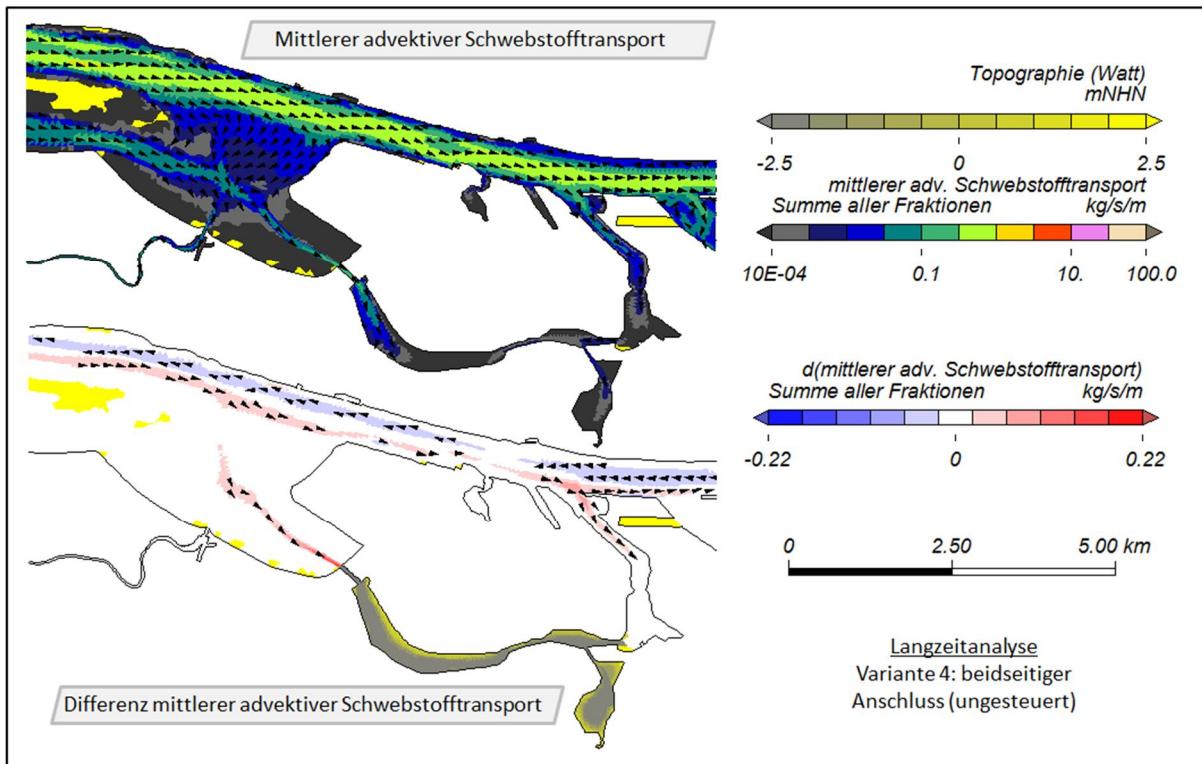


Bild 12: Flächenhafte Darstellung des mittleren adv. Schwebstofftransports (Langzeitanalyse) und der Differenz (AZ-PIZ) zum PIZ für die Variante 4 in einen Ausschnitt im Bereich der Alten Süderelbe.

Als Referenz dient die Variante 4, bei der sowohl aus dem Köhlfleet als auch aus dem Mühlenberger Loch Sedimente in die Alte Süderelbe eingetragen werden. Erfolgt der Anschluss ausschließlich über das Mühlenberger Loch (Variante 2), dann steigt die Sedimentation innerhalb der Alten Süderelbe gegenüber der Variante 4 um ca. 25 %. Durch das Köhlfleet werden deutlich weniger Schwebstoffe in die Alte Süderelbe transportiert. Bei der Variante 1 beträgt die Sedimentation in der Alten Süderelbe nur etwa 10 % der Sedimentation bei der Variante 4.

5.2 Anschluss der Alten Süderelbe mit Wehrsteuerung

Nachfolgend wird die Wirkung der Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe mit einer Wehrsteuerung erläutert. Um die Wirkung gegenüber einem ungesteuerten Anschluss zu verdeutlichen, wird in diesem Abschnitt die Variante 4 (beidseitiger Anschluss ohne Wehrsteuerung) mit betrachtet.

Die in den Bildern dieses Abschnitts dargestellten Kurven sind den zugrunde liegenden Varianten entsprechend eingefärbt. Da andere Varianten betrachtet werden, unterscheidet sich die Farbgebung von der im vorangegangenen Abschnitt. Es werden die folgenden Farben verwendet:

- | | | |
|----------|-------------|---|
| Schwarz | Variante 4: | Beidseitiger Anschluss der Alten Süderelbe (ungesteuert) |
| Rot | Variante 5: | Beidseitiger Anschluss der Alten Süderelbe,
Wehrsteuerung: stromab gerichteter Durchfluss |
| Hellgrün | Variante 6: | Beidseitiger Anschluss der Alten Süderelbe,
Wehrsteuerung: stromauf gerichteter Durchfluss |

5.2.1 Funktionsnachweis der Wehrsteuerung

In den Varianten 5 und 6 wird der Zu- und Abfluss des Flutraums Alte Süderelbe durch Wehre gesteuert. Die Wehrsteuerung erfolgt entsprechend Tabelle 2 und Tabelle 3. Die beiden Wehre liegen im Anschlussbereich der Alten Süderelbe an das Köhlfleet (Bild 2, B) und das Mühlenberger Loch (Bild 2, A). Im weiteren werden sie entsprechend ihrer Lage als Wehr Köhlfleet und Wehr Airbus bezeichnet.

Die Steuerung sieht das Schließen und Öffnen der Wehre bei Kenterung (Strömungsstillstand) vor. Die jeweiligen Schließzeiten werden aus Modellrechnungen ohne eine Wehrsteuerung bestimmt. Die Wehre werden so gesteuert, dass die Anströmung der Alten Süderelbe mit dem Flutstrom jeweils nur von einer Seite (durch das Wehr Köhlfleet in Variante 5 und durch das Wehr Airbus in Variante 6) möglich ist. Der Ebbestrom fließt jeweils durch die gegenüber gelegene Wehröffnung. Dies bewirkt, dass die Strömung innerhalb der Alten Süderelbe fast ausschließlich in eine Richtung zeigt. Beispielsweise wird dies in Bild 13 dargestellt. Bild 13 enthält Zeitreihen der Strömungsgeschwindigkeit für die Varianten 4, 5 und 6 an einem Ort in der Alten Süderelbe. Während die Richtung der Strömungsgeschwindigkeit bei der ungesteuerten Variante 4 tidebedingt wechselt, ist die Strömung bei den Varianten 5 und 6 fast ausschließlich nach stromauf gerichtet. In den Kenterphasen treten stellenweise kurzzeitige Richtungswechsel der Strömungsgeschwindigkeit auf. Dies liegt daran, dass die Zeitpunkte an denen die Wehre im Modell geschlossen werden, nicht exakt mit der Strömungskenterung übereinstimmen. Der jeweilige Zeitpunkt der Strömungskenterung kann nicht aus der laufenden Simulation bestimmt werden. Er wird aus einer Simulation ohne Wehrsteuerung bestimmt. Der daraus resultierende kurzzeitige Richtungswechsel der Strömungsgeschwindigkeit hat jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die Wirkung der Maßnahmen.

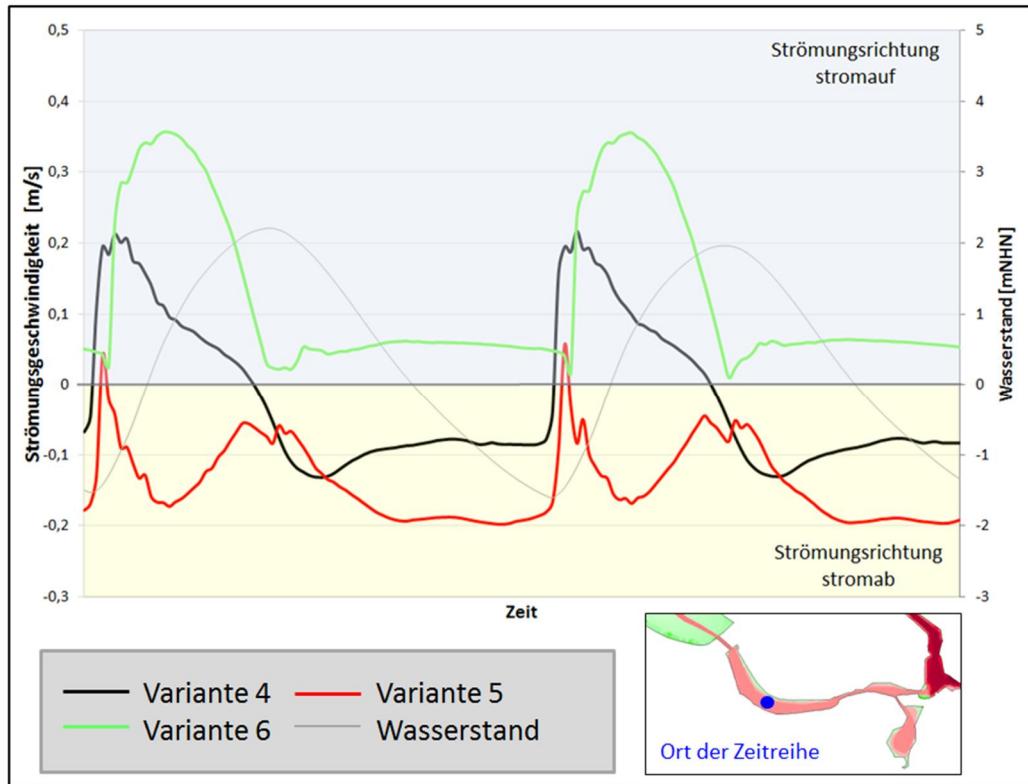


Bild 13: Zeitreihen der Strömungsgeschwindigkeit in der Alten Süderelbe für die Varianten 4, 5 und 6.

5.2.2 Wirkung auf die Wasserstände

- Wirkung auf die Wasserstände in der Alten Süderelbe**

Durch das wechselseitige Schließen der Wehre bei den Varianten 5 und 6 wird der wirksame Fließquerschnitt des Anschlusses der Alten Süderelbe an die Tideelbe, verglichen mit dem beidseitig, ungesteuerten Anschluss (Variante 4) reduziert. Dies wirkt dämpfend auf das Tidesignal in der Alten Süderelbe. Der Tidehub in der Alten Süderelbe ist bei den Varianten 5 und 6 daher geringer als bei Variante 4. Das Potential des angeschlossenen Flutraums wird bei der Variante 4 dadurch besser ausgenutzt als bei den Varianten 5 und 6.

Beispielhaft ist die dämpfende Wirkung der Wehrsteuerungen auf den Tidehub in Bild 14 für einen Ort im westlichen Teil der Alten Süderelbe dargestellt. Das Niedrigwasser in der Variante 5 fällt weniger stark ab als in Variante 4. Außerdem tritt es etwas später auf. Bei Variante 6 liegt das Niedrigwasser wiederum etwas höher als bei Variante 5. In der Ebbephase läuft das Wasser in der Variante 6 in Richtung Köhlfleet ab, während es in Variante 5 zum Mühlenberger Loch strömt. Die Engstelle auf Höhe der METHA (siehe Bild 2, E) stellt den kleinsten Fließquerschnitt innerhalb der Alten Süderelbe dar. Das Abfließen des Wassers in der Ebbephase wird in der Variante 6 gegenüber der Variante 4 daher stärker behindert als in der Variante 5.

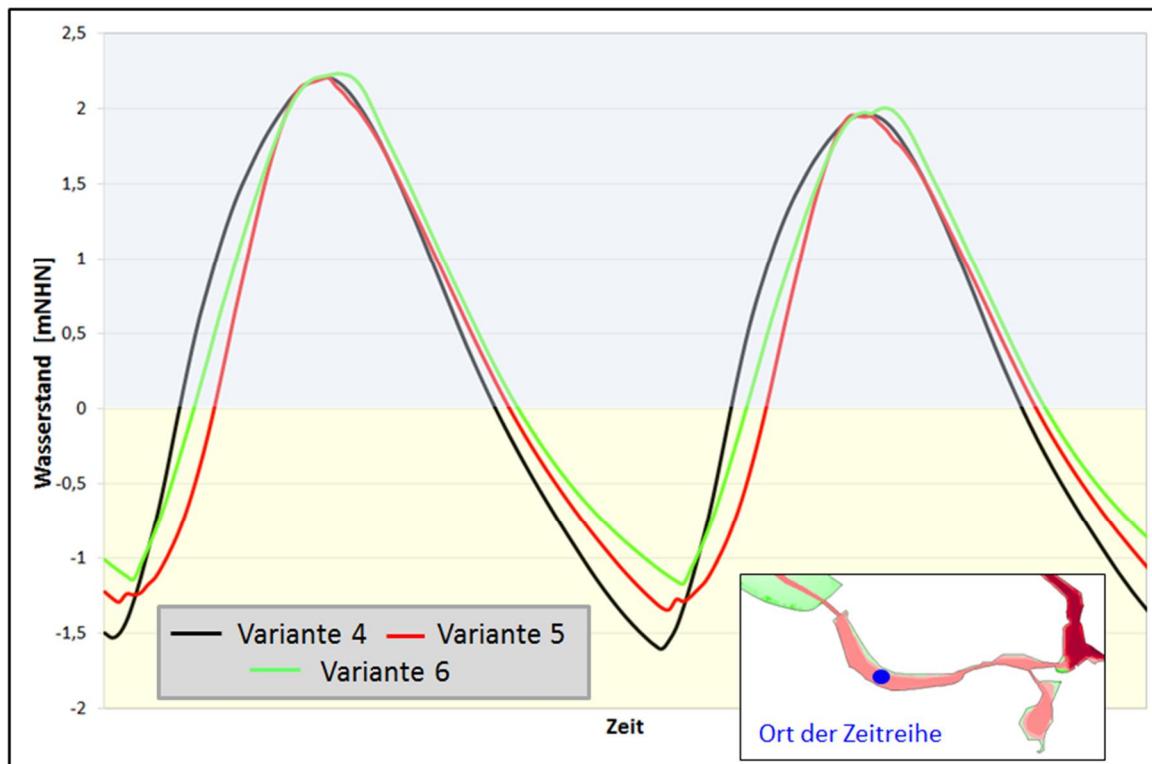


Bild 14: Zeitreihen des Wasserstandes in der Alten Süderelbe für die Varianten 4, 5 und 6.

Die in Bild 14 für einen Punkt dargestellte Dämpfung des Tidehubs gegenüber der Variante 4 ist charakteristisch für die gesamte Alte Süderelbe. Zu erkennen ist dies in Bild 15. Die größte Dämpfung des Tidehubs gegenüber der Variante 4 liegt bei der Variante 5 mit ca. 30 cm im östlichen Teil der Alten Süderelbe. Bei der Variante 6 liegt die größte Dämpfung gegenüber der Variante 4 mit ca. 40 cm im westlichen Teil der Alten Süderelbe. Der Grund dafür liegt in der Engstelle auf Höhe der METHA.

Im Mühlenberger Loch ist der MThb bei der Variante 5 gegenüber der ungesteuerten Variante 4 geringer. Der Ebbestrom aus der gesamten Alten Süderelbe passiert das Mühlenberger Loch. Dadurch wird das Niedrigwasser bei Variante 5 stärker gestützt als bei Variante 4. Bei der Variante 6 fällt der Ebbestrom und damit die stützende Wirkung auf das Niedrigwasser im Mühlenberger Loch weg. Daher sinkt das MTnw im Mühlenberger Loch bei der Variante 6 stärker ab als bei der Variante 4 und der MThb steigt bei der Variante 6 gegenüber der Variante 4.

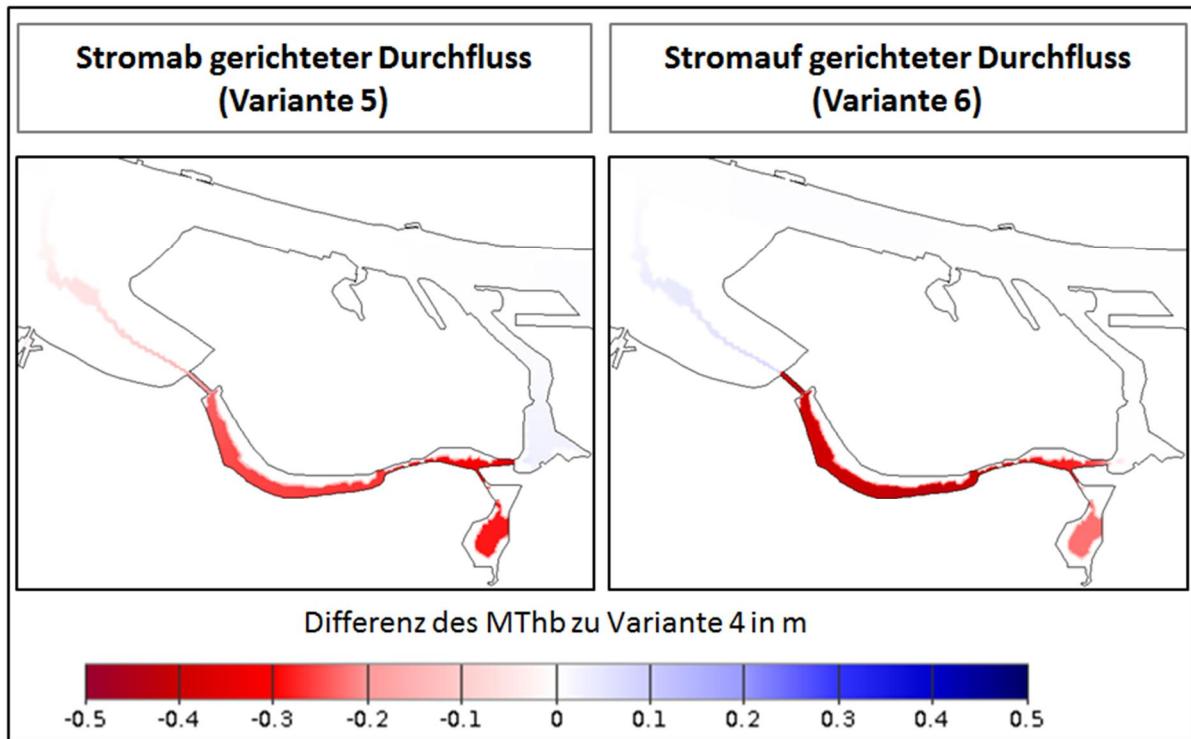


Bild 15: Flächenhafte Darstellung der Differenz des mittleren Tidehubs zwischen den beidseitig angeschlossenen, gesteuerten Varianten (Variante 5 und 6) und der ungesteuerten Variante (Variante 4) im Bereich der Alten Süderelbe⁴.

- **Wirkung auf das Tidehochwasser in der Elbe (großräumig)**

Der wehrgesteuerte Anschluss der Alten Süderelbe an die Elbe wirkt großräumig auf die Wasserstände in der Tideelbe. In Bild 16 sind die Differenzen (AZ-PIZ) des MThw (durchgezogene Linien) zwischen dem Planerischen Ist-Zustand und den Varianten 4, 5 und 6 entlang einem Längsprofil durch die Elbe abgebildet.

Genau wie beim ungesteuerten Anschluss der Alten Süderelbe (Variante 4) wird auch beim gesteuerten Anschluss die Amplitude der Tidewelle bis in den Mündungstrichter des Ästuars reduziert. Das MThw sinkt stromauf von St. Margarethen (ca. Elbe-Km 690) bei beiden Varianten mit Wehrsteuerung. Die maximale Abnahme des MThw liegt bei den Varianten 5 und 6 zwischen 2 cm und 3 cm bei Elbe-Km 645 (Lühe). Stromab der Alten Süderelbe liegt die Abnahme des MThw bei beiden Varianten zwischen 1 cm und 2 cm. Gegenüber der Variante 4 unterscheidet sich die Wirkung auf das MThw um weniger als 1 cm. Zwischen Elbe-Km 660 (Grauerort) und Elbe-Km 690 (St. Margarethen) ist die Abnahme des MThw bei beiden Varianten mit Wehrsteuerung geringer als bei der Variante 4. Zwischen ca. Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) und ca. Elbe-Km 660 (Grauerort) sinkt das MThw bei beiden Varianten mit Wehrsteuerung stärker als bei Variante 4. Kaum Unterschiede treten zwi-

⁴ In den weißen Bereichen innerhalb der Modellgebiets (schwarze Umrundung) treten keine Differenzen auf. Dies gilt auch für Bereiche (wie z.B. innerhalb der Alten Süderelbe) die trocken fallen.

schen der Variante 6 und Variante 4 im Bereich zwischen Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) und Elbe-Km 600 (Zollenspieker) auf. Bei der Variante 5 ist die Abnahme des MThw im Bereich zwischen Elbe-Km 635 und Elbe-Km 600 geringer als bei Variante 4 und 6.

- Wirkung auf das Tideniedrigwasser in der Elbe (großräumig)**

Das MTnw in der Tideelbe steigt durch den Anschluss der Alten Süderelbe großräumig an (gestrichelte Linien in Bild 16). Das Potential des Flutraumes wird mit einer Wehrsteuerung weniger gut ausgenutzt als ohne Wehrsteuerung (siehe oben: Wasserstände in der Alten Süderelbe). Die Stützung des MTnw ist bei den Varianten mit Wehrsteuerung (Varianten 5 und 6) gegenüber der Variante ohne Wehrsteuerung (Variante 4) daher leicht gedämpft (< 1 cm). Die maximale Stützung des MTnw beträgt bei der Variante 5 ca. 3 cm und bei der Variante 6 zwischen 2 cm und 3 cm.

- Wirkung auf den Tidehub in der Elbe (großräumig)**

Der MThb (Strich-Punkt Linie in Bild 16) sinkt bei allen Varianten stromauf des Elbe-Km 705 (Osteriff). Bei den Varianten 5 und 6 liegt die größte Abnahme des MThb zwischen 4 cm und 5 cm (Elbe-Km 645). Zwischen Elbe-Km 630 (Köhlfleet) und Elbe-Km 605 (Seevé) ist die Tidehubreduktion ohne Wehrsteuerung (Variante 4) größer als mit Wehrsteuerung (Varianten 5 und 6). Der Unterschied ist kleiner als 1 cm. Zwischen Elbe-Km 705 (Osteriff) und Elbe-Km 655 (Stadersand) liegt die Tidehubreduktion bei den wehrgesteuerten Varianten 5 und 6 unter der Tidehubreduktion der Variante 4. Der Unterschied ist kleiner als 1 cm.

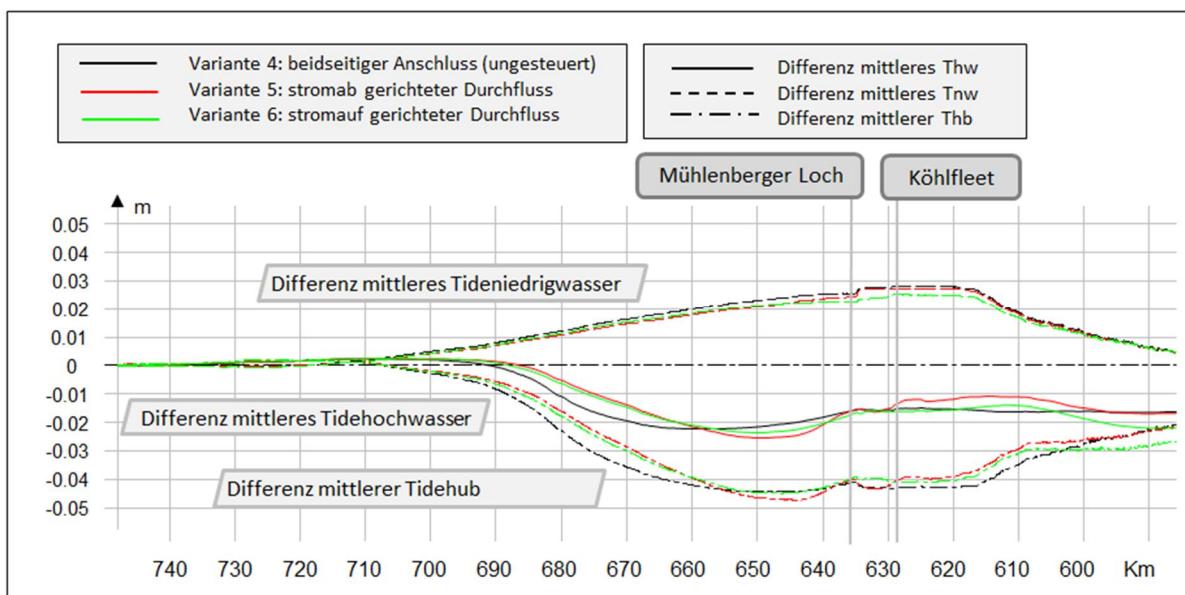


Bild 16: Differenz (AZ-PIZ) ausgewählter Tidekennwerte des Wasserstands auf einem Längsprofil der Elbe für die Varianten 4, 5 und 6 der Maßnahme Alten Süderelbe.

5.2.3 Wirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit

- Wirkung auf die maximale Strömungsgeschwindigkeit in der Alten Süderelbe**

Die Strömungsverhältnisse in der Alten Süderelbe werden durch die Wehrsteuerung gegenüber der Variante mit ungesteuertem Anschluss (Variante 4) verändert (vgl. Abschnitt 5.2.1). Die Methode der Tidekennwertanalyse ist aufgrund des fehlenden Richtungswechsels der Strömung innerhalb der Alten Süderelbe nicht möglich. Durch eine Langzeitanalyse werden tideunabhängige Kennwerte der Strömungen [7] bestimmt. In Bild 17 ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Alten Süderelbe flächenhaft für die Varianten 4, 5 und 6 dargestellt.

Die maximale Strömungsgeschwindigkeit beim beidseitig ungesteuerten Anschluss der Alten Süderelbe (Variante 4) tritt in der Flutphase auf. Während die Strömung im östlichen Teil der Alten Süderelbe nach stromab gerichtet ist, ist sie im westlichen Teil der Alten Süderelbe nach stromauf gerichtet. Nachfolgend wird der Unterschied der maximalen Strömungsgeschwindigkeit in der Alten Süderelbe zwischen den Varianten 5 und 6 und der ungesteuerten Variante 4 erläutert.

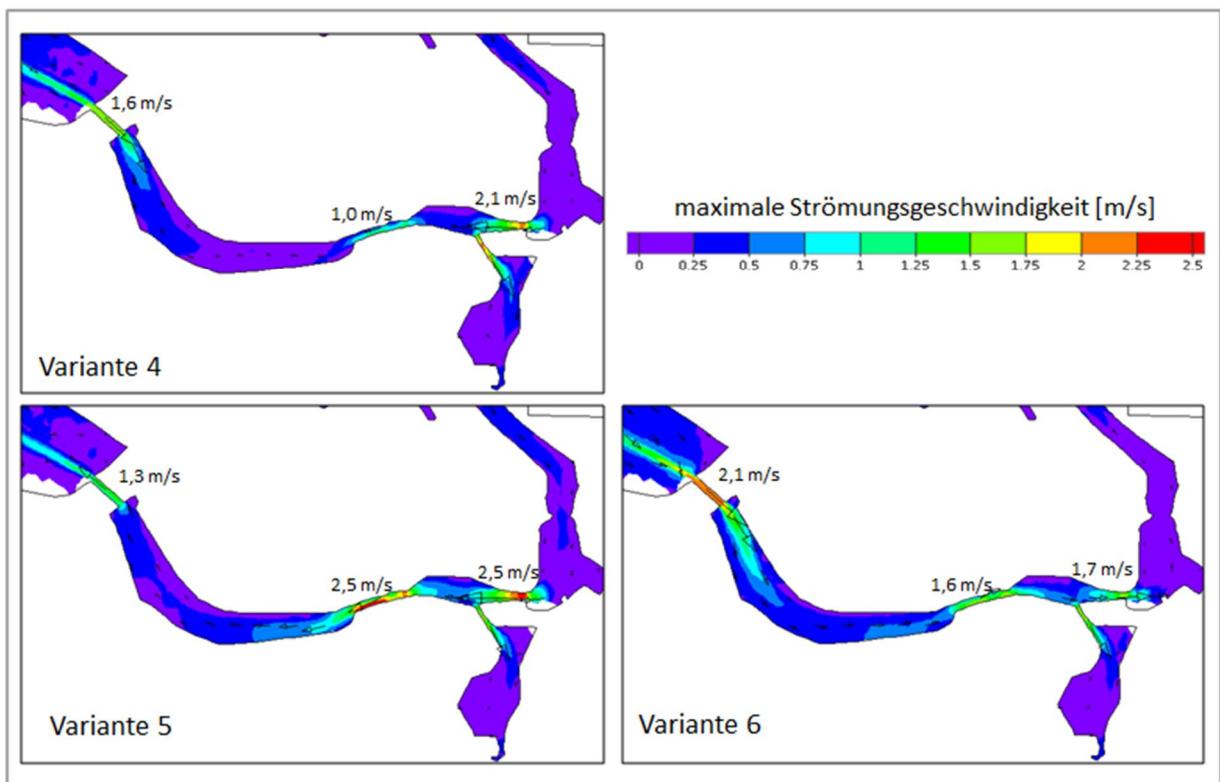


Bild 17: Flächenhafte Darstellung der maximalen Strömungsgeschwindigkeit (Langzeitanalyse) im Bereich der Alten Süderelbe für die Varianten 4, 5 und 6.

Variante 5:

Bei der Variante 5 entspricht die Richtung der maximalen Strömungsgeschwindigkeit der Richtung des wehrgesteuerten Durchflusses (stromab). Gegenüber der Variante ohne Wehrsteuerung (Variante 4) steigt die maximal auftretende Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Wehrs, das bei Flutstrom geöffnet ist (Wehr Köhlfleet) um ca. 0,4 m/s. Bei der Variante 4 kann der Flutstrom durch beide Anschlüsse einströmen. Bei der Variante 5 gelangt der Flutstrom nur durch das geöffnete Wehr Köhlfleet in die Alte Süderelbe. Da näherungsweise dasselbe Wasservolumen transportiert wird, treten im Bereich des Wehrs Köhlfleet höhere Strömungsgeschwindigkeiten auf als bei Variante 4.

Im Bereich des Wehrs Airbus ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit bei der Variante 5 um ca. 0,3 m/s geringer, als bei der Variante 4. Bei der Variante 4 tritt die maximale Strömungsgeschwindigkeit von ca. 1,6 m/s im Bereich des Anschlusses zum Mühlenberger Loch bei Flutstrom auf. Bei der Variante 5 ist das Wehr Airbus bei Flutstrom geschlossen. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Wehrs Airbus tritt bei der Variante 5 daher während des Ebbestroms auf. Im Bereich des Wehrs Airbus ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit in der Ebbestromphase bei der Variante 5 geringer, als die maximale Flutstromgeschwindigkeit bei Variante 4.

In Bild 18 ist die Differenz der maximalen Strömungsgeschwindigkeit zwischen Variante 5 und Variante 4 (Bild 18, A) flächenhaft im Bereich der Alten Süderelbe dargestellt. Im westlichen Teil der Alten Süderelbe sowie dem Mühlenberger Loch ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit bei Variante 5 geringer als bei Variante 4. Im östlichen Teil der Alten Süderelbe und dem Köhlfleet ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit bei Variante 5 größer als bei Variante 4.

Variante 6

Bei Variante 6 wird die Alte Süderelbe infolge der Wehrsteuerung Richtung stromauf durchströmt. Daher ist auch die Richtung der maximalen Strömungsgeschwindigkeit nach stromauf gerichtet. Gegenüber der Variante ohne Wehrsteuerung (Variante 4) steigt die maximal auftretende Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Wehrs Airbus bei der Variante 6 um ca. 0,5 m/s. Bei beiden Varianten (Variante 4 und 6) tritt die maximale Strömungsgeschwindigkeit im Bereich der Wehröffnung bei Flutstrom auf. Bei der Variante 6 ist der zur Verfügung stehende Fließquerschnitt im Anschlussbereich geringer (Wehr Köhlfleet ist geschlossen) als bei der Variante 4. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit ist in Variante 6 daher größer als in Variante 4.

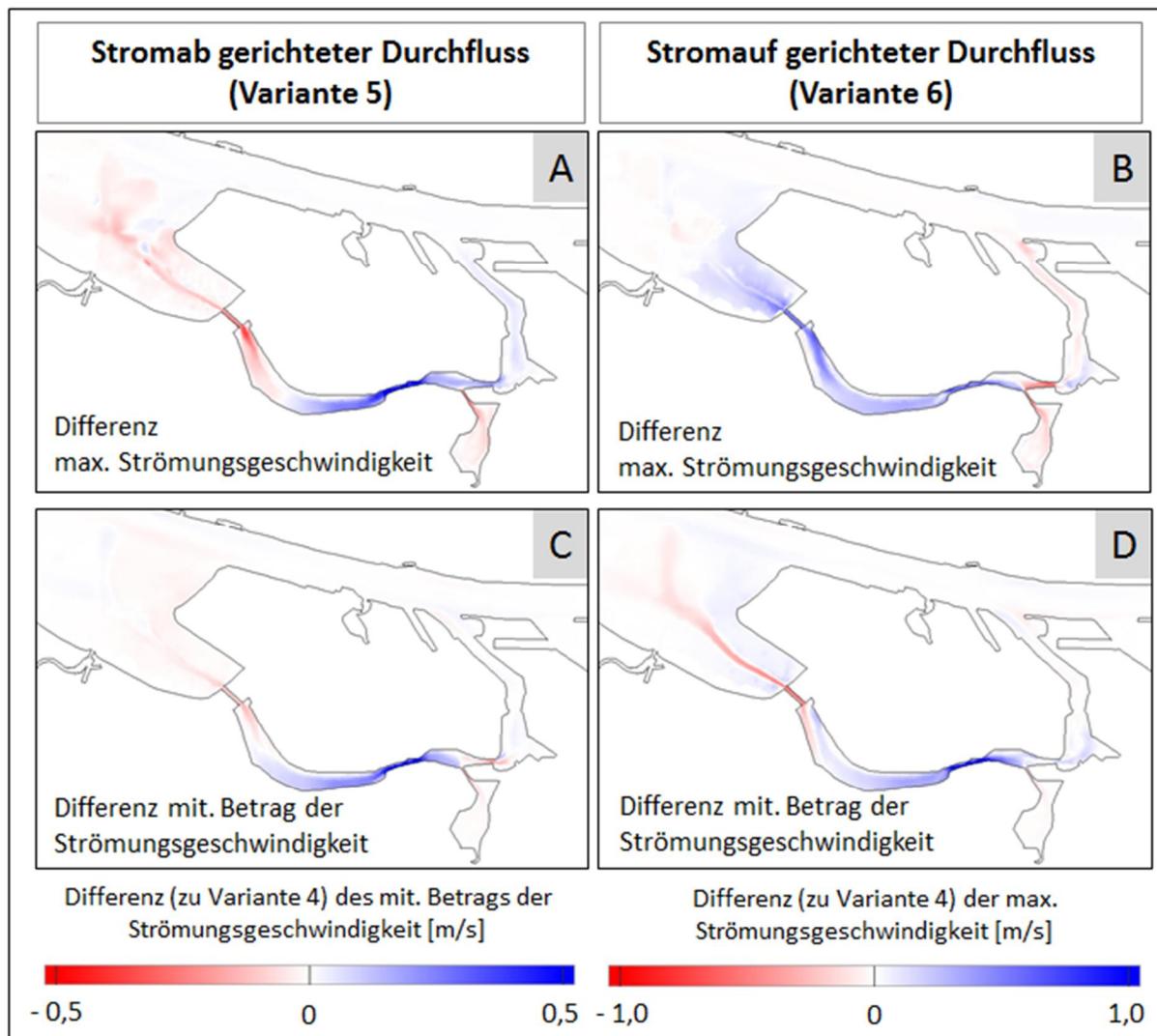


Bild 18: Flächenhafte Darstellung der Differenz der maximalen Strömungsgeschwindigkeit (A und B) und des mittleren Betrages der Strömungsgeschwindigkeit (C und D) zwischen den gesteuerten Varianten (Variante 5 und 6) und der ungesteuerten Variante (Variante 4) im Bereich der Alten Süderelbe auf der Basis einer Langzeitanalyse.

Im Bereich des Wehrs Köhlfleet ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit ca. 0,4 m/s kleiner als bei Variante 4. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit tritt bei Variante 4 in der Flutstromphase auf. Bei der Variante 6 ist das Wehr Köhlfleet in der Flutstromphase geschlossen. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit tritt während der Ebbestromphase auf. Bei der Variante 6 ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit am Wehr Köhlfleet in der Ebbestromphase geringer als die maximale Flutstromgeschwindigkeit bei Variante 4. In weiten Teilen der Alten Süderelbe sowie des Mühlenberger Lochs steigt die maximale Strömungsgeschwindigkeit bei Variante 6 gegenüber der Variante 4 (Bild 18, B). Im Bereich

der Fläche Hohenwisch, östlich davon sowie im Köhlfleet ist die maximale Strömungsgeschwindigkeit bei Variante 6 geringer als bei Variante 4.

- **Wirkung auf die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in der Alten Süderelbe**

Im unteren Teil von Bild 18 (C und D) ist die Differenz des mittleren Betrages der Strömungsgeschwindigkeit zwischen den Varianten mit (Varianten 5 und 6) und ohne Wehrsteuerung (Variante 4) dargestellt. In weiten Teilen der Alten Süderelbe steigt der Betrag der Strömungsgeschwindigkeit durch die Wehrsteuerungen. Bei einem einseitigen Durchfluss muss das gesamte, mit der Tide transportierte Wasservolumen die Alte Süderelbe passieren. Dies ist beim beidseitigen ungesteuerten Anschluss der Alten Süderelbe (Variante 4) nicht der Fall. Der Betrag der Strömungsgeschwindigkeit ist in Variante 4 daher geringer als beim wehrgesteuerten Anschluss der Alten Süderelbe (Varianten 5 und 6).

Je näher ein Ort an einem der beiden Wehre liegt, desto stärker wird dort der mittlere Betrag der Strömungsgeschwindigkeit durch die Schließzeiten der Wehre geprägt. Beispielhaft ist dies in Bild 19 dargestellt. Für die Varianten 4, 5 und 6 sind Zeitreihen des Betrags der Strömungsgeschwindigkeit an einem ca. 400 m vom Wehr Airbus entfernten Ort dargestellt. Wenn das Wehr Airbus geschlossen ist, ist der Betrag der Strömungsgeschwindigkeit bei den Varianten mit Wehrsteuerung (Varianten 5 und 6) kleiner als bei der Variante 4. In Zeiten in denen das Wehr geöffnet ist, übersteigt der Betrag der Strömungsgeschwindigkeit bei den Varianten mit Wehrsteuerung (Varianten 5 und 6) zeitweise den Betrag der Strömungsgeschwindigkeit bei der Variante 4. Dies führt bei den Varianten 5 und 6 zu einer Abnahme des mittleren Betrags der Strömungsgeschwindigkeit gegenüber der Variante 4 (siehe rote Flächen in Bild 18, C und D).

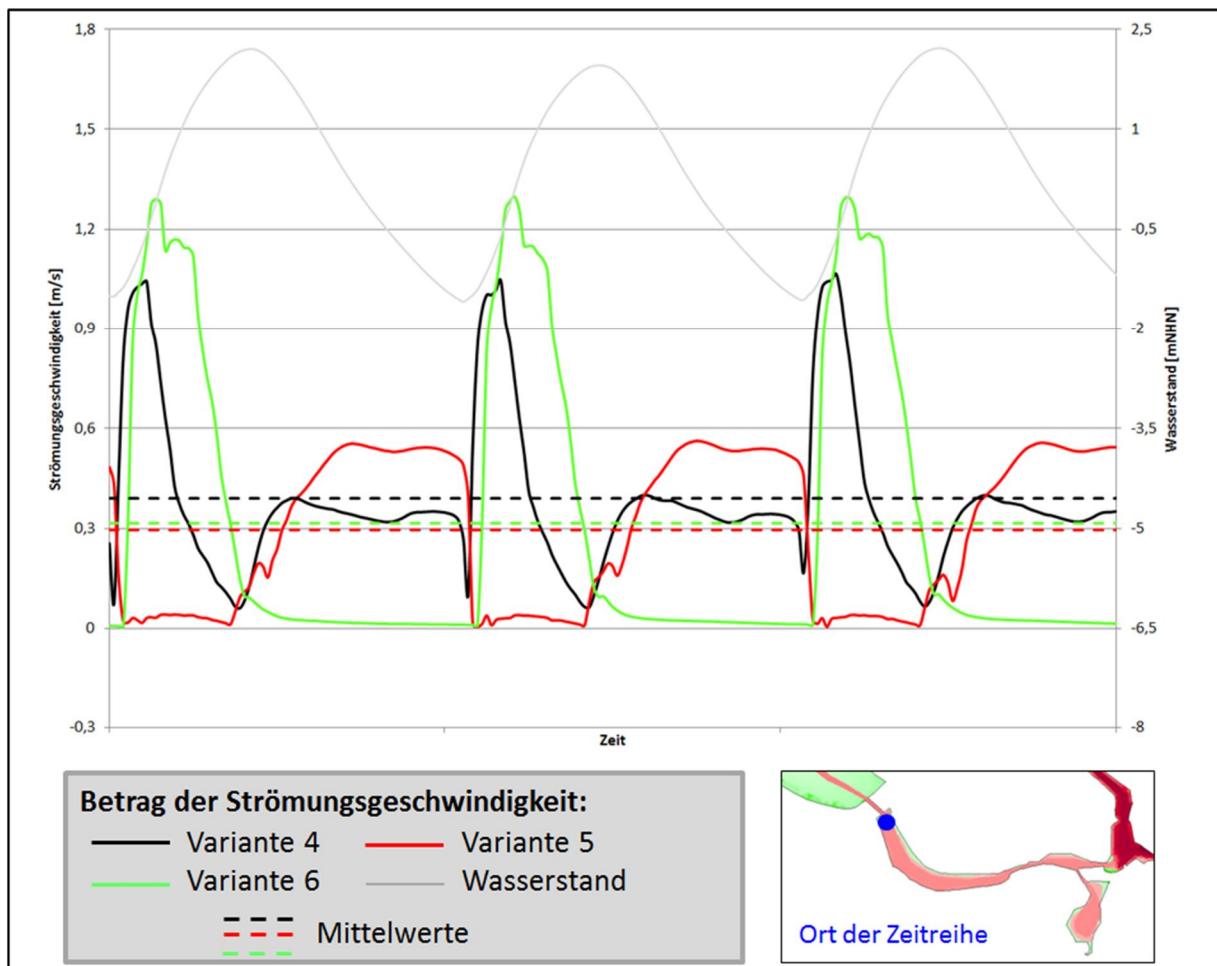


Bild 19: Zeitreihen des Betrages der Strömungsgeschwindigkeit am westlichen Ende der Alten Süderelbe für die Varianten 4, 5 und 6.

- **Wirkung auf die Ebbestromgeschwindigkeit (großräumig)**

Die großräumige Wirkung der wehrgesteuerten Varianten der Alten Süderelbe (Varianten 5 und 6) auf die Ebbestromgeschwindigkeit in der Elbe unterscheidet sich nicht grundlegend von der Wirkung ohne Wehrsteuerung (Variante 4). Die allgemeinen Wirkzusammenhänge (siehe Abschnitt 5.1.2) sind mit und ohne Wehrsteuerung dieselben. Stromauf der Alten Süderelbe sinkt die Ebbestromgeschwindigkeit. Stromab der Maßnahme steigt die Ebbestromgeschwindigkeit. Je weiter man Richtung Nordsee gelangt, desto geringer fällt die Zunahme der Ebbestromgeschwindigkeit aus. Stromab des Elbe-Km 690 (St. Margarethen) tritt eine Abnahme der Ebbestromgeschwindigkeit auf.

Nachfolgend wird die Wirkung des wehrgesteuerten Anschlusses der Alten Süderelbe auf die maximale und mittlere Ebbestromgeschwindigkeit erläutert. In Bild 20 und Bild 21 (jeweils das mittlere Diagramm) ist die Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 auf die maximale und mittlere Ebbestromgeschwindigkeit dargestellt. Eine tabellarische Zusammenfassung der Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 auf die maximale und mittlere Ebbestromgeschwindigkeit befindet sich in Tabelle 8.

maximale Ebbestromgeschwindigkeit

Die größte Zunahme der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit tritt bei den Varianten 4 und 5 mit ca. 3 cm/s bei Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) auf. Bei der Variante 6 tritt die größte Zunahme der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit mit ca. 4 cm/s etwa bei Elbe-Km 630 (Köhlfleet) auf. Dies liegt daran, dass bei der Variante 6 das gesamte Ebbestromvolumen durch das Köhlfleet strömt. Bei den Varianten 4 und 6 nimmt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit stromauf von ca. Elbe-Km 630 (Köhlfleet), bei der Variante 5 stromauf von ca. Elbe-Km 633 ab. Die Abnahme liegt bei allen Varianten unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts von 2,5 cm/s. Stromab von ca. Elbe-Km 680 (Stör) sinkt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit in allen drei Varianten. Die Abnahme der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit ist stromab von ca. Elbe-Km 680 (Stör) bei allen Varianten kleiner als der messtechnisch noch zu erfassende Schwellenwert.

mittlere Ebbestromgeschwindigkeit

Die mittlere Ebbestromgeschwindigkeit nimmt bei den drei Varianten jeweils um ca. 3 cm/s zu. Bei den Varianten 4 und 5 tritt die maximale Zunahme der mittleren Ebbestromgeschwindigkeit bei Elbe-Km 635 und bei der Variante 6 bei Elbe-Km 630 auf.

Bei den Varianten 4 und 6 nimmt die mittlere Ebbestromgeschwindigkeit stromauf von ca. Elbe-Km 630 (Köhlfleet) ab. Bei der Variante 6 tritt eine Abnahme der mittleren Ebbestromgeschwindigkeit stromauf des Elbe-Km 635 auf. Stromab von ca. Elbe-Km 680 (Stör) sinkt die mittlere Ebbestromgeschwindigkeit in allen drei Varianten. Die Abnahme der mittleren Ebbestromgeschwindigkeit liegt bei allen Varianten unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts.

- Wirkung auf die Flutstromgeschwindigkeit (großräumig)**

Die großräumige Wirkung der wehrgesteuerten Varianten der Alten Süderelbe (Varianten 5 und 6) auf die Flutstromgeschwindigkeit in der Elbe unterscheidet sich nicht grundlegend von der Wirkung ohne Wehrsteuerung (Variante 4). Die allgemeinen Wirkzusammenhänge sind mit und ohne Wehrsteuerung dieselben. Stromauf der Alten Süderelbe sinkt die Flutstromgeschwindigkeit. Stromab der Maßnahme steigt die Flutstromgeschwindigkeit. Je weiter man Richtung Nordsee gelangt, desto geringer fällt die Zunahme der Flutstromgeschwindigkeit aus. Stromab des Elbe-Km 670 (Krautsand) tritt eine Abnahme der Flutstromgeschwindigkeit auf. Nachfolgend wird die Wirkung der Varianten der Alten Süderelbe mit Wehrsteuerung auf die maximale und mittlere Flutstromgeschwindigkeit erläutert. In Bild 20 und Bild 21 (jeweils das obere Diagramm) ist die Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 auf die maximale und mittlere Flutstromgeschwindigkeit dargestellt. Eine tabellarische Zusammenfassung der Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 auf die maximale und mittlere Flutstromgeschwindigkeit befindet sich in Tabelle 8.

maximale Flutstromgeschwindigkeit

Stromab des angeschlossenen Flutraums steigt die maximale Flutstromgeschwindigkeit. Die größte Zunahme tritt bei den Varianten 4 (ca. 3 cm/s) und 6 jeweils bei Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) auf. Bei der Variante 5 findet die Anströmung der Alten Süderelbe bei Flutstrom über das Köhlfleet statt. Die Zunahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit tritt daher bei Elbe-Km 630 auf. Bei den Varianten 5 und 6 ist die Zunahme der maximalen Flutstromgeschwindigkeit kleiner als der messtechnisch noch zu erfassende Schwellenwert. Zwischen Elbe-Km 675 (Glückstadt) und Elbe-Km 720 (Altenbruch) sinkt die maximale Flutstromgeschwindigkeit bei allen drei Varianten. Die Abnahme liegt unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts. Stromauf von Elbe-Km 630 sinkt die maximale Flutstromgeschwindigkeit bei den Varianten 4 (bis 3,5 cm/s) und 5 (bis 2,5 cm/s). Bei Variante 6 sinkt die maximale Flutstromgeschwindigkeit stromauf des Elbe-Km 635 (bis 3 cm/s).

mittlere Flutstromgeschwindigkeit

Stromab der Alten Süderelbe steigt die mittlere Flutstromgeschwindigkeit. Die mittlere Flutstromgeschwindigkeit steigt bei den Varianten 4 (ca. 2,5 cm/s) und 6 (unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts) bei Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) am stärksten. Bei der Variante 5 findet die Anströmung der Alten Süderelbe bei Flutstrom über das Köhlfleet statt. Die maximale Zunahme der mittleren Flutstromgeschwindigkeit (ca. 3 cm/s) tritt daher bei Elbe-Km 630 (Köhlfleet) auf.

Zwischen Elbe-Km 675 (Glückstadt) und Elbe-Km 720 (Altenbruch) sinkt die mittlere Flutstromgeschwindigkeit (unterhalb des messtechnisch noch zu erfassenden Schwellenwerts) bei allen drei Varianten. Stromauf des Elbe-Km 630 (Varianten 4 und 5) bzw. Elbe-Km 635 (Variante 6) sinkt die mittlere Flutstromgeschwindigkeit. Die Abnahme ist kleiner als der messtechnisch noch zu erfassende Schwellenwert.

- **Wirkung auf das F:E Verhältnis (großräumig)**

In Bild 20 und Bild 21 (jeweils das untere Diagramm) ist die Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 der Alten Süderelbe auf das F:E Verhältnis aus den maximalen und den mittleren Strömungsgeschwindigkeiten dargestellt. In Tabelle 7 ist die Änderung des F:E Verhältnisses aus den mittleren und maximalen Strömungsgeschwindigkeiten für alle Varianten zusammengefasst.

maximaler Flutstrom : maximaler Ebbestrom

Stromab des Mühlenberger Lochs (Elbe-Km 635) ist der Anstieg der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit bei den Varianten 5 und 6 größer als der Anstieg der maximalen Flutstromgeschwindigkeit. Im Bereich sinkender Strömungsgeschwindigkeit ist die Abnahme der Flutstromgeschwindigkeit größer als die Abnahme der Ebbestromgeschwindigkeit. Als Folge sinkt bei den beiden Varianten mit Wehrsteuerung (Varianten 5 und 6) das Verhältnis der maximalen Flutstromgeschwindigkeit zur maximalen Ebbestromgeschwindigkeit

zwischen Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) und Elbe-Km 720 (Altenbruch) um bis zu 0,01. Stromauf des Köhlfleets (Elbe-Km 630) überwiegt bei Variante 5 die Abnahme der Flutstromgeschwindigkeit gegenüber der Abnahme der Ebbestromgeschwindigkeit. Das F:E Verhältnis sinkt um ca. 0,01. Bei der Variante 6 sinkt das F:E Verhältnis (um ca. 0,005) stromauf des Elbe-Km 615 (Dove-Elbe). Zwischen Elbe-Km 630 und Elbe-Km 615 steigt das F:E Verhältnis (bis ca. 0,02), da dort die Abnahme der Ebbestromgeschwindigkeit gegenüber der Abnahme der Flutstromgeschwindigkeit überwiegt.

Zwischen dem Mühlenberger Loch (Elbe-Km 635) und dem Köhlfleet (Elbe-Km 630) wird die unterschiedliche Wirkung der beiden Wehrsteuerungen auf das F:E Verhältnis am deutlichsten. Bei der Variante 5 wirkt der Anschluss des Flutraums der Alten Süderelbe über das Köhlfleet auf die Flutstromgeschwindigkeit. Stromab des Köhlfleet (ca. Elbe-Km 630) erhöht sich daher die Flutstromgeschwindigkeit. Das Wasser fließt bei Ebbe über das Mühlenberger Loch (Elbe-Km 635) aus der Alten Süderelbe. Der Anstieg der Ebbestromgeschwindigkeit tritt daher erst stromab des Elbe-Km 635 auf. Zwischen dem Mühlenberger Loch und dem Köhlfleet sinkt die Ebbestromgeschwindigkeit. Dadurch steigt das F:E-Verhältnis zwischen dem Köhlfleet und dem Mühlenberger Loch um bis zu ca. 0,03. Bei einem stromauf gerichteten Durchfluss der Alten Süderelbe (Variante 6) steigt die Ebbestromgeschwindigkeit zwischen dem Mühlenberger Loch (Elbe-Km 635) und dem Köhlfleet (Elbe-Km 630) während die Flutstromgeschwindigkeit sinkt. Dadurch sinkt das F:E-Verhältniss zwischen Elbe-Km 635 und Elbe-Km 630 um bis zu ca. 0,07.

mittlerer Flutstrom : mittlerer Ebbestrom

Das Verhältnis der mittleren Flutstromgeschwindigkeit zur mittleren Ebbestromgeschwindigkeit sinkt stromab des Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) und stromauf des Elbe-Km 630 (Köhlfleet) bei beiden Varianten mit Wehrsteuerung (Varianten 5 und 6). In Bereichen mit steigender Strömungsgeschwindigkeit ist der Anstieg der mittleren Ebbestromgeschwindigkeit größer, als der Anstieg der mittleren Flutstromgeschwindigkeit. In Bereichen mit abnehmender Strömungsgeschwindigkeit überwiegt die Abnahme der mittleren Flutstromgeschwindigkeit gegenüber der Abnahme der mittleren Ebbestromgeschwindigkeit. Die Abnahme des F:E Verhältnis beträgt stromab des Elbe-Km 635 und stromauf des Elbe-Km 630 bei Variante 5 maximal 0,02 und bei Variante 6 maximal 0,01. Zwischen Elbe-Km 630 und Elbe-Km 635 steigt das F:E Verhältnis bei Variante 5 um ca. 0,045 und sinkt bei Variante 6 um ca. 0,05. Dies liegt an der unterschiedlichen Anströmung der Alten Süderelbe bei Flut und Ebbe, die aus der jeweiligen Wehrsteuerung der Varianten 5 und 6 resultiert.

Variante	Kurzbezeichnung	Änderung max. Flut- : max. Ebbstromge- schwindigkeit		Änderung mit. Flut- : mit. Ebbstromge-schwindigkeit	
		[-]	Elbe-Km	[-]	Elbe-Km
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	-0,02 bis 0	stromauf 625	-0,01 bis 0	stromab 625
		-0,025 bis 0,005	625 bis 645	-0,02 bis 0,015	625 bis 640
		-0,01 bis 0	645 bis 720	-0,01 bis 0	640 bis 710
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	-0,01 bis 0	stromauf 630	-0,02 bis 0	stromauf 630
		+0,03	630 bis 635	+0,045	630 bis 635
		-0,01 bis 0	635 bis 710	-0,01 bis 0	635 bis 720
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	-0,005 bis 0	stromauf 615	-0,01 bis 0	stromauf 625
		0 bis 0,02	615 bis 630	-0,05	630 bis 635
		-0,07 bis 0	630 bis 635	-0,01 bis 0	635 bis 710
		-0,01 bis 0	635 bis 720		

Tabelle 7: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 der Alten Süderelbe auf das F:E Verhältnis entlang einem Längsprofil durch die Elbe.

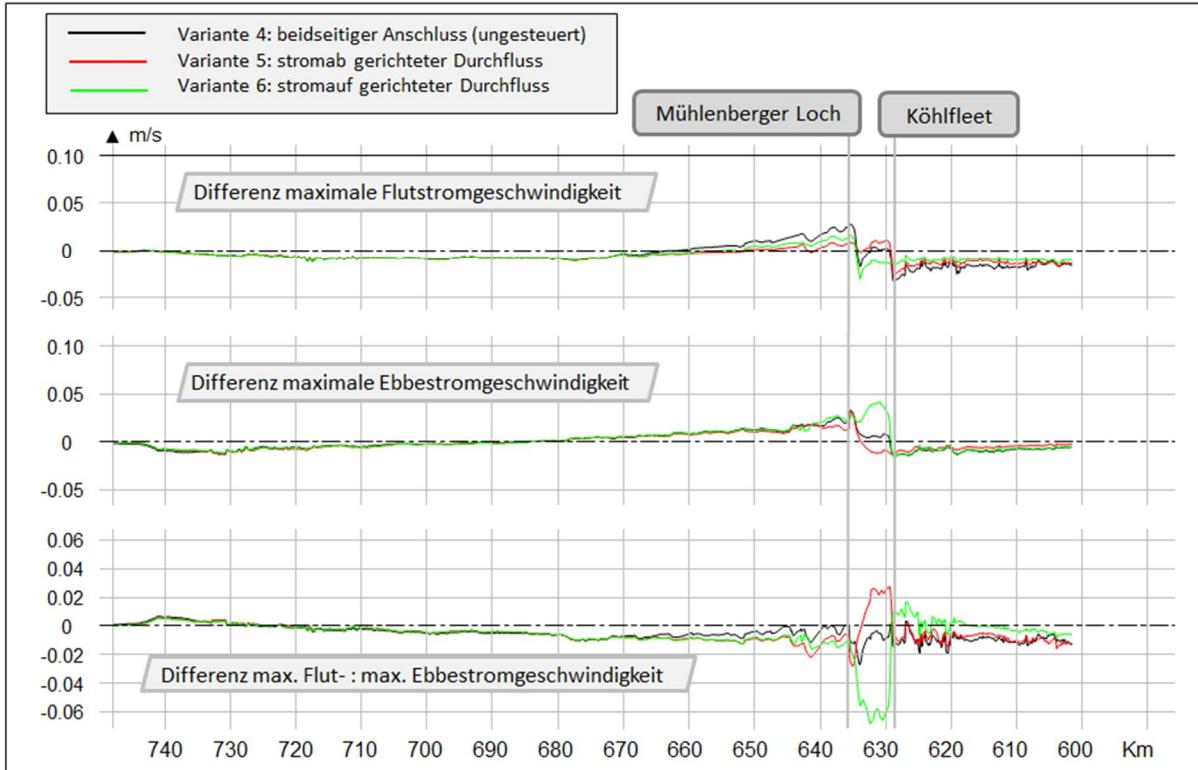


Bild 20: Differenz (AZ-PIZ) der maximalen Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten 4, 5 und 6 der Maßnahme Alten Süderelbe.

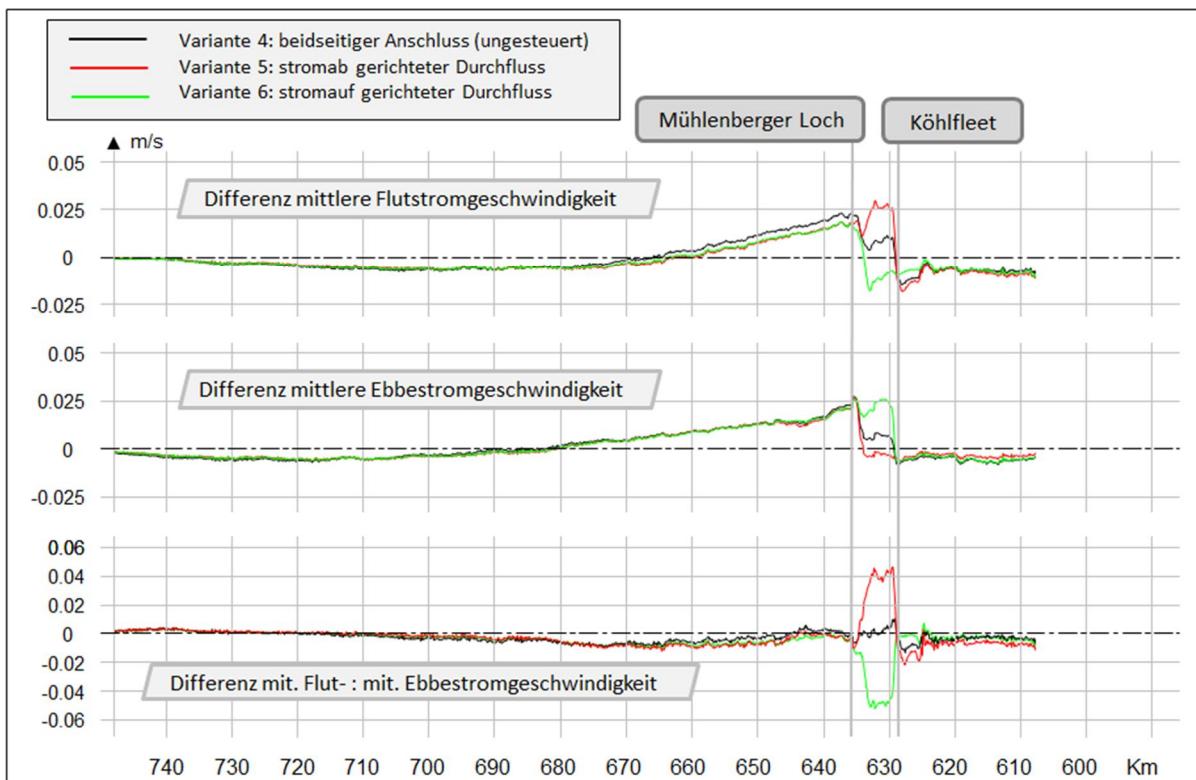


Bild 21: Differenz (AZ-PIZ) der mittleren Strömungsgeschwindigkeiten auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten 4, 5 und 6 der Maßnahme Alten Süderelbe.

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Ebbestromgeschwindigkeit								mittlere Ebbestromgeschwindigkeit							
		maximale Abnahme 1		Null	maximale Zunahme		Null	maximale Abnahme 2		maximale Abnahme 1		Null	maximale Zunahme		Null	maximale Abnahme 2	
		[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	< 2,5	730	685	3	635	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	685	3	635	629	< 2,5	628
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	< 2,5	730	685	3	635	633	< 2,5	629	< 2,5	705 - 740	680	3	635	634	< 2,5	628
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	< 2,5	730	685	4	631	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	680	3	635 und 631	629	< 2,5	628

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Flutstromgeschwindigkeit								mittlere Flutstromgeschwindigkeit							
		maximale Abnahme 1		Null	maximale Zunahme		Null	maximale Abnahme 2		maximale Abnahme 1		Null	maximale Zunahme		Null	maximale Abnahme 2	
		[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	< 2,5	675 - 720	665	3	636	629 und 635	3,5	628	< 2,5	675 - 720	665	2,5	637	629	< 2,5	628
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	< 2,5	675 - 720	650	< 2,5	630	629	2,5	628	< 2,5	675 - 720	665	3	632	629	< 2,5	628
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	< 2,5	675 - 720	655	< 2,5	636	635	3	634	< 2,5	675 - 720	665	< 2,5	637	634	< 2,5	633

Tabelle 8: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Varianten 4, 5 und 6 der Alten Süderelbe auf die Strömungsgeschwindigkeiten entlang einem Längsprofil durch die Elbe.

5.2.4 Wirkung auf den Salzgehalt

Wie in Abschnitt 5.1.3 dargestellt, liegen die Änderungen des Salzgehalts durch den Anschluss der Alten Süderelbe ohne Wehrsteuerung unterhalb eines sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwerts von 0,1. Durch eine Wehrsteuerung wird die Wirkung des Flutraums Alte Süderelbe auf die Strömungsgeschwindigkeit in der Brackwasserzone kaum verändert (siehe Abschnitt 5.2.3). Die Wirkung auf den Salzgehalt ist gegenüber dem ungesteuerten Anschluss der Alten Süderelbe nicht größer und liegt ebenfalls unterhalb eines sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwerts von 0,1.

5.2.5 Wirkung auf die Schwebstoffdynamik

- **Wirkung auf den Schwebstoffgehalt (großräumig)**

Die großräumige Wirkung der wehrgesteuerten Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe (Varianten 5 und 6) auf den Schwebstoffgehalt entspricht weitestgehend der Wirkung der ungesteuerten Varianten (Variante 4). Der maximale und mittlere Schwebstoffgehalt nimmt stromauf von ca. Elbe-Km 645 (Lühe) ab (Bild 22). Die maximale Abnahme des Schwebstoffgehalts tritt bei den Varianten 4 und 5 zwischen Elbe-Km 635 und Elbe-Km 640 auf. Bei der Variante 6 tritt die maximale Reduktion des Schwebstoffgehalts weiter Richtung stromauf auf (ca. Elbe-Km 630). Innerhalb des Analysezeitraums liegt der maximale Schwebstoffgehalt zwischen dem Elbe-Km 630 und Elbe-Km 640 im Wertebereich von 0,3 kg/m³ bis 0,4 kg/m³. Die Abnahme des maximalen Schwebstoffgehalts beträgt bei allen drei Varianten ca. 0,02 bis 0,03 kg/m³. Der mittlere Schwebstoffgehalt beträgt im Planerischen Ist-Zustand zwischen dem Elbe-Km 630 und Elbe-Km 640 ca. 0,2 kg/m³ (Anhang E). Die Abnahme des mittleren Schwebstoffgehalts beträgt bei allen drei Varianten weniger als 0,02 kg/m³. Damit liegt die Änderung des Schwebstoffgehalts bei den Varianten der Alten Süderelbe mit Wehrsteuerung in einer Größenordnung von ca. 10%.

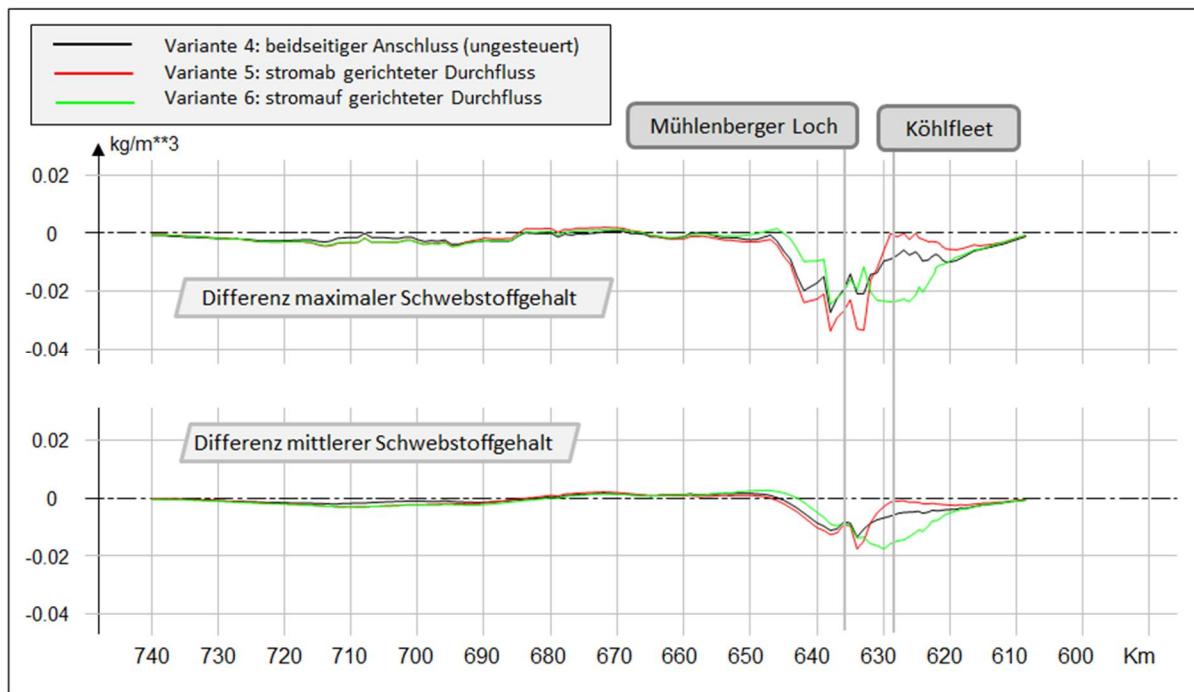


Bild 22: Differenz (AZ-PIZ) des querschnittsintegrierten maximalen und mittleren Schwebstoffgehalts auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten 4, 5 und 6 der Maßnahme Alten Süderelbe.

- **Wirkung auf den advektiven Schwebstofftransport bei Ebbestrom (großräumig)**

Die großräumige Wirkung der wehrgesteuerten Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf den Schwebstofftransport entspricht weitestgehend der Wirkung der ungesteuerten Varianten (Abschnitt 5.1.4). In Bild 23 ist die Veränderung der advektiven Schwebstofftransporte durch den Flut- und Ebbestrom für die Varianten 4, 5 und 6 dargestellt. Der advektive Schwebstofftransport bei Ebbestrom ist mit gestrichelten Linien dargestellt. Alle Werte basieren auf querschnittsintegrierten Daten.

Aufgrund der Abnahme der Strömungsgeschwindigkeiten und des Schwebstoffgehalts sinkt der advektive Schwebstofftransport bei Ebbestrom bei allen Varianten stromab des Elbe-Km 680 (Stör). Beim wehrgesteuerten Anschluss der Alten Süderelbe (Varianten 5 und 6) fällt die Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Ebbestrom etwas höher aus als bei der Variante 4. Dies liegt an einer etwas stärkeren Abnahme des Schwebstoffgehalts (Bild 22) zwischen ca. Elbe-Km 690 (St. Margarethen) und ca. Elbe-Km 720 (Altenbruch) bei den Varianten 5 und 6. Zwischen Elbe-Km 680 (Stör) und ca. Elbe-Km 640 (Wedel) steigt der advektive Schwebstofftransport bei Ebbestrom bei allen Varianten. Verursacht wird dies vor allem durch den Anstieg der Strömungsgeschwindigkeiten (Bild 20 und Bild 21). Stromauf von Elbe-Km 640 sinkt der advektive Schwebstofftransport bei Ebbestrom bei allen drei Varianten.

- **Wirkung auf den advektiven Schwebstofftransport bei Flutstrom (großräumig)**

In Bild 23 ist die Veränderung der advektiven Schwebstofftransporte bei Flutstrom für die Varianten 4, 5 und 6 mit durchgezogenen Linien dargestellt. Aufgrund der Vorzeichenkonvention der Profile (siehe [5]) sind die Vorzeichen gegenüber dem advektiven Schwebstofftransport bei Ebbestrom invertiert.

Stromab von ca. Elbe-Km 675 (Glückstadt) sinkt der advektive Schwebstofftransport bei Flutstrom bei allen Varianten. Aufgrund der stärkeren Abnahme des Schwebstoffgehalts zwischen ca. Elbe-Km 690 (St. Margarethen) und ca. Elbe-Km 720 (Altenbruch) nimmt der advektive Schwebstofftransport bei Flutstrom bei den Varianten 5 und 6 stärker ab als bei der Variante 4. Zwischen dem Elbe-Km 675 (Glückstadt) und ca. Elbe-Km 640 (Wedel) steigt der advektive Schwebstofftransport bei Flutstrom bei allen Varianten. Die Zunahme des Schwebstofftransports wird durch den Anstieg der Flutstromgeschwindigkeit verursacht. Stromauf von Wedel unterscheidet sich die Wirkung der drei Varianten auf den advektiven Schwebstofftransport bei Flutstrom. Durch die Abnahme des Schwebstoffgehalts und (stromab von Elbe-Km 630) die Abnahme der Flutstromgeschwindigkeit sinkt der advektive Schwebstofftransport bei Flutstrom bei den Varianten 4 und 6. Durch die Wehrsteuerung sinkt die Flutstromgeschwindigkeit bei der Variante 6 stromauf des Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch). Bei der Varianten 4 steigt die Flutstromgeschwindigkeit zwischen Elbe-Km 630 (Köhlfleet) und Elbe-Km 635. Die Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom ist zwischen Elbe-Km 630 und Elbe-Km 635 daher bei der Variante 6 etwa zweieinhalb mal so groß wie bei der Variante 4. Bei der Variante 5 wird die Alte Süderelbe über das Köhlfleet angeströmt. Dadurch steigt die Flutstromgeschwindigkeit zwischen Elbe-Km 630 und Elbe-Km 635. Dies führt bei der Variante 5 lokal (ca. Elbe-Km 630) zu einem Anstieg des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom.

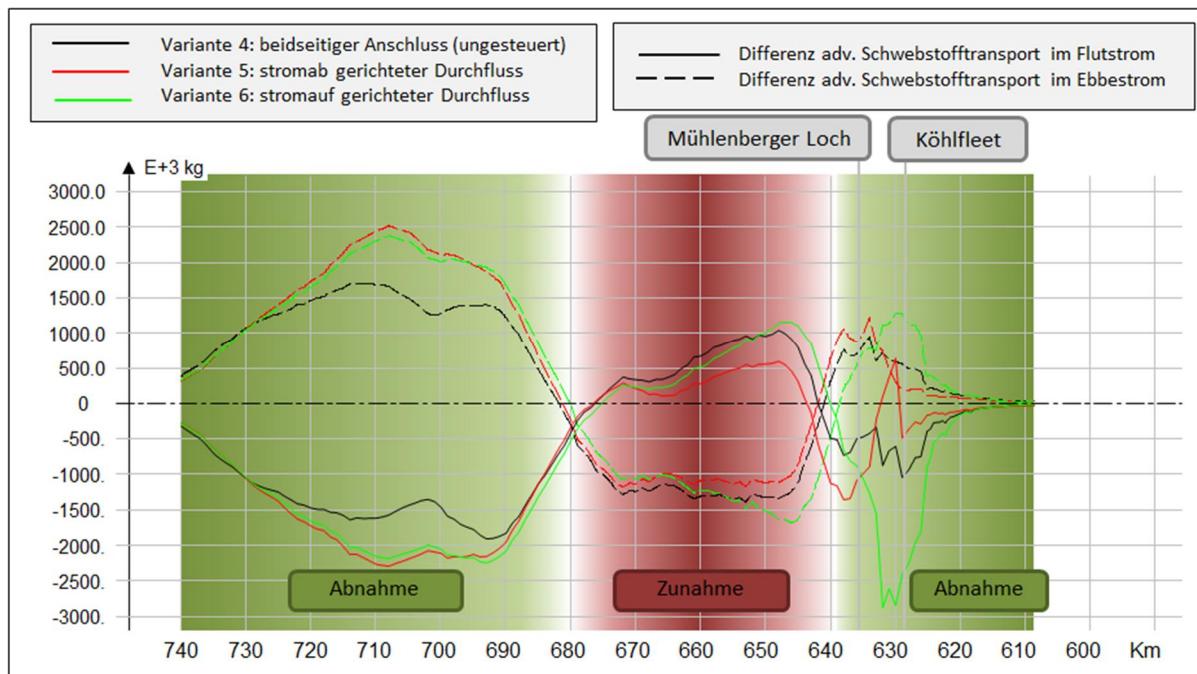


Bild 23: Differenz (AZ-PIZ) des advektiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbstrom auf dem Längsprofil der Elbe für die Varianten 4, 5 und 6 der Maßnahme Alten Süderelbe.

- Wirkung auf den Netto-Schwebstofftransport in der Elbe (großräumig)**

Im Planerischen Ist-Zustand findet stromab von Hamburg in der gesamten Elbe ein stromauf gerichteter Netto-Schwebstofftransport statt (siehe Bild 24, oberes Diagramm). Die Veränderung des Netto-Schwebstofftransports ergibt sich aus der Summe der Änderungen des advektiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbstrom (Bild 23). Im unteren Diagramm von Bild 24 ist die Veränderung des Netto-Schwebstofftransports dargestellt. Eine Abnahme des Netto-Schwebstofftransports bedeutet eine Abnahme des stromauf gerichteten Schwebstofftransports bzw. eine Zunahme des stromab gerichteten Schwebstofftransports.

Zwischen Elbe-Km 640 (Wedel) und Elbe-Km 680 (Stör) überwiegt bei allen drei Varianten jeweils die Zunahme des advektiven Schwebstofftransports bei Ebbstrom gegenüber der Zunahme des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom. Zwischen dem Elbe-Km 680 (Stör) und Elbe-Km 700 (Brunsbüttel) überwiegt jeweils die Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom gegenüber der Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Ebbstrom. Dadurch sinkt der Netto-Schwebstofftransport bei allen drei Varianten zwischen Wedel (Elbe-Km 640) und Brunsbüttel (Elbe-Km 700). Die größte Abnahme des Netto-Schwebstofftransports im Abschnitt zwischen Elbe-Km 640 und Elbe-Km 700 tritt bei ca. Elbe-Km 670 (Krautsand) auf. Die Abnahme des Netto-Schwebstofftransports beträgt dort ca. 2,5 % bis 3,5 %.

Im Bereich des Mühlenberger Lochs (ca. Elbe-Km 635) nimmt der advektive Schwebstofftransport bei Ebbstrom bei der Variante 4 stärker ab, als der advektiven Schwebstofftransport bei Flutstrom. Daher steigt bei der Variante 4 der Netto-Schwebstofftransport bei Elbe-Km 635. Bei der Variante 5 sinkt der advektive Schwebstofftransport bei Ebbstrom zwischen Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) und Elbe-Km 630 (Köhlfleet), während der advektiven Schwebstofftransport bei Flutstrom steigt. Dies führt bei der Variante 5 zu einem Anstieg des Netto-Schwebstofftransports zwischen dem Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) und Elbe-Km 630 (Köhlfleet). Der Anstieg des Netto-Schwebstofftransport ist hier bei der Variante 5 etwa doppelt so groß wie bei der Variante 4. Der maximale Anstieg des Netto-Schwebstofftransports beträgt bei Variante 5 ca. 17 % (bei Elbe-Km 630). Aufgrund des relativ starken Rückgangs des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom sinkt der Netto-Schwebstofftransport bei Variante 6 zwischen dem Mühlenberger Loch (Elbe-Km 635) und dem Köhlfleet (Elbe-Km 630) um ca. 30 %. Stromauf des Elbe-Km 630 (Köhlfleet) sinkt der Netto-Schwebstofftransport bei allen drei Varianten. Dies liegt daran, dass die Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Ebbstrom kleiner ist als die Abnahme des advektiven Schwebstofftransports bei Flutstrom.

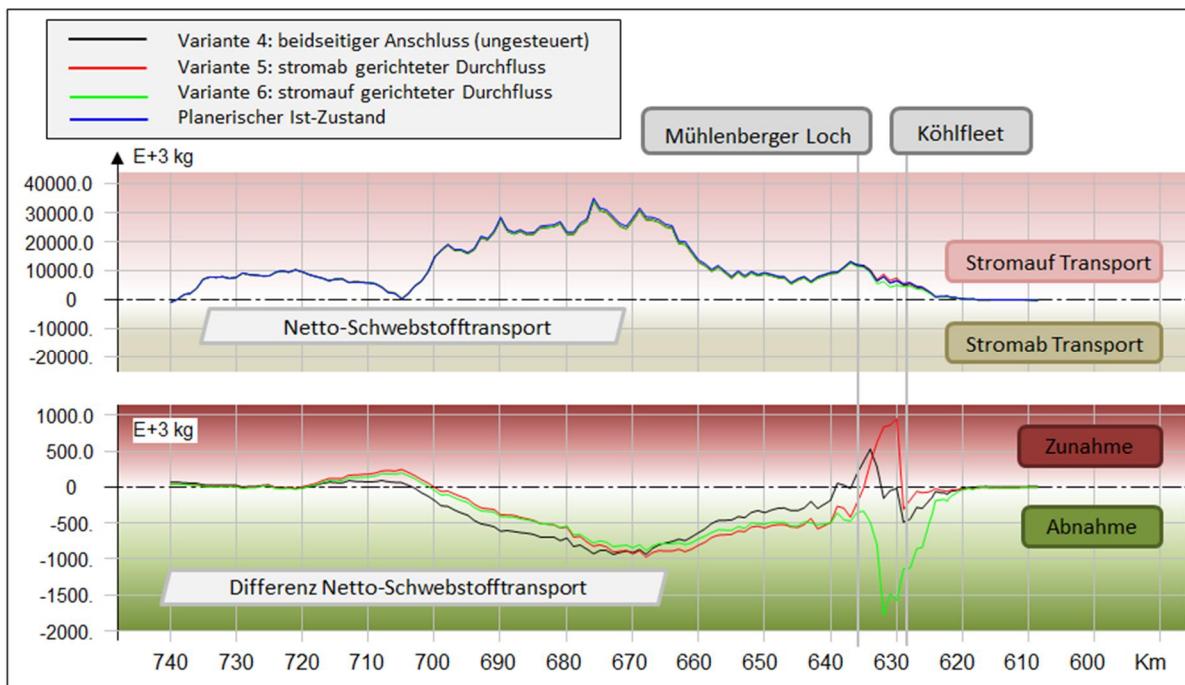


Bild 24: Oben: Netto-Schwebstofftransport im PIZ und den Varianten 4, 5 und 6 auf dem Längsprofil (querschnittsintegriert). Unten: Differenz (AZ-PIZ) des querschnittsintegrierten Netto-Schwebstofftransports der Elbe für die Varianten 4, 5 und 6 auf dem Längsprofil.

- **Lokale Wirkung auf den Schwebstofftransport**

Eine wesentliche Intention bei dem Anschluss der Alten Süderelbe zum Mühlenberger Loch ist es, der Verlandung des Mühlenberger Lochs durch eine Stärkung des Durchflusses entgegenzuwirken. Gleichzeitig soll der Eintrag von Sedimenten in die Alte Süderelbe möglichst gering sein, um Sedimentablagerungen innerhalb des angeschlossenen Flutraums gering zu halten. Beim beidseitig ungesteuerten Anschluss der Alten Süderelbe (Variante 4) findet ein Schwebstofftransport aus dem Mühlenberger Loch in die Alte Süderelbe statt. Der mittlere advektive Schwebstofftransport im südöstlichen Teil des Mühlenberger Lochs ist in Richtung der Alten Süderelbe gerichtet (Bild 25, A). Auch über das Köhlfleet findet ein Eintrag von Sedimenten in die Alte Süderelbe statt.

Variante 5

Die Grundidee für die Untersuchung des wehrgesteuerten Anschlusses der Alten Süderelbe mit einem stromab gerichteten Durchfluss (Variante 5) besteht darin, den Eintrag von Sediment aus dem Mühlenberger Loch in die Alte Süderelbe zu minimieren und einen möglichst großen Räumeffekt im Mühlenberger Loch zu erzeugen. Bei der Variante 5 sorgt die Wehrsteuerung dafür, dass die Alte Süderelbe bei Flutstrom nicht über das Mühlenberger Loch angeströmt wird. Mit dem Ebbestrom fließt das Wasser aus der Alten Süderelbe durch das Mühlenberger Loch in die Elbe. Der mittlere advektive Schwebstofftransport im südöstlichen Teil des Mühlenberger Lochs ist bei der Variante 5 daher von der Alten Süderelbe in das Mühlenberger Loch gerichtet (Bild 25, B). Gegenüber dem Anschluss ohne Wehrsteuerung (Variante 4) ist die Richtung des mittleren advektiven Schwebstofftransports im südöstlichen Teil des Mühlenberger Lochs um ca. 180 Grad gedreht (Bild 25, D). Es findet kein Netto-Eintrag von Sedimenten aus dem Mühlenberger Loch in die Alte Süderelbe statt. Im Vergleich zur Variante 4 wird durch die Wehrsteuerung der Variante 5 der Flutstrom im Köhlfleet gegenüber dem Ebbestrom gestärkt. Dadurch steigt der mittlere advektive Schwebstofftransport aus der Elbe in das Köhlfleet und weiter in die Alte Süderelbe (siehe Bild 25, D). Die Zunahme des Sedimenteneintrags über das Köhlfleet in die Alte Süderelbe wird durch die Umkehr des Schwebstofftransports im Anschlussbereich zum Mühlenberger Loch kompensiert. Innerhalb der Alten Süderelbe nimmt die Deposition von Sedimenten bei der Variante 5 gegenüber der Variante 4 daher etwa um die Hälfte ab.

Variante 6

Bei der Variante 5 steigt der stromauf gerichteten Schwebstofftransports im Abschnitt der Elbe zwischen Elbe-Km 635 und Elbe-Km 630. Bei der Wehrsteuerung der Variante 6 wird die Alte Süderelbe bei Flutstrom durch das Mühlenberger Loch angeströmt. Der Ebbestrom ist in Richtung des Köhlfleets gerichtet. Im Köhlfleet sowie dem Abschnitt der Elbe zwischen Elbe-Km 630 (Köhlfleet) und Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) wird dadurch der Ebbestrom gegenüber dem Flutstrom gestärkt. Dies bewirkt, dass der stromauf gerichtete Schwebstofftransport im Abschnitt der Elbe zwischen Elbe-Km 630 (Köhlfleet) und Elbe-Km 635 (Mühlenberger Loch) sinkt (Bild 24). Bei der Variante 4 findet ein Transport von

Schwebstoffen aus der Elbe in das Köhlfleet statt (Bild 25, A). Bei der Variante 6 ist der mittlere advektive Schwebstofftransport im Köhlfleet in Richtung der Elbe gerichtet (Bild 25, C). Die Alten Süderelbe wird bei Variante 6 in Richtung stromauf durchströmt. Der mittlere advektive Schwebstofftransport ist mit der Strömung nach stromauf gerichtet. Bei der Variante 6 steigt der mittlere advektive Schwebstofftransport in der Alten Süderelbe gegenüber der Variante 4 (Bild 25, D). Wie bei der Variante 4 findet auch bei der Variante 6 ein Sedimenttransport aus dem Mühlenberger Loch in die Alte Süderelbe statt. Gegenüber der Variante 4 steigt bei der Variante 6 der mittlere advektive Schwebstofftransport aus dem Mühlenberger Loch in die Alte Süderelbe. Während die Sedimentation innerhalb der Alten Süderelbe bei der Variante 5 gegenüber der Variante 4 etwa halb so groß ist, steigt die Sedimentation in der Alten Süderelbe bei der Variante 6 gegenüber der Variante 4 durch den erhöhten Schwebstoffeintrag aus dem Mühlenberger Loch in die Alte Süderelbe etwa um 40 %.

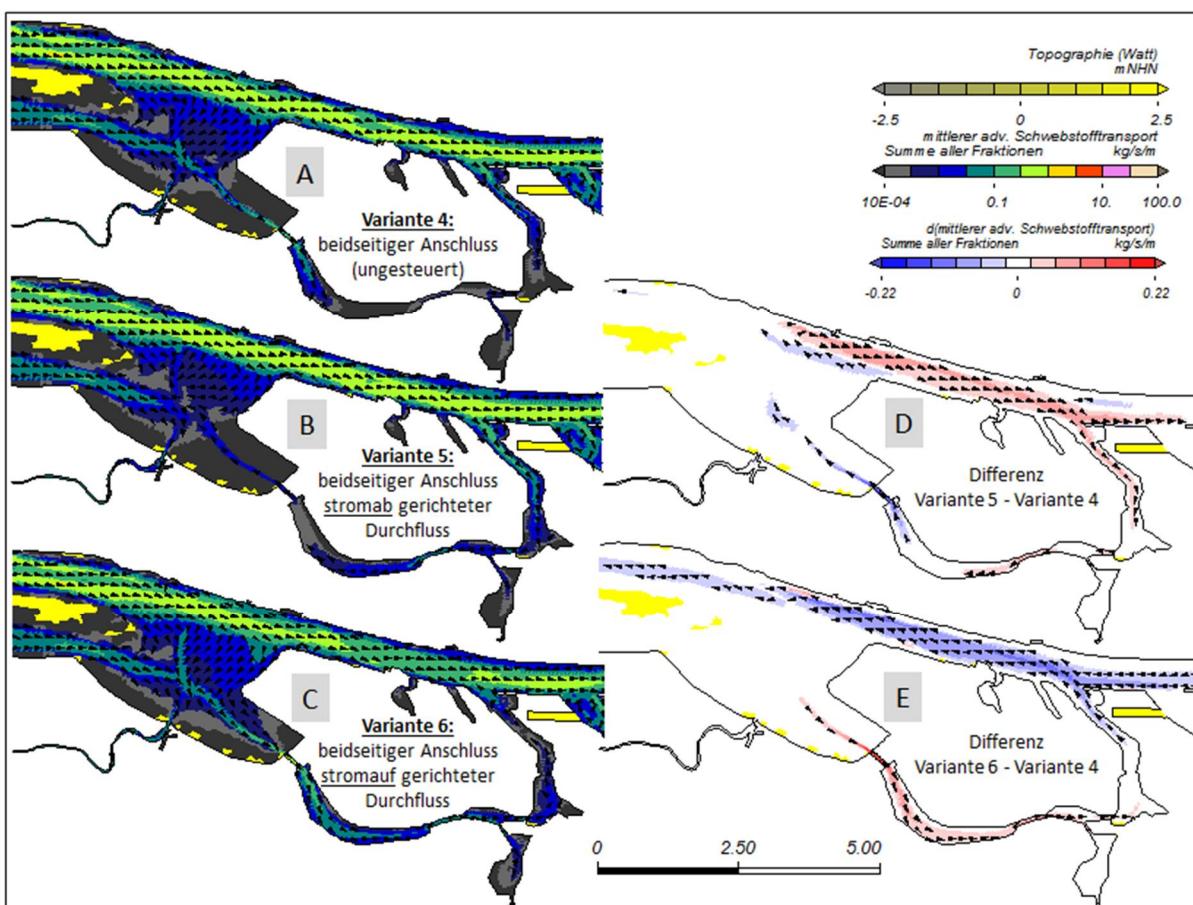


Bild 25: Flächenhafte Darstellung des mittleren advektiven Schwebstofftransports (Langzeitanalyse) im Bereich der Alten Süderelbe für die Varianten 4 bis 6 (A bis C) sowie der Differenz des mittleren advektiven Schwebstofftransports zwischen den Varianten 5 (D) und 6 (E) und der Variante 4.

5.3 Zusammenfassung der Ergebnisse

In den Abschnitten 5.1.1 und 5.2.2 wird die Wirkung der Varianten zum Anschluss der Alten Süderelbe auf die Wasserstände in der Tideelbe beschrieben. Die maximale Änderung der Tidekennwerte des MThb, MTnw und MThw, sowie der Ort an dem sie auftreten sind in Tabelle 9 aufgelistet. Der Anschluss der Alten Süderelbe dämpft stromauf des Elbe-Km 690 (St. Margarethen) bei allen Varianten das MThw (maximal 1 cm bis 3 cm) und wirkt erhöhend auf das MTnw (maximal 1 cm bis 3 cm). Stromauf des Elbe-Km 710 (Neufelder Sand) sinkt der MThb bei allen Varianten. Die Abnahme liegt zwischen 3 cm und 5 cm.

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Tidehubreduktion		maximale Stützung MTnw		maximale Abnahme MThw	
		[cm]	bei Elbe-Km	[cm]	bei Elbe-Km	[cm]	bei Elbe-Km
Variante 1	Anschluss Ost	4	650	2	630	2	650
Variante 2	Anschluss West	4 - 5	645	3	620	2	650
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	3	650	1 - 2	630	1 - 2	650
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	4 - 5	650	3	630	2	660
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	4 - 5	645	3	620	2 - 3	650
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	4 - 5	645	2 - 3	630	2	650

Tabelle 9: Tabellarische Übersicht der maximalen Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe auf den MThb, das MTnw und das MThw für alle untersuchten Varianten.

Die Wirkung der Maßnahmen Alte Süderelbe auf die Strömungsgeschwindigkeit wird in den Abschnitten 5.1.2 und 5.2.3 beschrieben. Die großräumige Wirkung auf die Strömungsgeschwindigkeit lässt sich bei allen Varianten in drei Bereiche einteilen. Stromauf des angegeschlossenen Flutraums sinkt die Strömungsgeschwindigkeit. Direkt stromab des Flutraums steigt die Strömungsgeschwindigkeit. Mit einem gewissen räumlichen Abstand zum angegeschlossenen Flutraum tritt stromab der Maßnahme eine Abnahme der Strömungsgeschwindigkeiten auf. In Tabelle 10 und Tabelle 11 ist die Wirkung aller Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf die maximale und mittlere Flut- und Ebbestromgeschwindigkeit aufgelistet. Die oben beschriebene Einteilung in drei Wirkbereiche wird in den Tabellen aufgenommen. In den drei Feldern „maximale Abnahme 1“, „maximale Zunahme“ und „maximale Abnahme 2“ werden jeweils der Wert der maximalen Änderung und der Ort der maximalen Änderung angegeben. Im Übergangsbereich zwischen einer Ab- bzw. Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit ist die Wirkung null. Die in den Feldern „Null“ aufgeführten Positionen grenzen damit die Wirkbereiche ein, in denen eine Zu- bzw. Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit auftritt.

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Ebbestromgeschwindigkeit								mittlere Ebbestromgeschwindigkeit											
		maximale Abnahme 1		Null		maximale Zunahme		Null		maximale Abnahme 2		maximale Abnahme 1		Null		maximale Zunahme		Null		maximale Abnahme 2	
		[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km		
Variante 1	Anschluss Ost	< 2,5	730	685	4	631	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	680	3	631	629	< 2,5	628				
Variante 2	Anschluss West	< 2,5	730	685	3	635	634	< 2,5	629	< 2,5	705 - 740	680	3	635	634	< 2,5	633				
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	< 2,5	730	685	3	631	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	680	< 2,5	631	629	< 2,5	628				
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	< 2,5	730	685	3	635	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	685	3	635	629	< 2,5	628				
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	< 2,5	730	685	3	635	633	< 2,5	629	< 2,5	705 - 740	680	3	635	634	< 2,5	628				
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	< 2,5	730	685	4	631	629	< 2,5	628	< 2,5	705 - 740	680	3	635 und 631	629	< 2,5	628				

Tabelle 10: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe auf die mittlere und maximale Ebbestromgeschwindigkeit in der Tideelbe.

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Flutstromgeschwindigkeit								mittlere Flutstromgeschwindigkeit							
		maximale Abnahme 1		Null	maximale Zunahme		Null	maximale Abnahme 2		maximale Abnahme 1		Null	maximale Zunahme		Null	maximale Abnahme 2	
		[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km	Elbe-Km	[cm/s]	Elbe-Km
Variante 1	Anschluss Ost	< 2,5	720	645	< 2,5	631	629	< 2,5	628	< 2,5	675 - 720	665	3	632	629	< 2,5	628
Variante 2	Anschluss West	< 2,5	675 - 720	660	< 2,5	636	635	3,5	634	< 2,5	675 - 720	665	< 2,5	637	634	< 2,5	633
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	< 2,5	670 - 730	650	< 2,5	631	629	< 2,5	628	< 2,5	670 - 720	665	2,5	632	629	< 2,5	628
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	< 2,5	675 - 720	665	3	636	629 und 635	3,5	628	< 2,5	675 - 720	665	2,5	637	629	< 2,5	628
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	< 2,5	675 - 720	650	< 2,5	630	629	2,5	628	< 2,5	675 - 720	665	3	632	629	< 2,5	628
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	< 2,5	675 - 720	655	< 2,5	636	635	3	634	< 2,5	675 - 720	665	< 2,5	637	634	< 2,5	633

Tabelle 11: Tabellarische Übersicht der Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe auf die mittlere und maximale Flutstromgeschwindigkeit in der Tideelbe.

In Tabelle 12 ist die Wirkung aller Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf das F:E Verhältnis aufgelistet. Eine besondere Bedeutung für den Schwebstofftransport in der Elbe hat das F:E Verhältnis zwischen der Trübungszone (ca. Elbe-Km 675) und Hamburg (ca. Elbe-Km 625). Stromauf der Trübungszone bis mindestens zum Elbe-Km 645 sinkt das F:E Verhältnis bei allen Varianten. Die maximale Änderung des F:E Verhältnis tritt bei Variante 6 im Bereich zwischen dem Mühlenberger Loch (Elbe-Km 635) und dem Köhlfleet (Elbe-Km 630) auf. Die Änderung von 0,07 tritt einem Bereich auf, in dem das F:E Verhältnis im PIZ bei ca. 1,4 liegt.

Variante	Kurzbezeichnung	Änderung max. Flut- : max. Ebbestromge- schwindigkeit		Änderung mit. Flut- : mit. Ebbestromge-schwindigkeit	
		[-]	Elbe-Km	[-]	Elbe-Km
Variante 1	Anschluss Ost	-0,015 bis 0	stromauf 625	-0,01 bis 0	stromauf 625
		0,005	625	-0,02 bis 0,015	625 bis 640
		-0,045 bis 0	625 bis 720	-0,01 bis 0	640 bis 710
Variante 2	Anschluss West	-0,015 bis 0	stromauf 620	-0,02 bis 0	stromauf 635
		± 0,005	620 bis 630	-0,015 bis 0	635 bis 645
		-0,045 bis 0	630 bis 720	-0,01 bis 0	645 bis 710
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	-0,005 bis 0	stromauf 625	-0,01 bis 0	stromab 625
		0,005	625	-0,01 bis 0,01	625 bis 645
		-0,03 bis 0	625 bis 720	-0,01 bis 0	645 bis 710
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	-0,02 bis 0	stromauf 625	-0,01 bis 0	stromab 625
		-0,025 bis 0,005	625 bis 645	-0,02 bis 0,015	625 bis 640
		-0,01 bis 0	645 bis 720	-0,01 bis 0	640 bis 710
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	-0,01 bis 0	stromauf 630	-0,02 bis 0	stromauf 630
		+ 0,03	630 bis 635	+ 0,045	630 bis 635
		-0,01 bis 0	635 bis 710	-0,01 bis 0	635 bis 720
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	-0,005 bis 0	stromauf 615	-0,01 bis 0	stromauf 625
		0 bis 0,02	615 bis 630	-0,05	630 bis 635
		-0,07 bis 0	630 bis 635	-0,01 bis 0	635 bis 710
		-0,01 bis 0	635 bis 720		

Tabelle 12: Tabellarische Übersicht der Wirkung aller Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf das F:E Verhältnis aus der mittleren und maximalen Strömungs geschwindigkeit in der Tideelbe.

Infolge der Veränderung der Hydrodynamik wird durch die Maßnahme Alte Süderelbe auch der Schwebstofftransport in der Tideelbe beeinflusst. Die Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe auf den Netto-Schwebstofftransport ist in Tabelle 13 für alle Varianten aufgelistet. Zwischen Brunsbüttel (ca. Elbe-Km 700) und Wedel (ca. Elbe-Km 640) sinkt der Netto-Schwebstofftransport bei allen Varianten. Die Abnahme des Netto-Schwebstofftransports liegt bei Elbe-Km 670 zwischen 2 % und 3,5 %. Dadurch nimmt der stromauf gerichtete

Sedimenttransport zwischen der Trübungszone und Hamburg ab. Zwischen Wedel (ca. Elbe-Km 640) und dem Überseezentrum (ca. Elbe-Km 620) sinkt der Netto-Schwebstofftransport bei den Varianten 1, 3 und 6. Die maximale Reduktion des Netto-Schwebstofftransports findet mit ca. 30 % bei Variante 6 statt. Bei den Varianten 2, 4 und 5 nimmt der Netto-Schwebstofftransport zwischen ca. Elbe-Km 640 und ca. Elbe-Km 630 zu und sinkt stromauf des Elbe-Km 630. Die größte Zunahme des Netto-Schwebstofftransports tritt bei Variante 5 (ca. 17 %) auf. Die stärkste Abnahme tritt mit ca. 13 % bei den Varianten 1 und 2 auf.

Variante	Kurzbezeichnung	maximale Änderung des Netto-Schwebstofftransports [t/Tide]		maximale Änderung des Netto-Schwebstofftransports [%]	
		Elbe-Km 670	Elbe-Km 640 - 620	Elbe-Km 670	Elbe-Km 640 - 620
Variante 1	Anschluss Ost	-800	-800	-2,5	-13
Variante 2	Anschluss West	-1.000	300 bis -800	-3	2,5 bis -13
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	-600	-500	-2	-8
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	-1.000	500 bis -500	-3,5	5 bis -8
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	-1.000	1.000 bis -300	-3	17 bis -5
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	-800	-1.800	-2,5	-30

Tabelle 13: Tabellarische Übersicht der Wirkung aller Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe auf den Netto-Schwebstofftransport in der Tideelbe.

Anhand der Sohländerung innerhalb der Alten Süderelbe findet eine Abschätzung der Sedimentation in der Alten Süderelbe statt. Die Variante 4 wird als Referenzzustand betrachtet. Die Änderungen gegenüber der Variante 4 sind für alle Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe in Tabelle 14 aufgelistet. Die geringste Sedimentation in der Alten Süderelbe findet bei einem Anschluss an das Köhlfleet (Varianten 1 und 3) statt. Der einseitige Anschluss an das Mühlenberger Loch (Variante 2) erhöht die Sedimentation innerhalb der Alten Süderelbe gegenüber der Variante 4 um ca. 25 %. Eine Wehrsteuerung mit stromab gerichteten Durch-

fluss (Variante 5) halbiert die Sedimentation gegenüber der Variante 4. Die stärkste Sedimentation ist bei einer Wehrsteuerung mit stromauf gerichtetem Durchfluss (Variante 6) zu erwarten. Die Sedimentation ist bei der Variante 6 ca. 40 % größer als bei der Variante 4.

Variante	Kurzbezeichnung	Sohländerung in der Alten Süderelbe	
		Anteil von Variante 4 [%]	Änderung zu Variante 4 [%]
Variante 1	Anschluss Ost	11	-89
Variante 2	Anschluss West	123	23
Variante 3	Anschluss Ost ohne Fläche Hohenwisch	3	-97
Variante 4	beidseitiger Anschluss (ungesteuert)	100	0
Variante 5	Wehrsteuerung: Durchfluss stromab	45	-55
Variante 6	Wehrsteuerung: Durchfluss stromauf	138	38

Tabelle 14: Tabellarische Übersicht der relativen Sohländerung innerhalb der Alten Süderelbe, bezogen auf die Variante 4.

6 Bewertung

Der Anschluss der Alten Süderelbe an die Tideelbe ist eine geeignete Maßnahme, um den Tidehub in der Elbe großräumig zu senken und den stromauf gerichteten Transport von Sedimenten zwischen der Trübungszone und Hamburg zu reduzieren.

Großräumige Wirkung:

Die reduzierende Wirkung auf den mittleren Tidehub (MThb) tritt bei allen Varianten zum Anschluss der Alten Süderelbe nicht nur lokal auf, sondern großräumig von Geesthacht bis in den Mündungstrichter der Elbe. Das MThw sinkt und das MTnw steigt. Die maximale Zunahme des MTnw tritt in dem Bereich auf, in dem das MTnw innerhalb der Tideelbe am niedrigsten ist (ca. Elbe-Km 620). Die maximale Abnahme des MThb gegenüber dem Planerischen Ist-Zustand liegt bei ca. 4 cm (Variante 1) bzw. 4 bis 5 cm (Varianten 2 und 4 bis 6). Nur bei der Variante 3 ist die Wirkung auf den MThb, aufgrund des kleineren angeschlossenen Tidevolumens etwa ein Drittel geringer. Im Hamburger Raum (ca. Elbe-Km 620) ist die Reduktion des MThb bei dem Anschluss der Alten Süderelbe an das Köhlfleet (Variante 1) etwa ein Drittel geringer als bei einem Anschluss der Alten Süderelbe an das Mühlenberger Loch (Varianten 2 und 4).

Stromab des angeschlossenen Flutraums steigt die Strömungsgeschwindigkeit um bis zu ca. 5 %. Eine besondere Bedeutung kommt dem Verhältnis aus Flut- und Ebbestromgeschwindigkeit (F:E Verhältnis) zu. Eine Dominanz des Flutstroms gegenüber dem Ebbestrom begünstigt den nach stromauf gerichteten Netto-Schwebstofftransport. In der Elbe spielt dies besonders in dem Bereich zwischen der Trübungszone und Hamburg eine wichtige Rolle. Stromab von Wedel sinkt das F:E Verhältnis durch den Anschluss der Alten Süderelbe bei allen Varianten.

Für die Bewertung der Änderung der Schwebstofftransports ist der Netto-Schwebstofftransport der maßgebende Parameter. Zwischen der Trübungszone und Hamburg findet ein stromauf gerichteter Transport von Sedimenten statt. Dies führt zu einer Akkumulation von Sedimenten im Hamburger Raum. Stromab von Wedel sinkt der Netto-Schwebstofftransport durch den Anschluss der Alten Süderelbe. Eine Abnahme des Netto-Schwebstofftransports bedeutet eine Reduktion des Schwebstofftransports in Richtung stromauf. Die größte absolute Abnahme des Netto-Schwebstofftransports tritt in der Trübungszone auf. Prozentual ist die Abnahme bei Wedel am größten. Bei der Variante 1 sinkt der Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg um ca. 2,5 % bis 12 %. Bei der Variante 2 ist die Abnahme mit 3 % bis 7 % etwas geringer als bei der Variante 1. Die Wirkung der Variante 3 auf den Netto-Schwebstofftransport zwischen der Trübungszone und Hamburg ist etwa ein Drittel geringer als bei der Variante 1. Bei der Variante 4 sinkt der Netto-Schwebstofftransport um ca. 3,5 % bis 5 %. Die Reduktion des Netto-Schwebstofftransports ist bei den Varianten 5 und 6 jeweils stärker als bei den Varianten 2 und 4, allerdings nicht so stark wie bei der Variante 1.

Der Einfluss des Anschlusses der Alten Süderelbe auf den Salzgehalt in der Tideelbe ist bei allen Varianten so gering, dass er unterhalb eines sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwerts liegt.

Lokale Wirkung:

Lokal treten gegenüber der großräumigen Wirkung stärkere Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten zum Anschluss der Alten Süderelbe an die Tideelbe auf.

Der Ausnutzungsgrad des Flutraums (angeschlossenes Tidevolumen) ist bei den Varianten je nach Art des Anschlusses verschieden. Bei der Variante 1 (Anschluss zum Köhlfleet) wird das Potential des Flutraums nicht optimal ausgenutzt. Der Fließquerschnitt im Anschlussbereich zum Köhlfleet sowie im Bereich der Engstelle innerhalb der Alten Süderelbe ist so gering, dass der Tidehub innerhalb der Alten Süderelbe gedämpft wird. Auch bei der Variante 2 (Anschluss zum Mühlenberger Loch) wird das Potential des Flutraums nicht optimal, aber besser ausgenutzt als bei der Variante 1. Durch den beidseitigen Anschluss der Alten Süderelbe ohne Wehrsteuerung (Variante 4) wird das Potential des Flutraums von allen Varianten am besten ausgenutzt, da hier der doppelte Anschlussquerschnitt zur Verfügung steht. Bei den Varianten 5 und 6 wird der Flutraum ähnlich gut ausgenutzt wie bei den Varianten 1 und 2.

Bei einem Anschluss der Alten Süderelbe an das Mühlenberger Loch kommt es im Abschnitt der Elbe zwischen dem Mühlenberger Loch und dem Köhlfleet zu einem lokalen Anstieg des Netto-Schwebstofftransports. Durch die Wehrsteuerung ist der Anstieg des Netto-Schwebstofftransports bei Variante 5 (ca. 17 %) deutlich stärker als bei den Varianten 2 (ca. 2,5 %) und 4 (ca. 5 %). Bei den Varianten mit einem Anschluss zu Köhlfleet (Varianten 1 und 3) sowie der Variante 6 sinkt der Netto-Schwebstofftransport zwischen dem Mühlenberger Loch und dem Köhlfleet hingegen. Die Abnahme ist bei Variante 6 mit ca. 30 % deutlich höher als bei den Varianten 1 und 3.

Es wird ein relativer Vergleich der Sedimentation im Nahbereich und innerhalb der Alten Süderelbe auf der Basis einer Abschätzung der vom Modell berechneten Sohländerung durchgeführt. Danach ist bei allen Varianten der Maßnahme Alte Süderelbe mit Sedimentation innerhalb der Alten Süderelbe zu rechnen. Die Deposition von Sedimenten ist beim Anschluss der Alten Süderelbe an das Köhlfleet deutlich geringer als beim Anschluss an das Mühlenberger Loch. Beim Anschluss der Alten Süderelbe an das Mühlenberger Loch führt die stärkere Durchströmung zu einem Räumeffekt im südöstlichen Teils des Mühlenberger Lochs. Ein Teil des Materials wird bei der Variante 4 in die Alte Süderelbe transportiert. Innerhalb der Alten Süderelbe ist bei der Variante 4 dadurch mit einer etwa 10-mal stärkeren Sedimentation zu rechnen, als bei der Variante 1. Bei der Variante 2 ist der Räumeffekt im Mühlenberger Loch etwa drei Mal so groß wie bei der Variante 4, da die Alte Süderelbe bei Variante 2 ausschließlich an das Mühlenberger Loch angeschlossen ist. Dabei wird mehr Material in die Alten Süderelbe transportiert. Dort ist die Sedimentation bei Variante 2 daher etwa 25 % größer als bei der Variante 4. Der Räumeffekt im Mühlenberger Loch ist bei der Variante 6 am größten (etwa 3,5-mal so groß wie bei Variante 4). Allerdings wird praktisch

das gesamte Sediment in die Alte Süderelbe transportiert. Dort tritt die mit Abstand stärkste Sedimentation aller Varianten auf (ca. 40 % größer als bei Variante 4). Bei der Variante 5 wird im Mühlenberger Loch ein ähnlich großer Räumeffekt erzeugt wie bei der Variante 4, allerdings wird das Material ausschließlich in Richtung Hauptelbe transportiert und nicht, wie bei der Variante 4 anteilig auch in die Alte Süderelbe. Innerhalb der Alten Süderelbe bleibt dadurch bei der Variante 5 gegenüber der Variante 4 etwa halb so viel Sediment liegen.

In den nachfolgenden Tabellen ist die Bewertung einiger Effekte des Anschlusses der Alten Süderelbe an die Tideelbe für alle Varianten aufgelistet. Es wird dabei zwischen der Wirkung im Nahbereich der Maßnahme (Tabelle 15) und der großräumigen Wirkung (Tabelle 16) unterschieden.

Wirkung im Nahbereich der Maßnahmen		Bewertung								
Parameter	Beschreibung / Ziel	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6			
Nutzung des Potentials des angeschlossenen Flutraums	Maximale Ausnutzung des Flutraums. Geringer Fließquerschnitt wirkt dämpfend.	Potential des Flutraums wird nicht optimal ausgenutzt	Potential des Flutraums wird nicht optimal ausgenutzt. Die Engstelle spielt eine geringe Rolle	Potential des Flutraums wird nicht optimal, aber besser als bei Variante 1 ausgenutzt	Potential des Flutraums wird nicht optimal, aber besser als bei den Varianten 1 bis 3 ausgenutzt	Potential des Flutraums wird ähnlich genutzt wie bei den Varianten 1 und 2	Potential des Flutraums wird ähnlich genutzt wie bei den Varianten 1 und 2			
F:E Verhältnis	Abnahme des F:E Verhältnisses (Köhlfleet - Mühlenberger Loch)	Abnahme kleiner 4 %				Zunahme ca. 2 %	Abnahme ca. 5 %			
Abnahme des Netto-Schwebstofftransports in Hamburg	Reduktion des stromaufgerichteten Sedimenttransports	Abnahme bis 13 %	Abnahme bis 13 %	Abnahme bis 8 %	Abnahme bis 8 %	Abnahme bis 5 %	Abnahme bis 30 %			
Zunahme des Netto-Schwebstofftransport (Elbe-Km 630 bis 640)	möglich keine Zunahme	keine Zunahme	Zunahme bis 2,5 %	keine Zunahme	Zunahme bis 5 %	Zunahme bis 17 %	keine Zunahme			
Sohländerung in der Alten Süderelbe (Variante 4 = Referenz)	geringe Sedimentation (minimaler Unterhaltungsaufwand)	Sedimentation 90 % geringer als bei Variante 4	Sedimentation 25 % stärker als bei Variante 4	Sedimentation 95 % geringer als bei Variante 4	Sedimentation 50 % geringer als bei Variante 4		Sedimentation 40 % stärker als bei Variante 4			
Sohländerung im südöstlichen Mühlenberger Loch	Verlandung unterbinden / reduzieren	- kein Räumeffekt - Sedimentation 10 % geringer als im PIZ	Erosion 3 mal so stark wie Sedimentation im PIZ	- kein Räumeffekt - Sedimentation 10 % geringer als im PIZ	Erosion etwa so stark wie Sedimentation im PIZ	Erosion etwa so stark wie Sedimentation im PIZ	Erosion 3,5 mal so stark wie Sedimentation im PIZ			
Bewertungs-Klassen: <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90;">am zielführensten</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #FFFFCC;">mittel</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #ADD8E6;">am wenigsten zielführend</td> </tr> </table>								am zielführensten	mittel	am wenigsten zielführend
am zielführensten										
mittel										
am wenigsten zielführend										

Tabelle 15: Tabellarische Übersicht der Bewertung der lokalen Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe.

Großräumige Wirkung in der Tideelbe		Bewertung					
Parameter	Beschreibung / Ziel	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4	Variante 5	Variante 6
Maximale Änderung des MThb	möglichst großräumige Tidehubreduktion	4 cm	4 bis 5 cm	3 cm	4 bis 5 cm	4 bis 5 cm	4 bis 5 cm
Änderung MTnw bei Elbe-Km 620	Reduktion des negativen Gradienten des MTnw zwischen Elbe-Km 700 und 620 (vgl. Anhang A)	2 cm	2 bis 3 cm	1,5 cm	2 bis 3 cm	2 bis 3 cm	2 bis 3 cm
F:E Verhältnis	Abnahme des F:E Verhältnisses (Trübungszone bis Hamburg E-Km 640)	Abnahme kleiner 0,03 %					
maximale Änderung des Netto-Schwebstofftransports zwischen der Trübungszone und Elbe-Km 640	Reduktion des stromauf gerichteten Sedimenttransports zwischen der Trübungszone und Hamburg	Abnahme ca. 2,5 % bis 12 %	Abnahme ca. 3 % bis 7 %	Abnahme ca. 2 % bis 7 %	Abnahme ca. 3,5 % bis 5 %	Abnahme ca. 3 % bis 9 %	Abnahme ca. 2,5 % bis 9 %
Salzgehalt	keine Veränderung in der Brackwasserzone	Änderungen des Salzgehaltes liegen unterhalb eines sinnvollen, messtechnisch auch zu erfassenden Schwellenwerts von 0,1.					

Bewertungs-Klassen:	am zielführensten
	mittel
	am wenigsten zielführend

Tabelle 16: Tabellarische Übersicht der Bewertung der großräumigen Wirkung der Maßnahme Alte Süderelbe.

Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg
Hamburg, im Oktober 2014

Im Auftrag

Bearbeiter

gez. Winkel

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

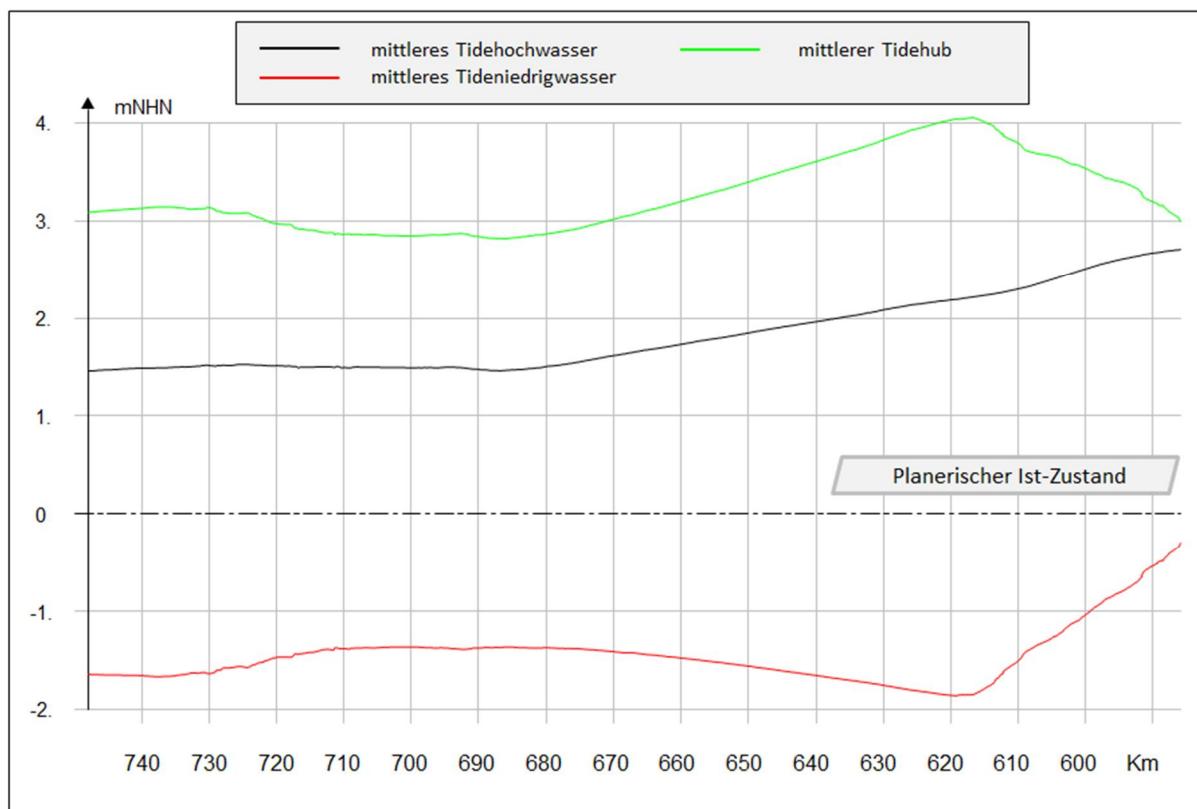
gez. Klöpper

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

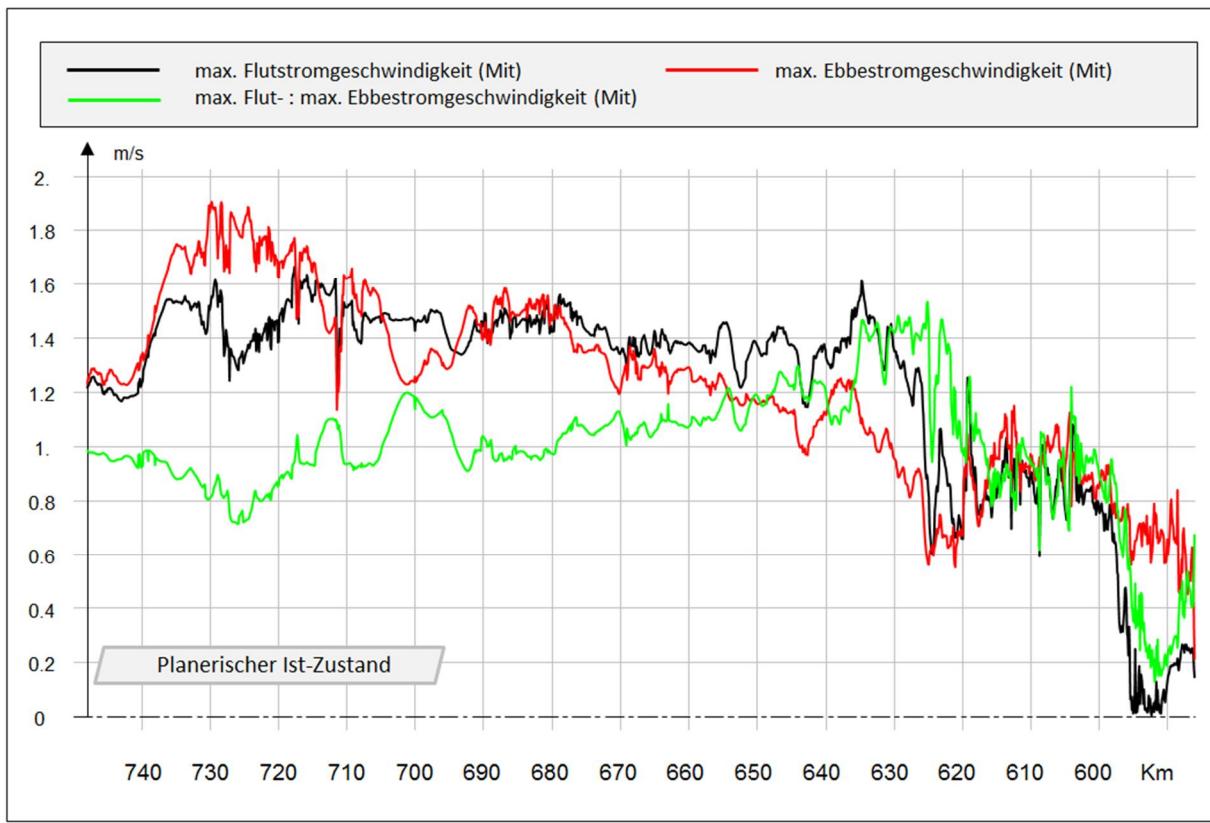
Literatur

- [1] Hans Peter Dücker, Heinz Glindemann, Hans-Heinrich Witte, Karsten Thode, *Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg: Ein Diskussionsbeitrag der Hamburg Port Authority und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes 2006*.
- [2] Bundesanstalt für Wasserbau, *Mittel- und langfristiges Strombaukonzept für die Tideelbe: Auswirkung der Schaffung von Fluträumen im Bereich der "Doveelbe"*, Hamburg 2007.
- [3] Bundesanstalt für Wasserbau, *Mittel- und langfristiges Strombaukonzept für die Tideelbe: Systemstudie zur Auswirkung der Schaffung von Flutraum im Bereich der "Alten Süderelbe"*, Hamburg 2007.
- [4] Bundesanstalt für Wasserbau, *Potentialanalyse für die Unter- und Außenelbe: Systemanalysen zur hydraulischen Kompensation nachteiliger Entwicklungen der kennzeichnenden Tidewasserstände*, Hamburg 2003.
- [5] Bundesanstalt für Wasserbau, *Untersuchung des Strombaus und des Sedimentmanagements im Rahmen des "Tideelbekonzeptes": Bericht zum Bearbeitungskonzept*, Hamburg 2011.
- [6] Bundesanstalt für Wasserbau, *Validierung des Basismodells "Elbe-Ästuar" für das Verfahren UnTRIM2007-SediMorph: Version 1: Topographie 2010*, 2014.
- [7] Bundesanstalt für Wasserbau, *Tideunabhängige Kennwerte der Strömung*, http://www.baw.de/methoden/index.php5/Tideunabh%C3%A4ngige_Kennwerte_der_Str%C3%B6mung_09.09.2014_um_14:53_Uhr.

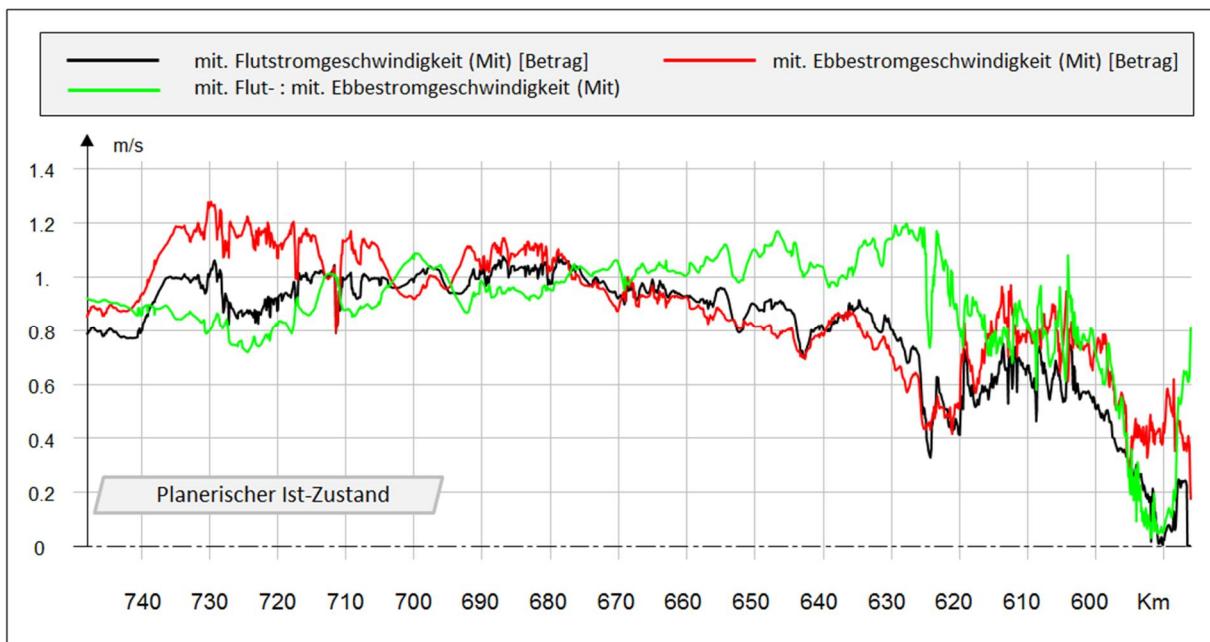
7 Anhang



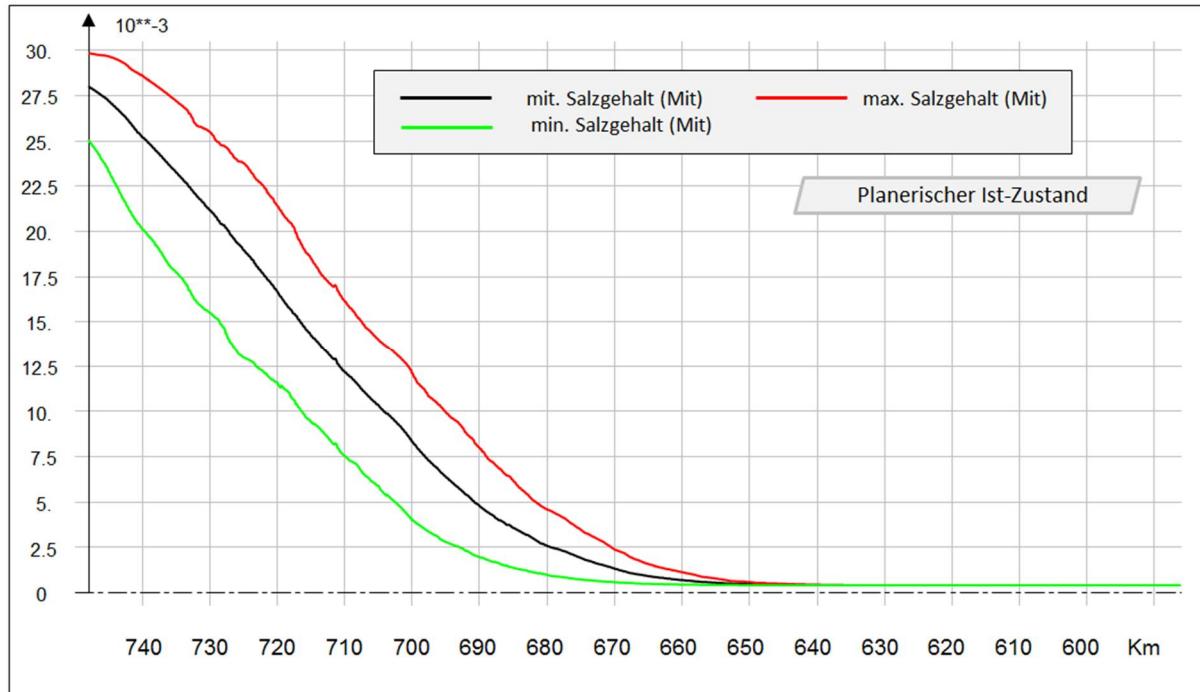
Anhang A: Mittleres Tidehochwasser, mittleres Tideniedrigwasser und mittlerer Tidehub im Planerischen Ist-Zustand auf dem Längsprofil der Elbe.



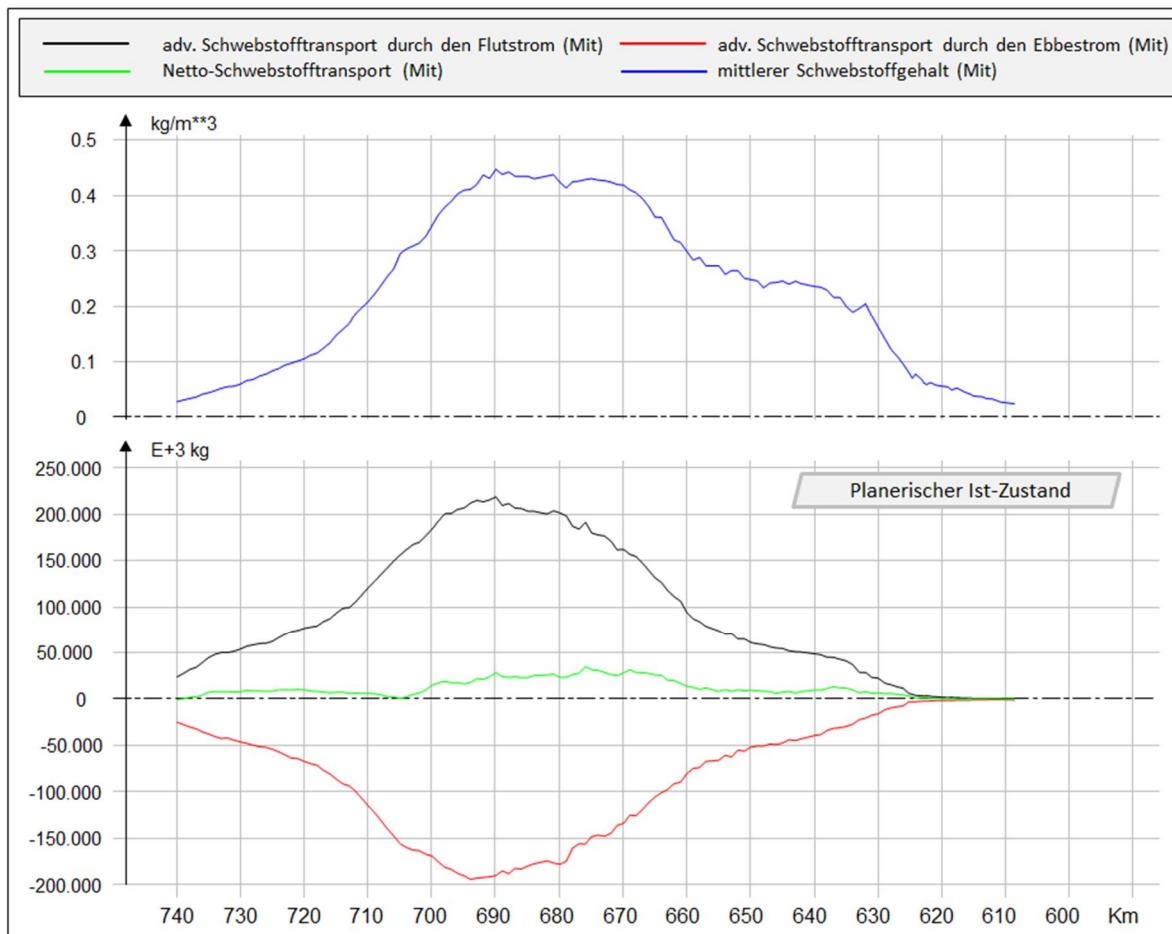
Anhang B: Betrag der maximalen Flut-, maximalen Ebbstromgeschwindigkeit und des max. F:E-Verhältnis im Planerischen Ist-Zustand auf dem Längsprofil der Elbe.



Anhang C: Betrag der mittleren Flut-, mittleren Ebbstromgeschwindigkeit und des mittleren F:E-Verhältnis im Planerischen Ist-Zustand auf dem Längsprofil der Elbe.



Anhang D: Mittlerer, maximaler und minimaler Salzgehalt im Planerischen Ist-Zustand auf dem Längsprofil der Elbe.



Anhang E: Querschnittsgemittelte Werte des mittleren Schwebstoffgehalts, des adviktiven Schwebstofftransports bei Flut- und Ebbestrom und des Netto-Schwebstofftransports im Planerischen Ist-Zustand auf dem Längsprofil der Elbe.