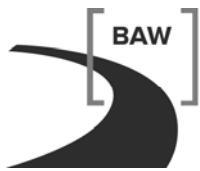


Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

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

**Nachtrag zum Bericht zur Wirkung der
Maßnahme Kiesteich**

A3955 03 10172-3



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

Nachtrag zum Bericht zur Wirkung der Maßnahme Kiesteich

Auftraggeber: Hamburg Port Authority
Neuer Wandrahm 4
20457 Hamburg

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

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A3955 03 10172-3

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

Hamburg, Oktober 2012

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

Zusammenfassung

Die Hamburg Port Authority verfolgt mit dem „Konzept zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg“ [HPA, 2006] das Ziel, den negativen Entwicklungen der Vergangenheit langfristig entgegenzuwirken. Hierzu wurde der BAW der Auftrag erteilt, verschiedene Maßnahmen zur Verbesserung der hydrologischen Bedingungen zu untersuchen. Bei den Maßnahmen handelt es sich um Flächen im Raum Hamburg, die an die Elbe angeschlossen werden um das Tidenvolumen zu erhöhen.

In dieser Studie wird der Anschluss der Ausbauvariante 4 der Maßnahme Kiesteich an die Tideelbe mit Hilfe des 3D-Elbe-Simulationsmodells der BAW unter Berücksichtigung von Salz- und Sedimentdynamik untersucht. Die Variante 4 unterscheidet sich von der Variante 2 (siehe BAW, 2011a) durch einen auf 40 m Breite verengten Anschluss der Maßnahme an den Tidekanal.

Die Simulationsergebnisse verdeutlichen, dass die Wirkung der Variante 4 vergleichbar mit der Wirkung der drei zuvor untersuchten Varianten der Maßnahme Kiesteich ist. Das mittlere Tideniedrigwasser wird angehoben (in Hamburg ca. 1 cm) und der Tidehub reduziert (in Hamburg knapp 2 cm). Die maximalen Flut- und Ebbestromgeschwindigkeiten steigen stromab der Maßnahme an, wobei durch den stärkeren Anstieg im Ebbstrom das F:E Verhältnis in dem flutstromdominanten Bereich stromab von Hamburg verringert wird. In einem Bereich zwischen Hamburg und der Trübungszone steigt der advektive Schwebstofftransport an. Infolge eines stärkeren Anstiegs im Ebbstrom sinkt dabei der residuelle advektive Schwebstofftransport. Insgesamt ist die Variante 4 der Maßnahme Kiesteich daher geeignet den Tidehub im Raum Hamburg zu verringern und den „Tidal pumping“ Effekt abzuschwächen.

Der geringere Querschnitt im Anschlussbereich der Variante 4 wirkt im Vergleich zur Variante 2 dämpfend auf die Stützung des Tideniedrigwassers und die Tidehubreduktion. Die Stützung des mittleren Tideniedrigwassers wird im Raum Hamburg auf etwa 1 cm halbiert. Auch auf die Reduktion des residuellen advektiven Schwebstofftransports wirkt der verminderte Fließquerschnitt dämpfend. Im Anschlussbereich muss mit Strömungsgeschwindigkeiten bis 1,6 m/s gerechnet werden.

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Veranlassung und Aufgabenstellung	4
2 Unterlagen und Daten	4
3 Bearbeitungskonzept	4
4 Untersuchungsumfang und Modelltopographie	5
5 Ergebnisse	6
5.1 Analyseergebnisse der Wasserstände	7
5.2 Analyseergebnisse der Strömungsverhältnisse	8
5.3 Analyseergebnisse des Salzgehalts	8
5.4 Analyseergebnisse der Schwebstoffdynamik	9
6 Wirkung der Maßnahmen	10
7 Bewertung	13
8 Literaturverzeichnis	15

Bildverzeichnis

Seite

Bild 4.1 Varianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich entsprechend Tabelle 1	6
Bild 8.1 Mittleres Tideniedrigwasser (PIZ, AZ)	16
Bild 8.2 Differenz mittleres Tideniedrigwassers (AZ-PIZ)	16
Bild 8.3 Mittlerer Tidehub (PIZ, AZ)	17
Bild 8.4 Differenz mittlerer Tidehub (AZ-PIZ)	17
Bild 8.5 Mittleres Tidehochwasser (PIZ, AZ)	18
Bild 8.6 Differenz mittleres Tidehochwassers (AZ-PIZ)	18
Bild 8.7 Maximale Ebbestromgeschwindigkeit (PIZ, AZ)	19
Bild 8.8 Differenz maximale Ebbestromgeschwindigkeit (AZ-PIZ)	19
Bild 8.9 Maximale Flutstromgeschwindigkeit (PIZ, AZ)	20
Bild 8.10 Differenz maximale Flutstromgeschwindigkeit (AZ-PIZ)	20
Bild 8.11 Verhältnis maximale Flut- zur maximalen Ebbestromgeschwindigkeit (PIZ, AZ)	21
Bild 8.12 Differenz max. F:E Verhältnis (AZ-PIZ)	21
Bild 8.13 Maximale Ebbestromgeschwindigkeit im Bereich der Maßnahme Kiesteich	22
Bild 8.14 Maximale Flutstromgeschwindigkeit im Bereich der Maßnahme Kiesteich	22
Bild 8.15 Maximaler Salzgehalt (PIZ, AZ)	23
Bild 8.16 Differenz maximaler Salzgehalt (AZ-PIZ)	23
Bild 8.17 Mittlerer Schwebstoffgehalt (PIZ, AZ)	24
Bild 8.18 Differenz mittlerer Schwebstoffgehalt (AZ-PIZ)	24
Bild 8.19 Advektiver Schwebstofftransport durch den Ebbestrom (PIZ, AZ)	25
Bild 8.20 Differenz advektiver Schwebstofftransport durch den Ebbestrom (AZ-PIZ)	25
Bild 8.21 Advektiver Schwebstofftransport durch den Flutstrom (PIZ, AZ)	26
Bild 8.22 Differenz advektiver Schwebstofftransport durch den Flutstrom (AZ-PIZ)	26
Bild 8.23 Residueller advektiver Schwebstofftransport (PIZ, AZ)	27
Bild 8.24 Differenz residueller advektiver Schwebstofftransport (AZ-PIZ)	27

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1 Untersuchte Varianten der Maßnahmen Kiesteich	5
Tabelle 2 Maximale Wasserstandsänderungen der 4 Ausbauvarianten der Maßnahme Kiesteich auf dem betrachteten Längsprofil im Bereich Hamburg.	10
Tabelle 3 Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit für alle vier Ausbauvarianten der Maßnahme Kiesteich	11
Tabelle 4 Maximale Strömungsgeschwindigkeiten im Anschlussbereich der Maßnahme Kiesteich für alle vier Ausbauvarianten	11

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Mit einem Konzept zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe [HPA, 2006] verfolgt die Hamburg Port Authority das Ziel den in der Vergangenheit negativen Entwicklungen des Systems der Tideelbe langfristig entgegenzuwirken.

Unter anderem sieht das Konzept die Schaffung zusätzlichen Tidevolumens zwischen Glückstadt und Geesthacht vor. Studien der BAW [BAW, 2003; BAW, 2007a; BAW, 2007b] zeigen, dass sich zusätzlicher Flutraum im Stromspaltungsgebiet der Tideelbe dämpfend auf den Tidehub auswirkt. Die BAW hat die Wirkung einer Maßnahme zur Schaffung von Flutraum im Bereich der Kiesteiche Billbrook auf die Hydrodynamik und den Sedimenttransport der Tideelbe untersucht [BAW, 2011a]. Darüber hinaus soll eine weitere Variante der Maßnahme untersucht werden, die eine geringere Breite des Anschlusses der Maßnahme an den Tidekanal aufweist.

2 Unterlagen und Daten

Die für die Untersuchung der Maßnahmen Neuland und Kiesteich verwendeten Unterlagen und Daten werden im Bericht zum Bearbeitungskonzept der Untersuchungen im Rahmen des Tideelbekonzeptes (BAW, 2011) aufgelistet.

3 Bearbeitungskonzept

Das Bearbeitungskonzept entspricht im Wesentlichen dem der Untersuchung der Maßnahme Kiesteich (BAW, 2011a). Um eine Einordnung der Wirkung der zusätzlichen Variante gegenüber den zuvor untersuchten Varianten zu ermöglichen, wurden die Ergebnisse mit den Werten der Variante 2 aus der Untersuchung zur Maßnahme Kiesteich (BAW, 2011a) verglichen.

4 Untersuchungsumfang und Modelltopographie

Es wird eine zusätzliche Variante der Maßnahmen Kiesteich untersucht. Die Fläche der Maßnahme Kiesteich umfasst zwei Kiesteiche südöstlich von Billbrook. Der Anschluss an die Norderelbe erfolgt im Nordwesten der Fläche durch eine Verbindung zum Tidekanal, der seinerseits über die Billwerder Bucht bei Elbe-Km 618 an die Norderelbe angeschlossen ist. In Anlehnung an die vorangegangenen Untersuchungen zur Maßnahme Kiesteich wird die zusätzliche Variante als Variante 4 bezeichnet. Die Variante 4 unterscheidet sich von der Variante 2 nur durch den schmaleren Anschluss des Flutraums an den Tidekanal. Hinsichtlich des zusätzlichen Tidevolumens unterscheiden sich die Varianten 2 und 4 kaum. In Bild 4.1 ist ein Ausschnitt der Modelltopographie beider Varianten im Bereich der Maßnahme Kiesteich abgebildet. In Tabelle 1 sind alle für die Maßnahme Kiesteich untersuchten Varianten aufgelistet. In diesem Bericht werden jedoch nur die Varianten 2 und 4 betrachtet.

Maßnahme Kiesteich		
Variante	Beschreibung	Volumen* [Mio. m ³]
1	Kiesteich, Sohle im Tidekanal -2,5 mNN, Anschlussbreite 160 m	2,0
2	Kiesteich, Sohle im Tidekanal -4,5 mNN, Anschlussbreite 160 m	2,1
3	Kiesteich, Sohle im Tidekanal -4,5 mNN und Erweiterung zur JVA Billwerder, Anschlussbreite 160 m	7,3
4	Kiesteich, Sohle im Tidekanal -4,5 mNN, Anschlussbreite 40 m	2,1

* Volumen bezogen auf den Bereich zwischen MThw und MTnw

Tabelle 1 Untersuchte Varianten der Maßnahmen Kiesteich

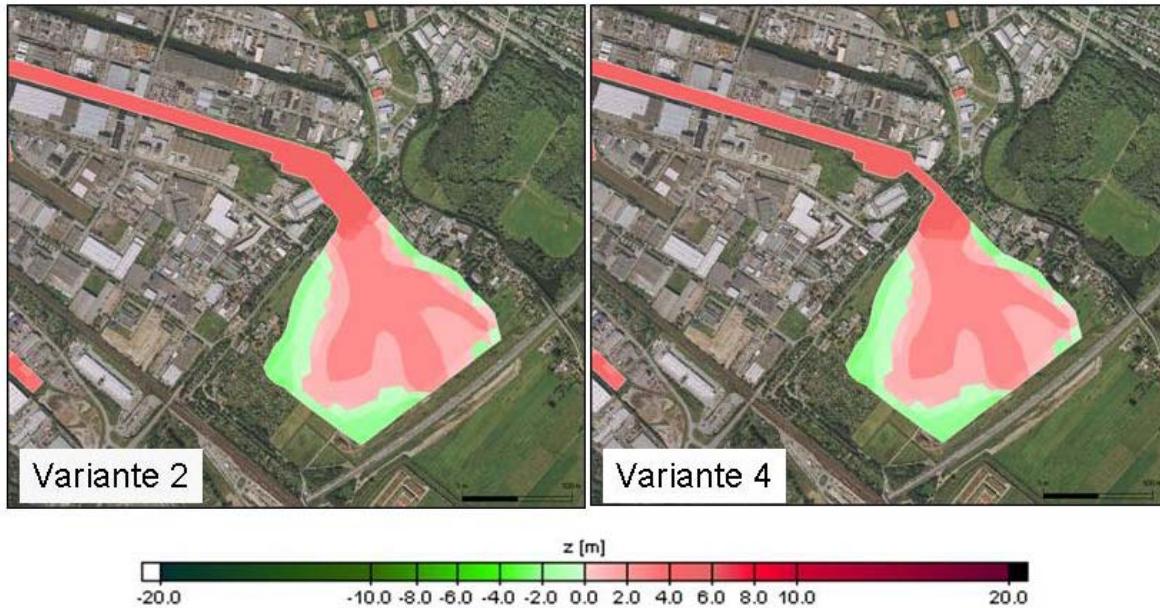


Bild 4.1 Varianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich entsprechend Tabelle 1

5 Ergebnisse

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

Die generelle Wirkungsweise einer Flutraumvergrößerung sowie allgemeine Hinweise zur Analyse (Tidekennwertanalyse) und Bewertung (Schwellenwerte zur Berücksichtigung der ausbaubedingten Änderungen) der Simulationsergebnisse werden im Bericht zum Bearbeitungskonzept der Untersuchungen des Strombaus und des Sedimentmanagements im Rahmen des Tideelbekonzeptes (BAW, 2011) aufgeführt. Die Vorzeichenkonvention der advektiven Transporte entspricht der im Bericht der Varianten 1 bis 3 der Maßnahme Kiesteich (BAW; 2011a). Die Querprofile sind so angeordnet, dass ein advektiver Transport (z.B. adv. Schwebstofftransport) in Richtung des Flutstroms als positiv definiert ist. Transport in Richtung des Ebbestroms wird durch negative Werte dargestellt. Für die Differenzen zwischen Ausbauzustand und planerischem Ist-Zustand bedeutet dies, dass negative Werte im Ebbstromtransport einen Anstieg und positive Werte eine Reduktion des Transports bedeuten. Beim Flutstromtransport verhält es sich aufgrund des umgekehrten Vorzeichens genau andersherum.

Nachfolgend werden ausgewählte Ergebnisse der Tidekennwertanalyse der Variante 4 beschrieben. Die zugehörigen Graphiken finden sich im Anhang (Bild 8.1 bis Bild 8.24). Zum Vergleich mit den bisherigen Untersuchungen zur Maßnahme Kiesteich (BAW, 2011a) sind in den Abbildungen neben der Variante 4 auch die Ergebnisse der Variante 2 enthalten. Die dargestellten Kurven wurden entsprechend der zugrunde liegenden Varianten eingefärbt. Folgende Farben wurden verwendet:

Schwarz	Werte des planerischen Ist-Zustands (PIZ)
Blau	Werte der Ausbauvariante 4 (Anschlussbreite 40m, vgl. Tabelle 1)
Grün	Werte der Ausbauvariante 2 (Anschlussbreite 160m, vgl. Tabelle 1)

Dieselben Farben werden für die Darstellung der ausbaubedingten Änderungen (Differenz des PIZ von den Ausbauzuständen) verwendet. Zur Unterscheidung werden die Werte der Ausbauzustände gestrichelt dargestellt, wohingegen die Differenzkurven durchgehend gezeichnet sind. Der Verlauf des Längsprofiles (Trassenprofil) innerhalb des Modellgebietes wird im Bericht zum Bearbeitungskonzept (BAW, 2011) beschrieben.

Das Hauptaugenmerk bei der nachfolgenden Beschreibung der Ergebnisse liegt auf dem Bereich zwischen der Trüblingszone (ca. Elbe-Km 670) und dem stromauf gelegenen Ende des Stromspaltungsgebiets (ca. Elbe-Km 608), da sich Änderungen in diesem Bereich besonders stark auf die zu bewertenden Prozesse auswirken.

5.1 Analyseergebnisse der Wasserstände

- **Tideniedrigwasser (Bild 8.1)**

Durch die Ausbauvariante 4 der Maßnahme Kiesteich steigt das mittleren Tideniedrigwassers (MTnw) an (Bild 8.2). Der größte Anstieg erfolgt oberhalb der Anschlussstelle der Maßnahme und liegt damit in dem Bereich der Elbe mit dem geringsten MTnw (Bild 8.1). Mit zunehmendem Abstand von der Anschlussstelle wird der Anstieg des MTnw geringer. Der stärkste Anstieg des MTnw liegt bei ca. 1 cm. Der Kurvenverlauf der Ausbauzustände 2 und 4 verläuft näherungsweise parallel, wobei das MTnw in der Variante 4 kleiner ist als in Variante 2.

- **Tidehub (Bild 8.3)**

Zwischen dem Elbe-Km 615 (Dove-Elbe) und 665 (Schwarztonnensand) nimmt der mittlere Tidehub (MThb) durch die Ausbauvariante 4 um knapp 2 cm ab (Bild 8.4). Richtung Geesthacht nimmt die Tidehubreduktion bis auf unter 1 cm ab. Der Kurvenverlauf der Ausbauzustände 2 und 4 verläuft näherungsweise parallel, wobei die Reduktion des MThb in der Variante 4 kleiner ist als in der Variante 2.

5.2 Analyseergebnisse der Strömungsverhältnisse

- **Maximale Ebbestromgeschwindigkeit (Bild 8.7)**

Im Bereich oberhalb des Elbe-Km 670 (Krautsand) unterscheiden sich die Veränderungen der Varianten 2 und 4 gegenüber dem Referenzzustand nicht nennenswert. Stromab des Elbe-Km 618 (Anschlussstelle der Maßnahme) steigt die maximale Ebbestromgeschwindigkeit (Bild 8.8) in beiden Varianten lokal um ca. 0,05 m/s an. Mit zunehmendem Abstand von der Anschlussstelle der Maßnahme werden die Geschwindigkeitszunahmen deutlich geringer und klingen bis zum Elbe-Km 665 (Schwarztonnensand) ab.

- **Maximale Flutstromgeschwindigkeit (Bild 8.9)**

Stromaufwärts der Trübungszone (ca. Elbe-Km 670, siehe Bild 8.17) unterscheiden sich die Veränderungen der Varianten 2 und 4 gegenüber dem Referenzzustand nicht nennenswert. Durch beide Maßnahmen steigt die maximale Flutstromgeschwindigkeit zwischen Elbe-Km 618 (Maßnahme Kiesteich) und 625 (Toller Ort) an (Bild 8.10). Der maximale Anstieg beträgt ca. 0,1 m/s.

- **Verhältnis max. Flut- zu max. Ebbestromgeschwindigkeit (Bild 8.11)**

Im Anschlussbereich der Maßnahme steigt das Verhältnis der maximalen Flut- zur maximalen Ebbestromgeschwindigkeit (F:E Verhältnis) in der Variante 4 lokal um bis zu 0,08 an (Bild 8.12). In dem flutstromdominanten Bereich stromab des Stromspaltungsgebiets (Elbe-Km 626) sinkt das F:E Verhältnis ab. Die Veränderung der Varianten 2 und 4 gegenüber dem Referenzzustand unterscheiden sich nicht nennenswert voneinander.

- **Verhältnisse im Anschlussbereich der Maßnahme**

In Bild 8.13 und Bild 8.14 sind die Analysegrößen der maximalen Ebbe- und maximalen Flutstromgeschwindigkeit im Anschlussbereich der Maßnahme flächenhaft für die Varianten 2 und 4 dargestellt. Der höchste Werte der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit der Variante 2 tritt mit 0,45 m/s im westlichen Teil des Tidekanals auf. In der Variante 4 liegt der höchste Werte der maximalen Ebbestromgeschwindigkeit im Anschlussbereich zwischen der Maßnahme und dem Tidekanal und beträgt 0,6 m/s.

Die maximale Flutstromgeschwindigkeit liegt in Variante 2 bei 1,3 m/s (im westlichen Tidekanal). Bei der Variante 4 erreicht die maximale Flutstromgeschwindigkeit im Anschlussbereich zwischen der Maßnahme und dem Tidekanal Werte bis 1,6 m/s.

5.3 Analyseergebnisse des Salzgehalts

- **Maximaler Salzgehalt**

Der maximale Salzgehalt beträgt am seeseitigen Rand 32 (Bild 8.15) und nimmt ins Ästuar hinein stetig ab. Stromauf des Elbe-Km 650 (Lühesand) liegt er unter 1. Die

Veränderung des maximalen Salzgehalts gegenüber dem Referenzzustands (Bild 8.16) ist in den Ausbauvarianten 2 und 4 jeweils kleiner als der Schwellenwert von 0,1.

5.4 Analyseergebnisse der Schwebstoffdynamik

Die grundsätzlichen Hinweise zur Schwebstoffdynamik aus Abschnitt 3.6 des Berichts zum Bearbeitungskonzept (BAW, 2011) gelten äquivalent für den nachfolgenden Abschnitt. Für die Analyse der Variante 4 wurden zusätzliche Querprofile im Stromspaltungsgebiet (vgl. BAW, 2011) verwendet, so dass das Längsprofil (im Vergleich zur Variante 2) etwas weiter stromaufwärts reicht.

- **Mittlerer Schwebstoffgehalt (Bild 8.17)**

In der Ausbauvarianten 4 steigt der mittlere Schwebstoffgehalt oberhalb des Elbe-Km 650 (Lühesand) genau wie in der Variante 2 an (Bild 8.18). Der Anstieg in Variante 4 ist etwas größer als in Variante 2.

- **Advektiver Schwebstofftransport im Ebbstrom (Bild 8.19)**

In den Ausbauvarianten 2 und 4 wird der advektive Schwebstofftransport im Ebbstrom (Bild 8.20) in und unterhalb des Stromspaltungsgebiets (Elbe-Km 626) größer. Ein Anstieg ist etwa bis Elbe-Km 665 (Schwarztonnensand) zu erkennen.

- **Advektiver Schwebstofftransport im Flutstrom (Bild 8.21)**

Gegenüber dem planerischen Ist-Zustand wird der advektive Schwebstofftransport im Flutstrom in der Variante 4 zwischen dem Anschluss der Maßnahme (Elbe-Km 618) und etwa dem Elbe-Km 660 (Pagensand) größer (Bild 8.22). In den Varianten 2 steigt der Transport zwischen Elbe-Km 625 (toller Ort) und Elbe-Km 645 (Lühe).

- **Residueller advektiver Schwebstofftransport (Bild 8.23)**

Durch die Ausbauvarianten 2 und 4 treten Reduktionen des residuellen advektiven Schwebstofftransports (Bild 8.24) zwischen der Trübungszone (ca. Elbe-Km 670) und Hamburg (ca. Elbe-Km 630) auf. Die Abnahme ist in der Variante 2 etwas größer als in Variante 4.

6 Wirkung der Maßnahmen

Wie im Bericht zur Maßnahme Kiesteich (BAW, 2011a) angeführt wird, reduziert die Maßnahme Kiesteich den Tidehub in der Unterelbe und speziell im Raum Hamburg. Dies gilt auch für die zusätzlich untersuchte Variante 4. Die Dämpfung resultiert aus einer Abnahme des Tidehochwassers und einem Anstieg des Tideniedrigwassers. Im Bereich des Stromspaltungsgebiets (Elbe-Km 626 bis 608) überwiegt der Anstieg des Tideniedrigwassers. Das zusätzliche Tidevolumen stützt das Tnw im Anschlussbereich der Billwerder Bucht an die Norderelbe und führt dadurch zu einem lokalen Anstieg des MTnw. In Tabelle 2 sind die maximalen Änderungen des mittleren Tidehoch-, mittleren Tideniedrigwassers sowie des mittleren Tidehubs im Raum Hamburg für alle vier Ausbauvarianten aufgelistet (Variante 1: Kiesteich mit Sohle im Tidekanal auf -2,5 mNN, Variante 2: Kiesteich mit Sohle im Tidekanal auf -4,5 mNN, Variante 3: Kiesteich mit Erweiterung zur JVA Billwerder und mit Sohle im Tidekanal auf -4,5 mNN, Variante 4: Kiesteich mit Sohle im Tidekanal auf -4,5 mNN und einem gegenüber den anderen Varianten von 160m auf 40m verengten Anschlussbereich zwischen der Maßnahme und dem Tidekanal).

Parameter	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
MThw	-1 cm	-1 cm	-2 bis -4 cm	-1 cm
MTnw	1 cm	2 cm	5 bis 8 cm	1 cm
MThb	-2 cm	-3 cm	-7 bis -10 cm	-2 cm

Tabelle 2 Maximale Wasserstandsänderungen der 4 Ausbauvarianten der Maßnahme Kiesteich auf dem betrachteten Längsprofil im Bereich Hamburg.

Die Wirkung des zusätzlichen Flutraums auf die Elbe ist abhängig von dem Fließquerschnitt über den der Flutraum an den Fluss angeschlossen ist. Der schmalere Anschlussbereich der Maßnahme an den Tidekanal reduziert den Fließquerschnitt in der Variante 4 gegenüber den Varianten 2 und 3. Zwar ist der Fließquerschnitt ausreichend groß um den angeschlossenen Flutraum zu füllen und zu leeren, der kleinere Querschnitt dämpft aber die Wirkung der Maßnahme (gegenüber der Variante 2), was sich im Wesentlichen auf die Stützung des MTnw auswirkt. Der Fließquerschnitt der Variante 4 (im Anschlussbereich) entspricht in etwa dem Querschnitt des Tidekanals in der Variante 1. Die Wirkung der Variante 4 auf die Wasserstände liegt daher auch in derselben Größenordnung wie in Variante 1.

Unterhalb der Anschlussstelle der Maßnahme Kiesteich steigen die mittleren und die maximalen Flut- und Ebbestromgeschwindigkeiten in allen Ausbauvarianten (vgl. Tabelle 3). Die Wirkung der Ausbauvariante 4 ist vergleichbar mit den drei zuvor untersuchten Varianten (vgl. BAW, 2011a). Durch den zusätzlichen Flutraum muss mehr Wasser in den Tidekanal transportiert werden, was zu größeren Strömungsgeschwindigkeiten führt. Der schmalere

Anschlussbereich in der Variante 4 wirkt sich dabei gegenüber der Variante 2 nur sehr gering auf die Veränderung der Strömungsgeschwindigkeiten in der Norderelbe aus. Als Folge stellt sich die Veränderung des F:E Verhältnis genauso wie in Variante 2 dar. In der Variante 2 steigt das F:E Verhältnis in der Norderelbe zwischen der Billwerder Bucht und dem Elbe-Km 623 (St. Pauli). Stromabwärts bis ca. Elbe-Km 670 (Rhinplatte) sinkt das F:E Verhältnis. Im flutstromdominanten Bereich der Elbe zwischen Elbe-Km 670 und Elbe-Km 620 wird die Flutstromdominanz damit in allen vier Ausbauvarianten reduziert. Die größte Abnahme tritt zwischen Elbe-Km 620 (Hafen City) und 630 (Teufelsbrück) auf. In Tabelle 3 ist die Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit gegenüber dem Referenzzustand auf dem betrachteten Längsprofil (jeweils im Fokusbereich zwischen Elbe-Km 670 und 608) für alle Ausbauvarianten aufgelistet.

Parameter	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
mit. Ebbestromgeschwindigkeit [cm/s]	0 bis 5	0 bis 5	-2,5 bis 15	0 bis 5
max. Ebbestromgeschwindigkeit [cm/s]	0 bis 5	0 bis 5	-2,5 bis 15	0 bis 5
mit. Flutstromgeschwindigkeit [cm/s]	0 bis 5	0 bis 5	-5 bis 17,5	0 bis 5
max. Flutstromgeschwindigkeit [cm/s]	-2,5 bis 5	-2,5 bis 10	-7,5 bis 15	-2,5 bis 10
max. Flutstrom : max. Ebbestrom [-]	-0,06 bis 0,02	-0,04 bis 0,08	-0,16 bis 0,07	-0,04 bis 0,08

Tabelle 3 Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit gegenüber dem Referenzzustand auf dem betrachteten Längsprofil (Bereich zwischen Elbe-Km 670 und 608) für alle vier Ausbauvarianten der Maßnahme Kiesteich (vgl. BAW, 2011a)

Der maximale Anstieg der Strömungsgeschwindigkeiten zwischen der Norderelbe und dem zusätzlich angeschlossenen Flutraum tritt in der Variante 4 nicht im Tidekanal, sondern in dem schmaleren Anschlussbereich zwischen der Maßnahme und dem Tidekanal auf. Gegenüber der Variante 2 erhöhen sich daher die maximalen Flut- und Ebbestromgeschwindigkeiten. In Tabelle 4 sind die maximalen Strömungsgeschwindigkeiten im Anschlussbereich der Maßnahme Kiesteich für alle vier Ausbauvarianten aufgeführt (vgl. BAW, 2011a).

Parameter	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
max. Ebbestromgeschwindigkeit [m/s]	1,2	0,5	1,2	0,6
max. Flutstromgeschwindigkeit [m/s]	1,7	1,3	2,3	1,6

Tabelle 4 Maximale Strömungsgeschwindigkeiten im Anschlussbereich der Maßnahme Kiesteich für alle vier Ausbauvarianten (vgl. BAW, 2011a)

Durch ein verändertes Reflexionsverhalten der Tidewelle wirkt sich die Maßnahme Kiesteich auf den Salzgehalt in der Brackwasserzone aus. Die Auswirkungen sind durch die Ausbauvariante 4 allerdings so gering, dass sie den Schwellenwert von 0,1 (vgl. BAW, 2011) nicht überschreiten.

Der mittlere Schwebstoffgehalt steigt durch die untersuchte Ausbauvariante 4 der Maßnahme Kiesteich in und unterhalb von Hamburg. Die advektiven Schwebstofftransporte (im Flut-

und Ebbestrom) werden in und unterhalb der Trübungszone (ca. Elbe-Km 670) geringer, zwischen der Trübungszone und Hamburg steigen sie hingegen an. Der Anstieg des advektiven Schwebstofftransports im Ebbestrom überwiegt gegenüber dem Anstieg im Flutstrom. Dadurch sinkt der advektive Restschwebstofftransport zwischen Hamburg und der Trübungszone (Elbe-Km 630 bis Elbe-Km675). Insgesamt liegt die Reduktion des residuellen advektiven Schwebstofftransports in Folge der Ausbauvariante 4 etwas unterhalb der Abnahme durch die Ausbauvariante 2.

7 Bewertung

In ihrer Gesamtwirkung kann die Ausbauvariante 4 der Maßnahme Kiesteich zu einer Verbesserung der hydraulischen Verhältnisse und des Sedimenttransports im Sinne des Konzeptes zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe [HPA, 2006] beitragen.

Durch die untersuchte Variante 4 wird der Tidehub im Raum Hamburg reduziert, was dem in den vergangenen Jahrzehnten gestiegenen Tidehub entgegen wirkt. Die Abnahme des Tidehubs setzt sich zu etwa zwei Dritteln aus einem Anstieg des mittleren Tideniedrigwassers (MTnw) und einem Drittel durch ein Absinken des mittleren Tidehochwassers (MThw) zusammen. Als positiv ist dabei zu bewerten, dass das MTnw durch die Maßnahme genau in dem Bereich gestützt wird, in dem das niedrigste MTnw der Tideelbe auftritt. Das Gefälle zwischen dem MThw in der unteren Tideelbe und dem Hamburger Raum wird dadurch reduziert. Aus dem Vergleich mit der Ausbauvariante 2 der Maßnahme Kiesteich wird ersichtlich, dass der schmalere Anschluss an den Tidekanal in der Variante 4 zu einer Dämpfung der Wirkung auf den Tidehub führt. Diese Dämpfung ist auf eine geringere Stützung des MTnw zurück zu führen. In dem Bereich der Elbe mit dem geringsten MTnw (ca. Elbe-Km 620) verringert sich die Stützung des MTnw in der Variante 4 gegenüber der Variante 2 etwa um die Hälfte. Die Wirkung der Variante 4 auf die Wasserstände ist damit vergleichbar mit der Wirkung der Variante 1.

Hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeiten weicht die Wirkung der Ausbauvariante 4 nicht wesentlich von der Ausbauvariante 2 ab. Die Strömungsgeschwindigkeiten werden zwar sowohl im Flut- als auch im Ebbstromstrom unterhalb der Maßnahme erhöht, der stärkere Anstieg der Ebbstromgeschwindigkeit gegenüber der Flutstromgeschwindigkeit senkt dabei jedoch das F:E- Verhältnis in dem am stärksten flutstromdominierten Bereich zwischen der Trübungszone und Hamburg. Bezuglich der Transportprozesse aus der Trübungszone in den Hamburger Hafen ist die Reduktion des F:E Verhältnis in diesem Bereich als besonders positiv zu werten und entspricht dem Bestreben des Tideelbekonzepts: „*ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Flut- und Ebbstrom herzustellen*“ [HPA, 2006].

Wie die Variante 2 bewirkt auch die Variante 4 der Maßnahme Kiesteich einen Anstieg des advektiven Schwebstofftransports zwischen dem Elbe-Km 618 und der Trübungszone (ca. Elbe-Km 670). Allerdings wird der stromauf gerichtete Restschwebstofftransport durch den stärkeren Anstieg des advektiven Schwebstofftransports im Ebbstrom zwischen der Trübungszone und Hamburg abgeschwächt. Damit wirkt die Variante 4 positiv im Sinne der Dämpfung des „tidal pumping“ Effekts. Verglichen mit der Variante 2 fällt diese Dämpfung etwas geringer aus.

Insgesamt ist die Wirkung der Ausbauvariante 4 der Maßnahme Kiesteich im Hinblick auf die Tidedynamik und den Sedimenttransport als positiv im Sinne des Konzeptes zur nachhaltigen Entwicklung der Tideelbe zu bewerten. Allerdings dämpft der gegenüber den anderen Varianten kleinere Querschnitt im Anschlussbereich die positive Wirkung des angeschlossenen Flutraums. Weiterhin entsteht in dem Bereich zwischen dem Tidekanal und der Maßnahme ein Bereich mit erhöhten Strömungsgeschwindigkeiten.

Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg
Hamburg, im Oktober 2012

Im Auftrag

Bearbeiter

gez. N. Winkel

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

gez. M. Klöpper

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

8 Literaturverzeichnis

- BAW, 2003 Potentialanalyse für die Unter- und Außenelbe. Systemanalyse zur hydraulischen Kompensation nachteiliger Entwicklungen der kennzeichnenden Tidewasserstände.; Auftrag Nr. 5.02.10014; Bundesanstalt für Wasserbau; Unveröffentlicht
- BAW 2007a Mittel- und langfristiges Strombaukonzept für die durch Tide beeinflusste Elbe, Systemstudie zur Auswirkung der Schaffung von Fluträumen im Bereich der „Doveelbe“; Gutachten BAW-Nr. A39550310069; Bundesanstalt für Wasserbau; Unveröffentlicht.
- BAW 2007b Mittel- und langfristiges Strombaukonzept für die Tideelbe, Systemstudie zur Auswirkung der Schaffung von Flutraum im Bereich der „Alten Süderelbe“; Gutachten BAW-Nr. A39550310069; Bundesanstalt für Wasserbau; Unveröffentlicht.
- BAW, 2011 Untersuchung des Strombau und des Sedimentmanagements im Rahmen des „Tideelbekonzeptes“ Bericht zum Bearbeitungskonzept, BAW-Nr. A399550310172-1, Bundesanstalt für Wasserbau, Unveröffentlicht.
- BAW, 2011a Untersuchung des Strombau und des Sedimentmanagements im Rahmen des „Tideelbekonzeptes“ Bericht zur Wirkung der Maßnahmen Neuland und Kiesteich, BAW-Nr. A399550310172-2, Bundesanstalt für Wasserbau, Unveröffentlicht.
- HPA, 2006 Konzept für eine nachhaltige Entwicklung der Tideelbe als Lebensader der Metropolregion Hamburg; H.P. Dücker, H.-H. Witte, H. Glindemann und K. Thode; HPA 2006

Anhang

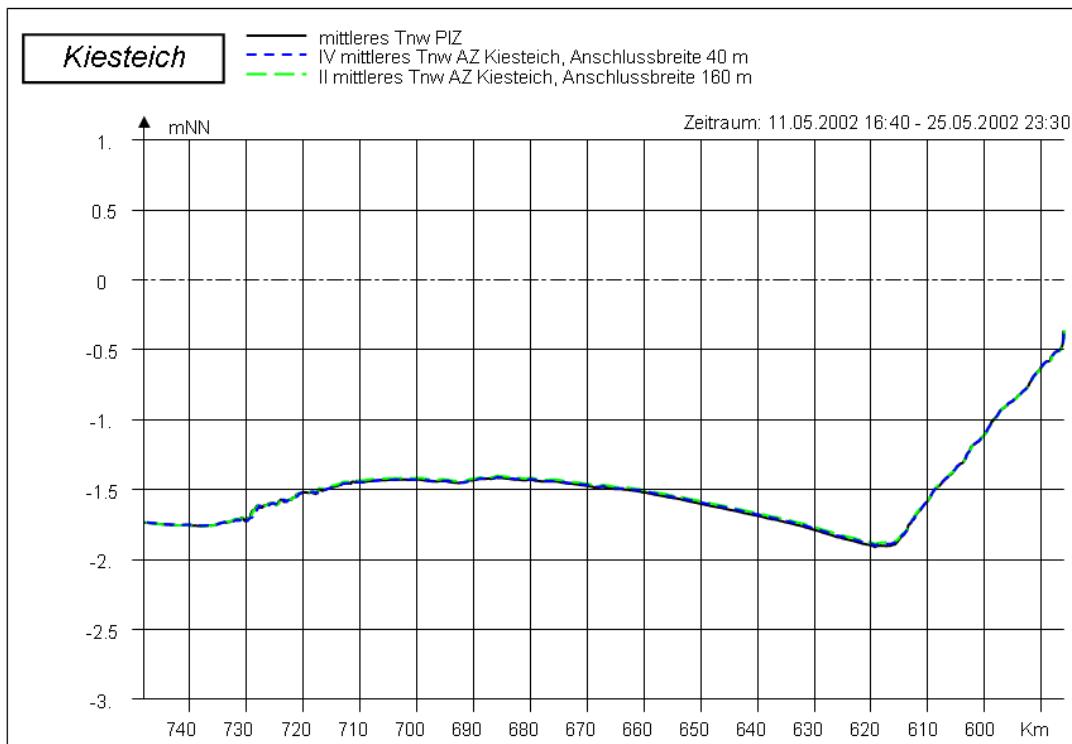


Bild 8.1 Mittleres Tideniedrigwasser im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

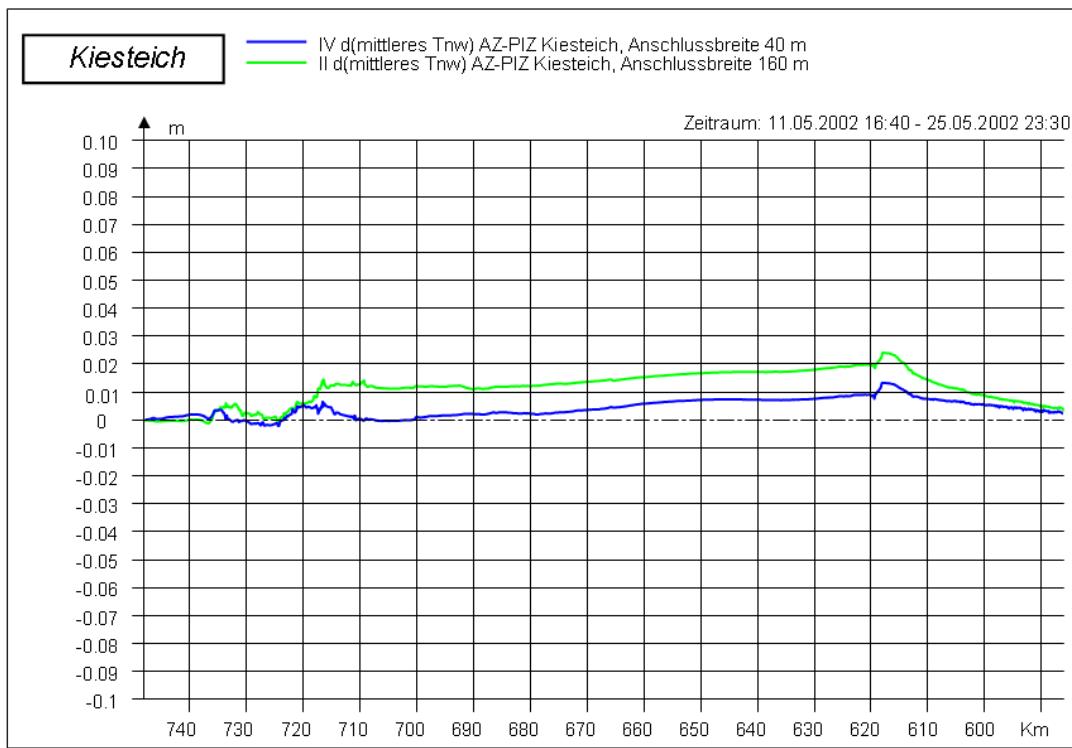


Bild 8.2 Differenz des mittleren Tideniedrigwassers (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.1) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

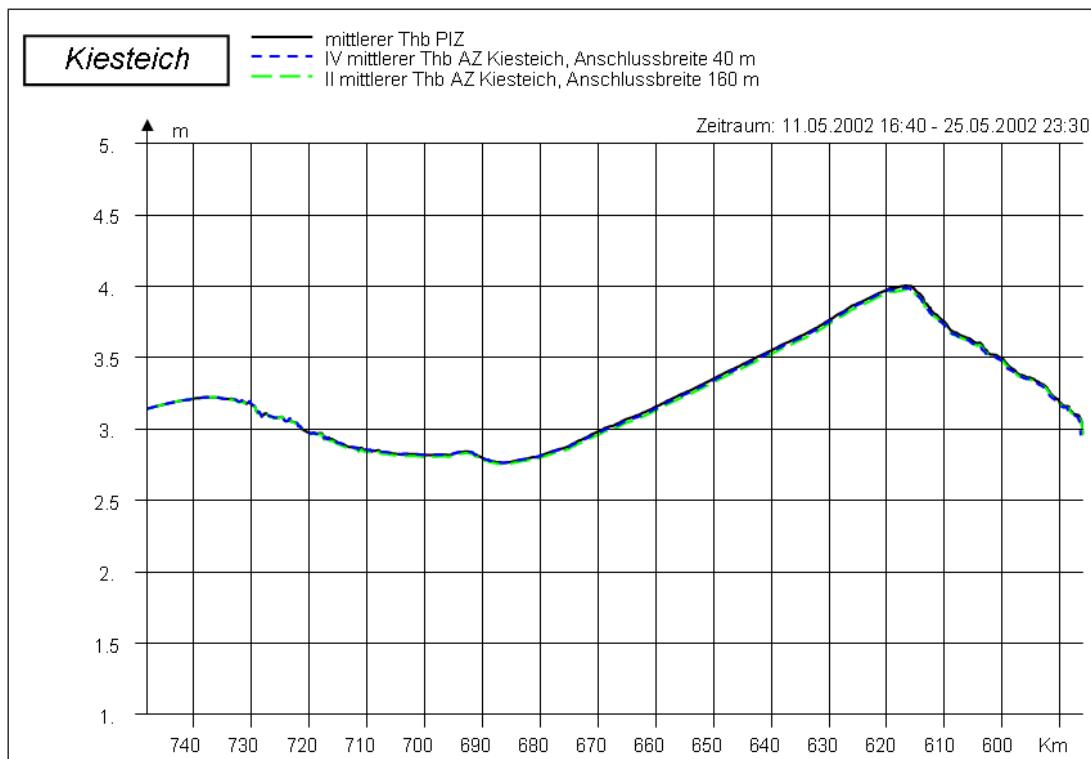


Bild 8.3 Mittlerer Tidehub im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

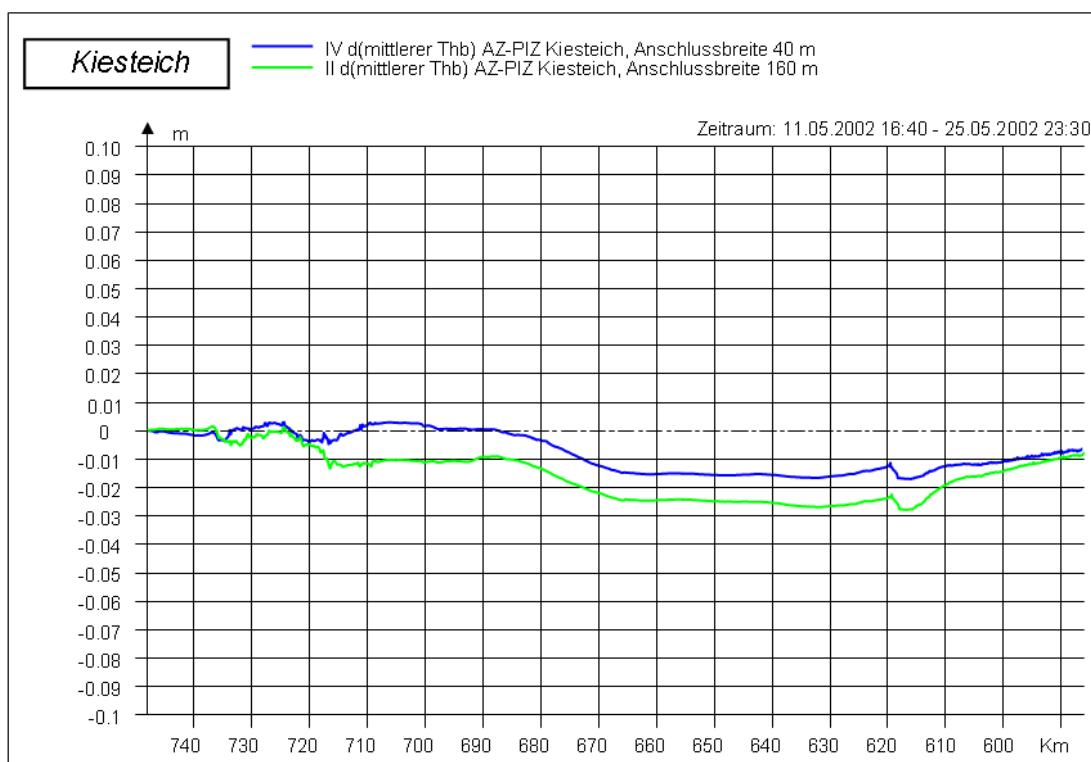


Bild 8.4 Differenz des mittleren Tidehubs (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.3) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

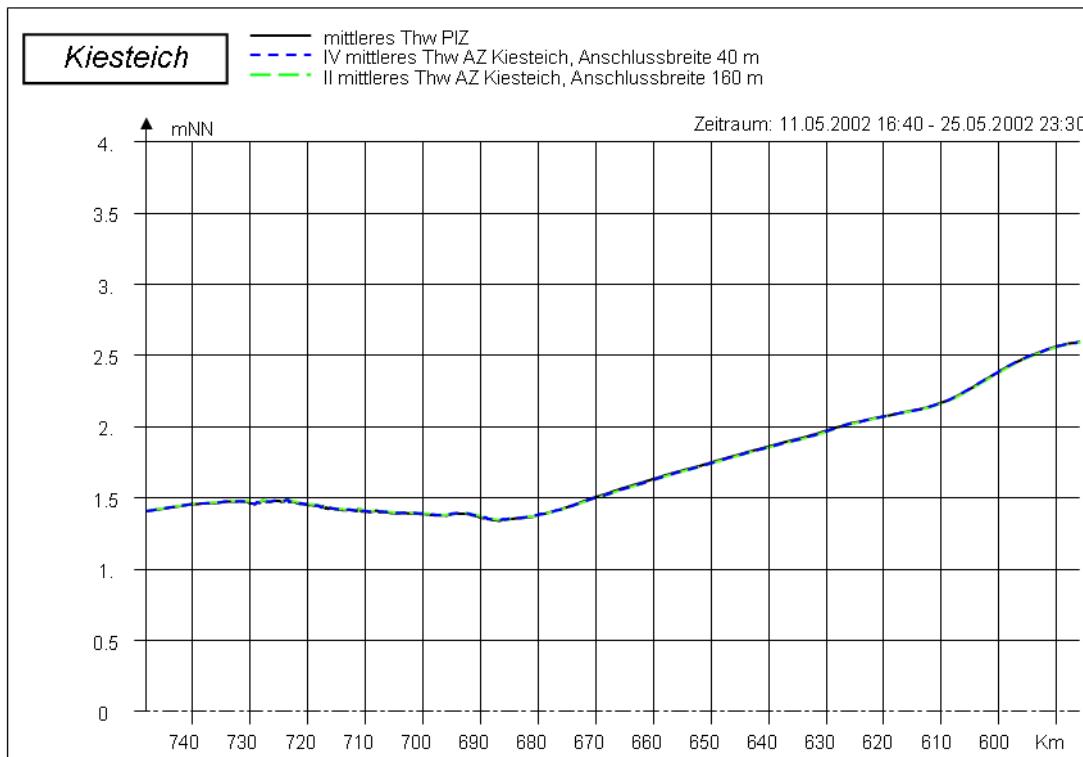


Bild 8.5 Mittleres Tidehochwasser im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

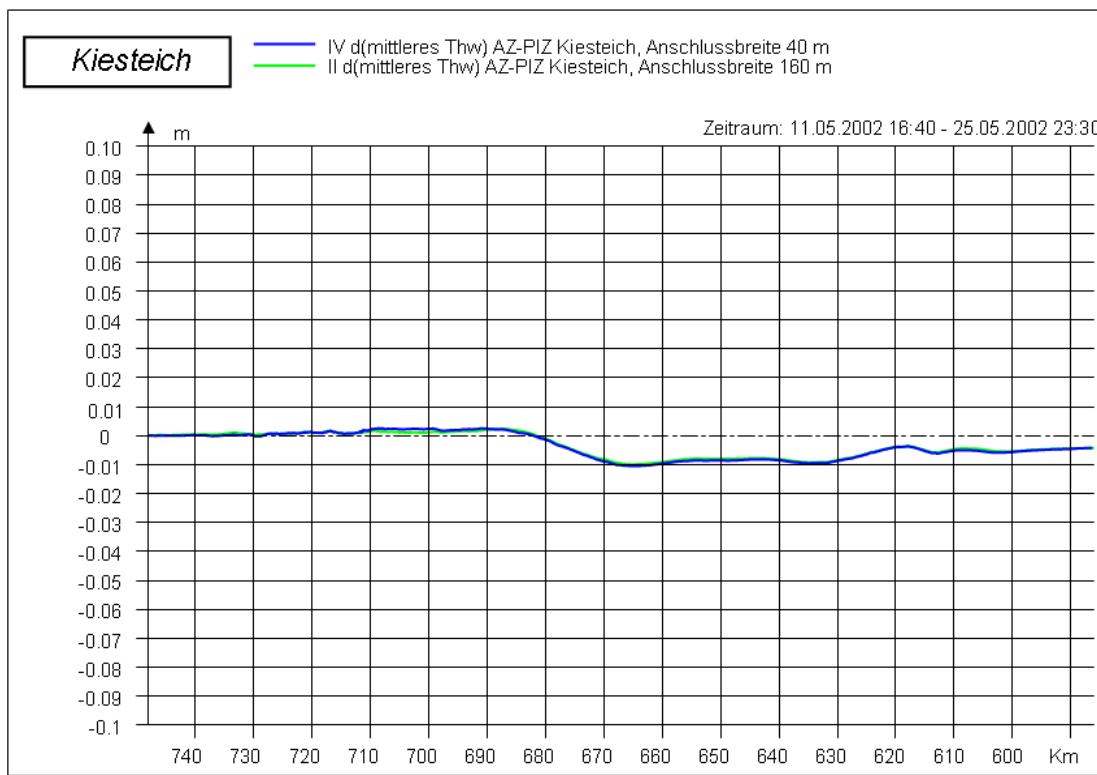


Bild 8.6 Differenz des mittleren Tidehochwassers (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.5) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich



Bild 8.7 Maximale Ebbstromgeschwindigkeit im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

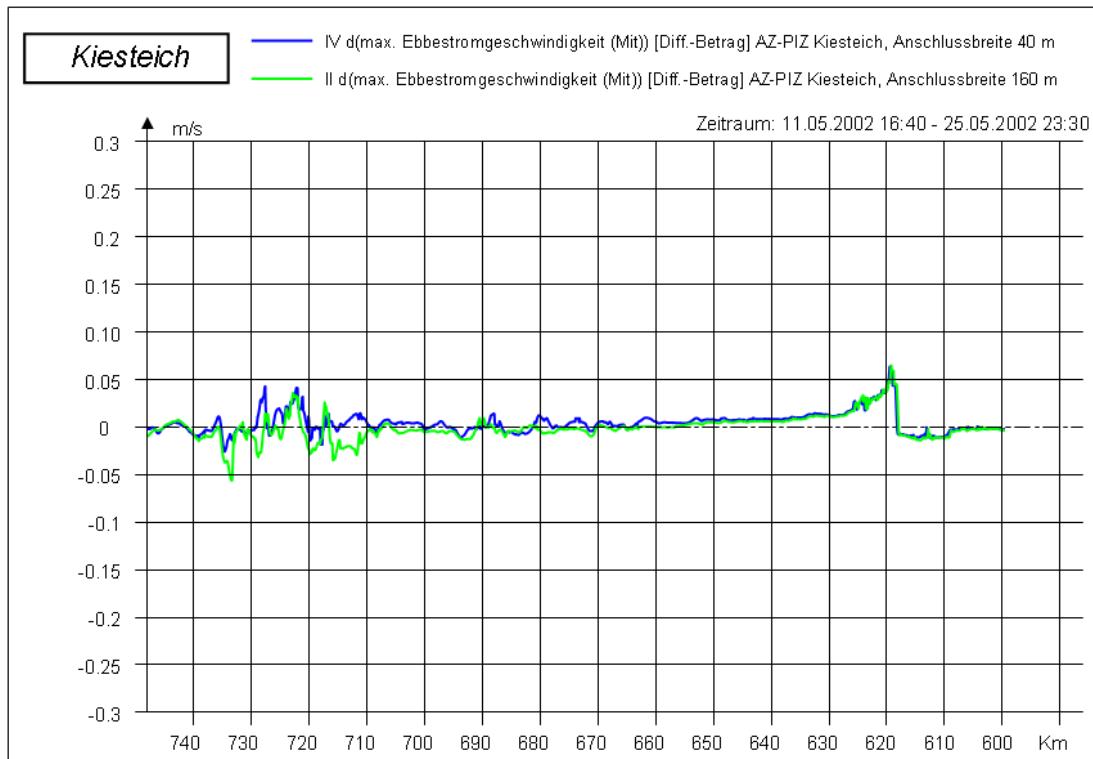


Bild 8.8 Differenz der maximalen Ebbstromgeschwindigkeit (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.7) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

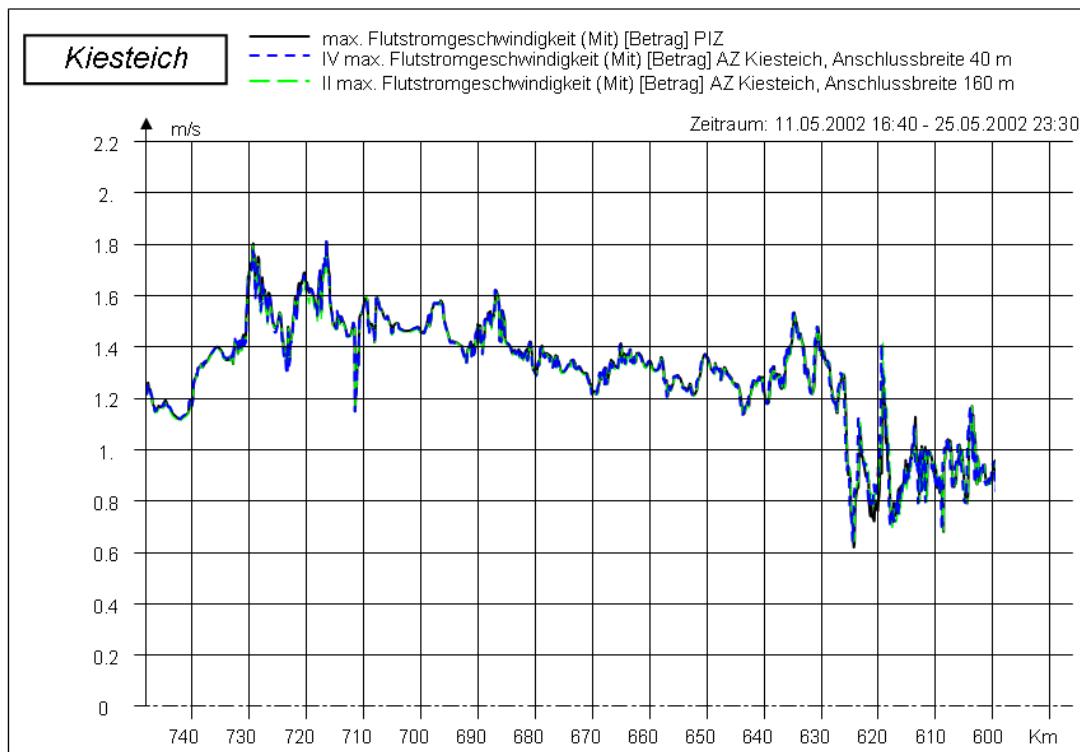


Bild 8.9 Maximale Flutstromgeschwindigkeit im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

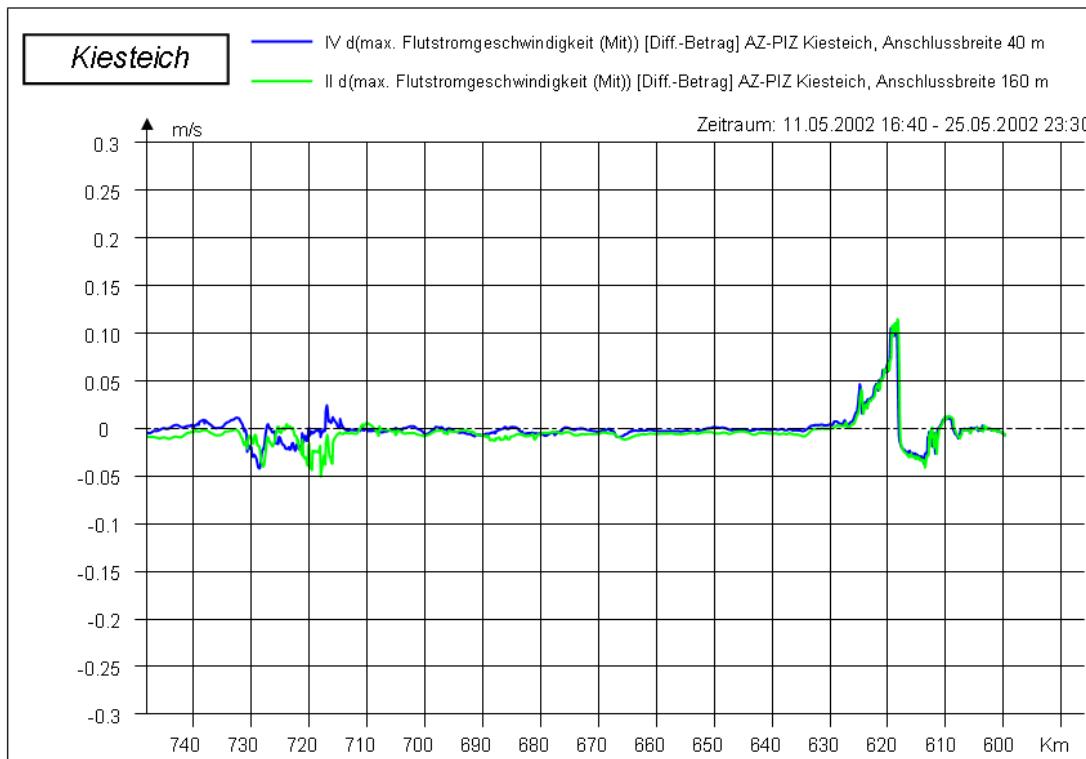


Bild 8.10 Differenz der maximalen Flutstromgeschwindigkeit (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.9) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

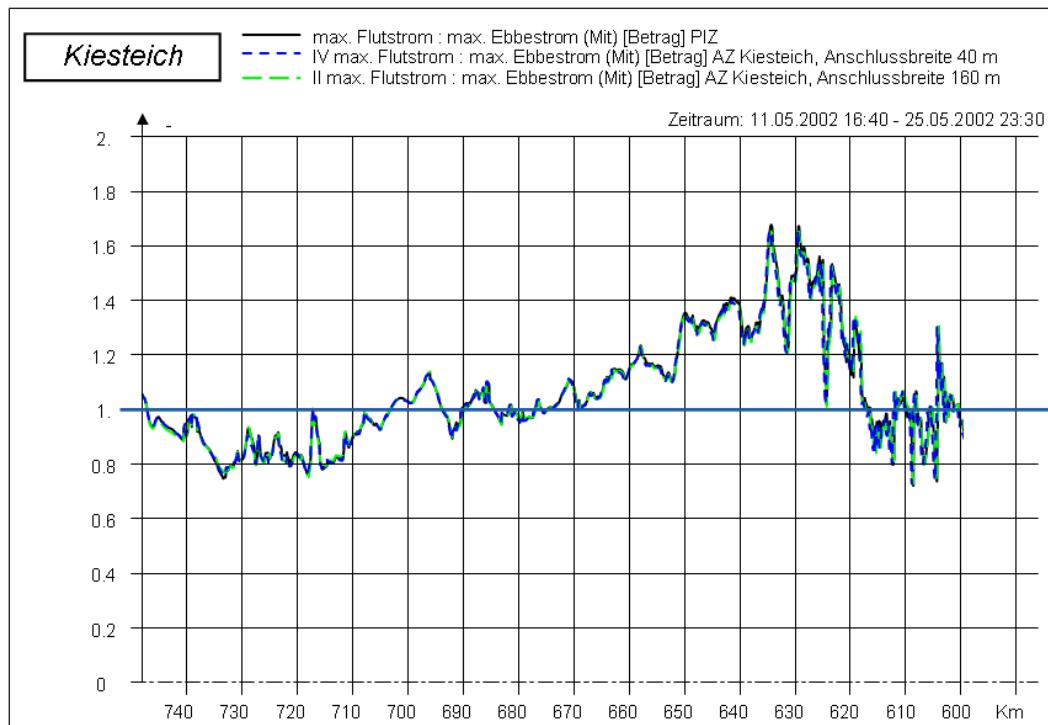


Bild 8.11 Verhältnis der maximalen Flut- zur maximalen Ebbstromgeschwindigkeit im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

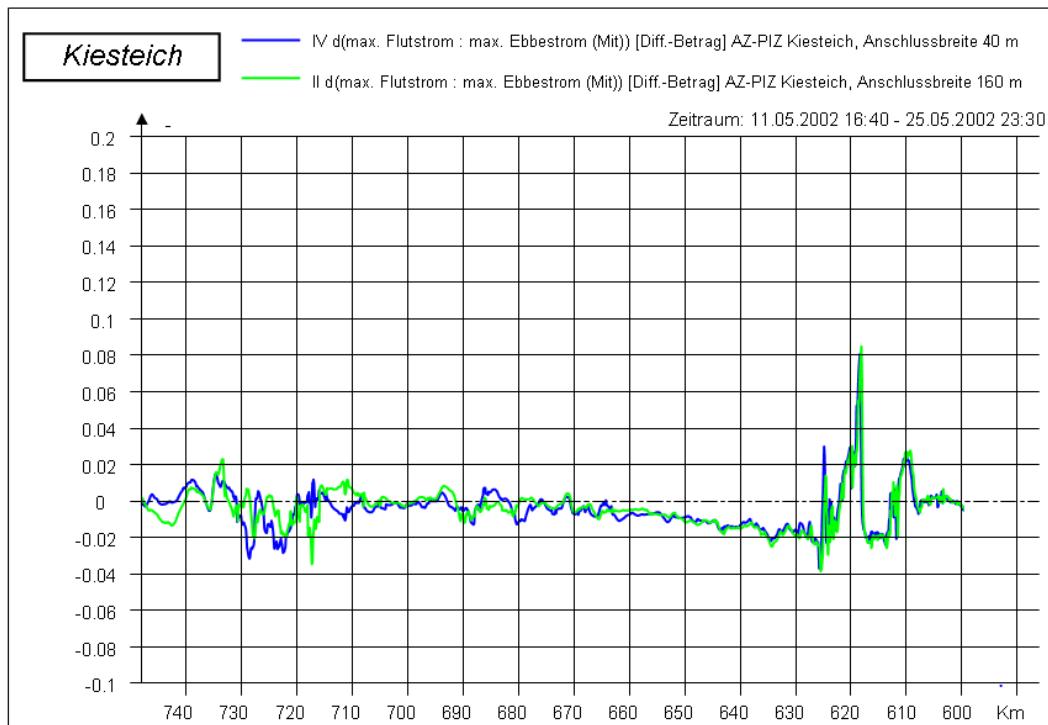


Bild 8.12 Differenz der Verhältnisse der maximalen Flut- zur maximalen Ebbstromgeschwindigkeit (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.11) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

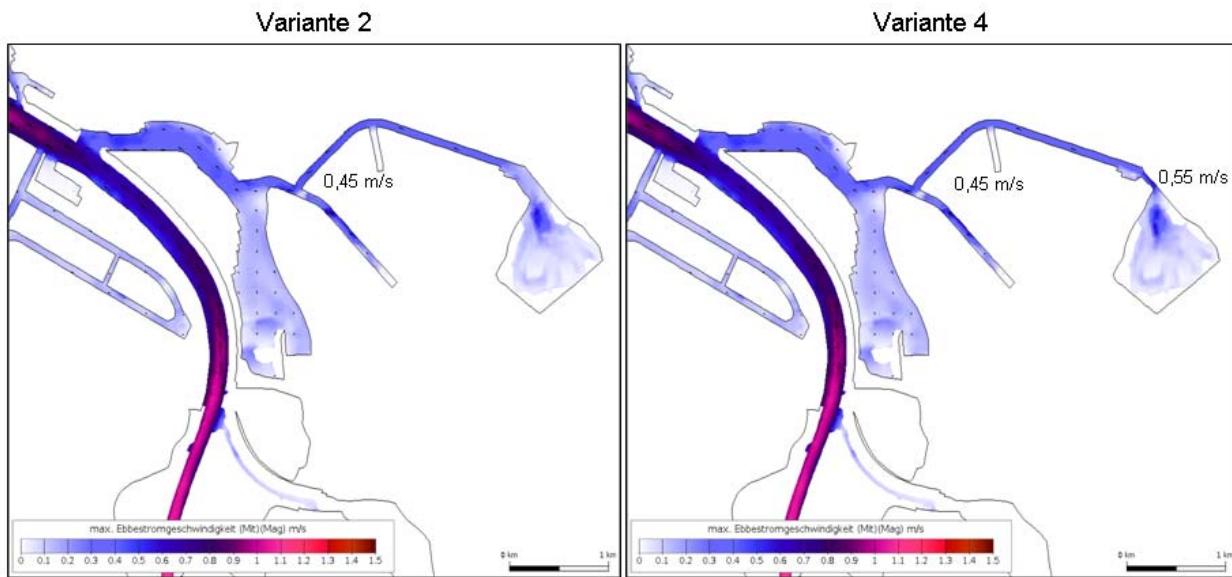


Bild 8.13 Maximale Ebbstromgeschwindigkeit im Bereich der Maßnahme Kiesteich für die Varianten 2 (links) und 4 (rechts).

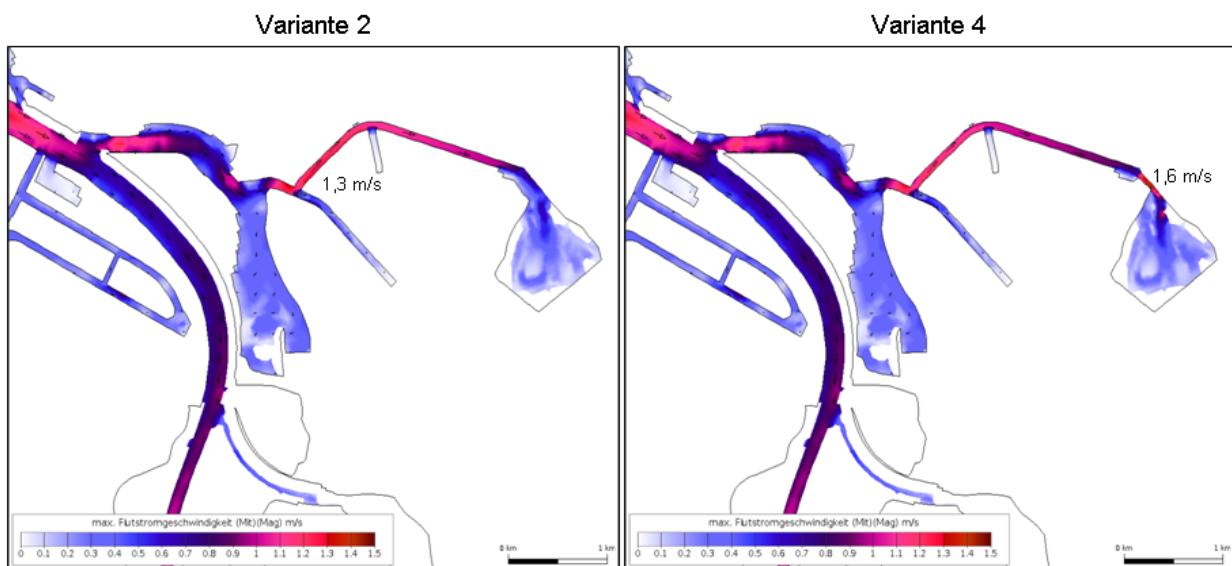


Bild 8.14 Maximale Flutstromgeschwindigkeit im Bereich der Maßnahme Kiesteich für die Varianten 2 (links) und 4 (rechts).

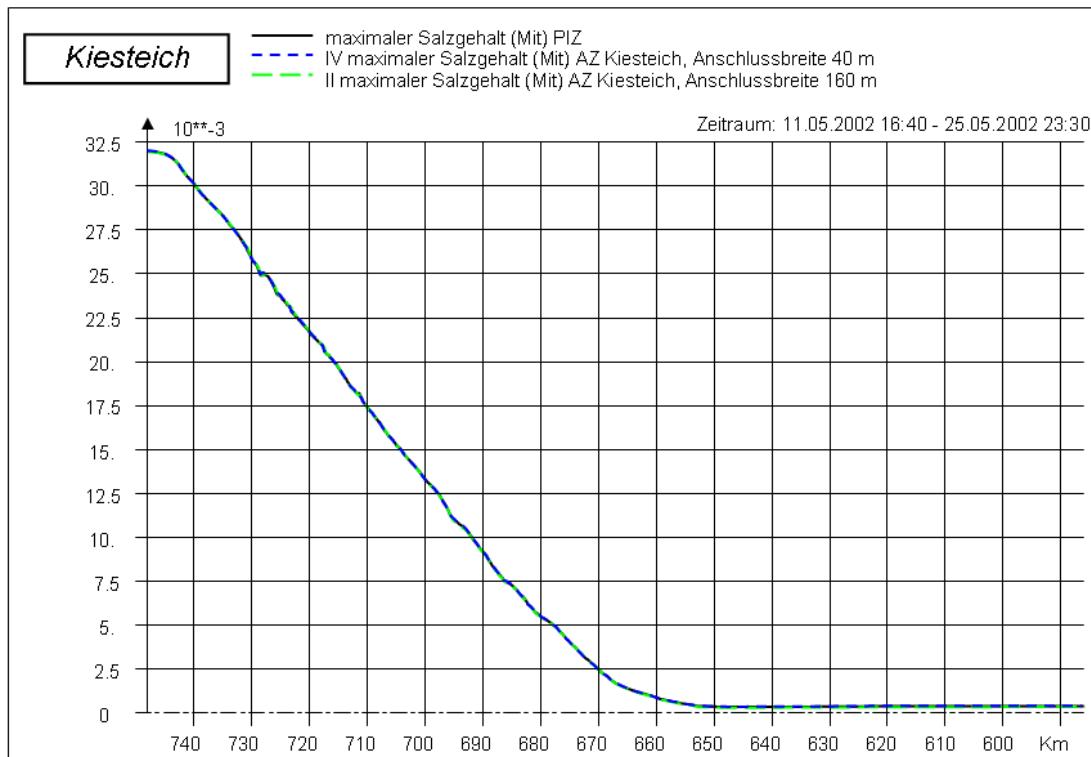


Bild 8.15 Maximaler Salzgehalt im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

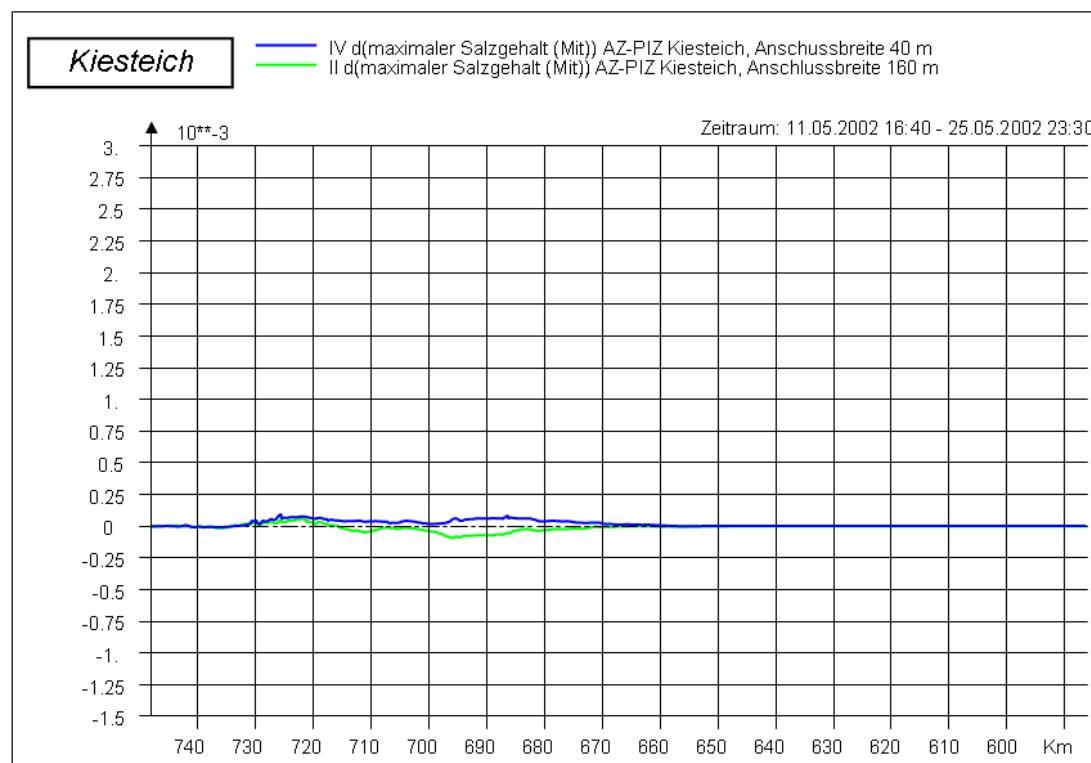


Bild 8.16 Differenz des maximalen Salzgehalts (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.15) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

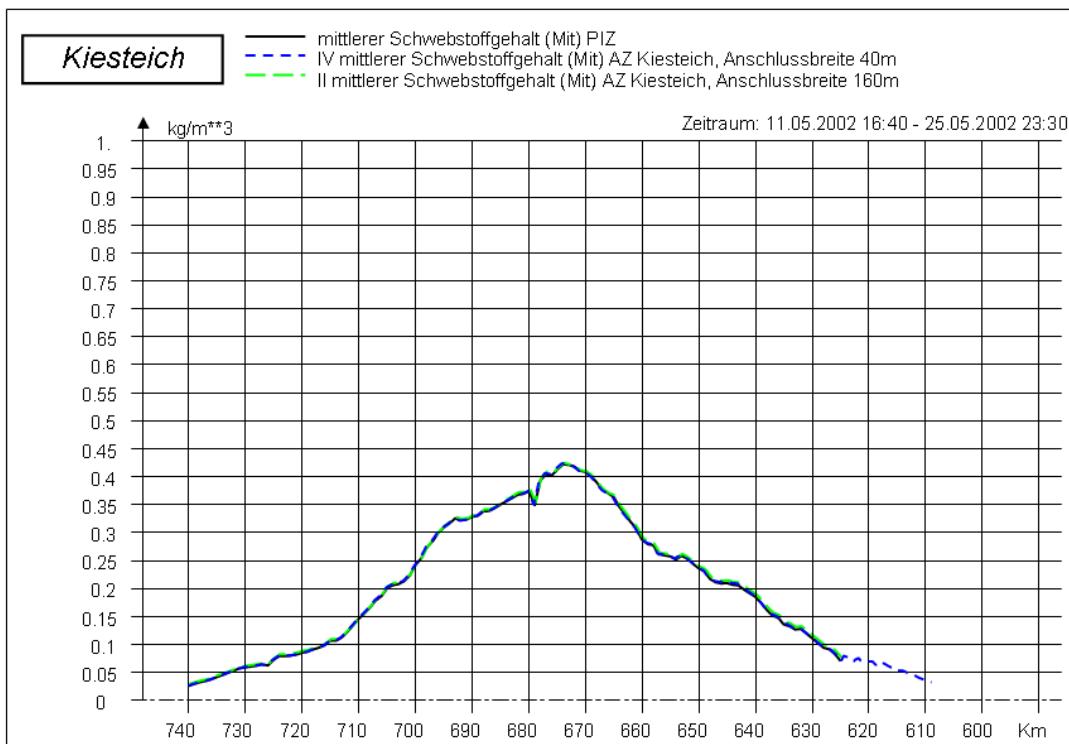


Bild 8.17 Mittlerer Schwebstoffgehalt im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

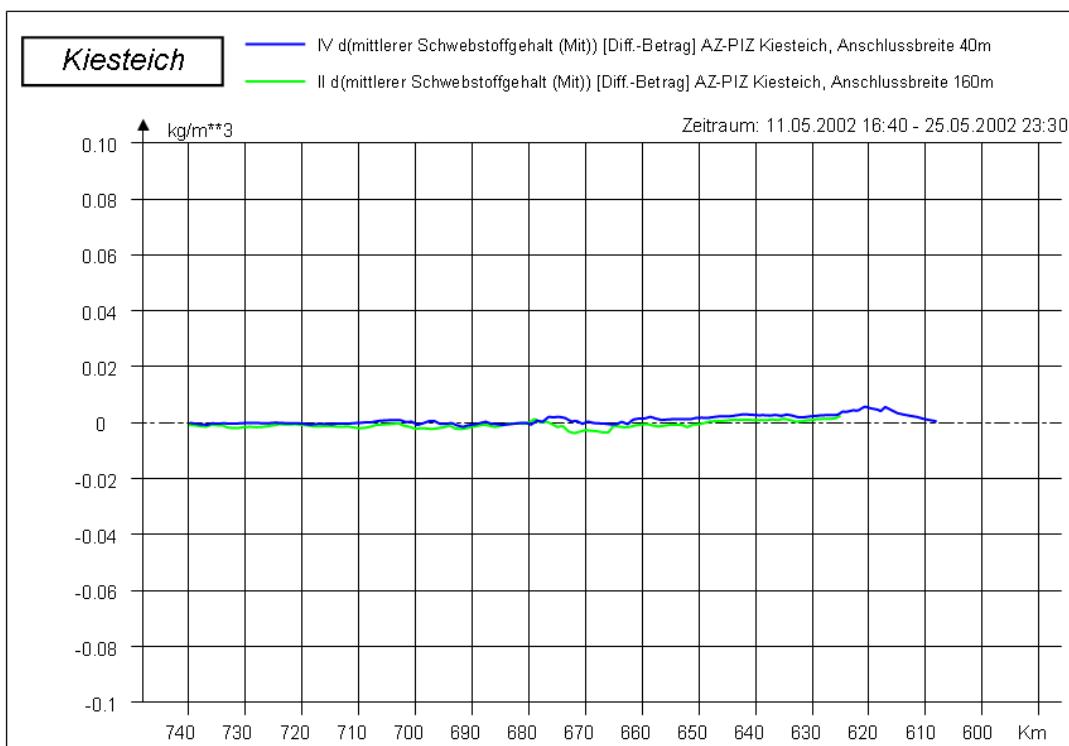


Bild 8.18 Differenz des mittleren Schwebstoffgehalts (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.17) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

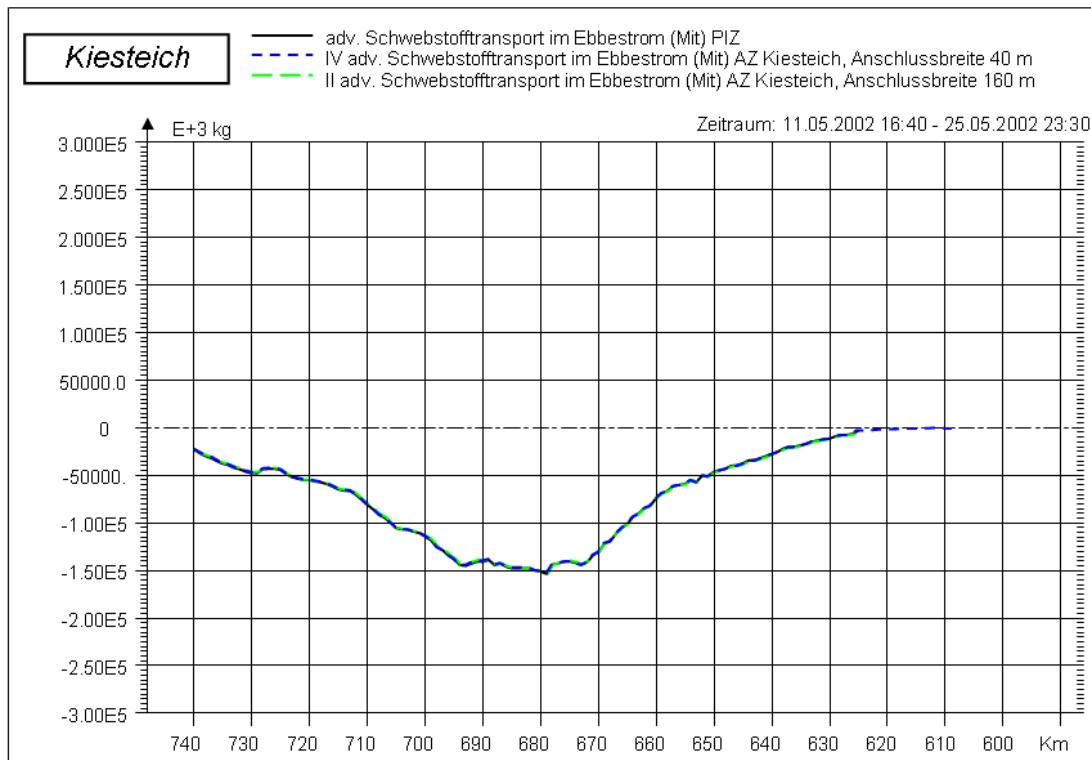


Bild 8.19 Advektiver Schwebstofftransport durch den Ebbstrom im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 für die Maßnahme Kiesteich

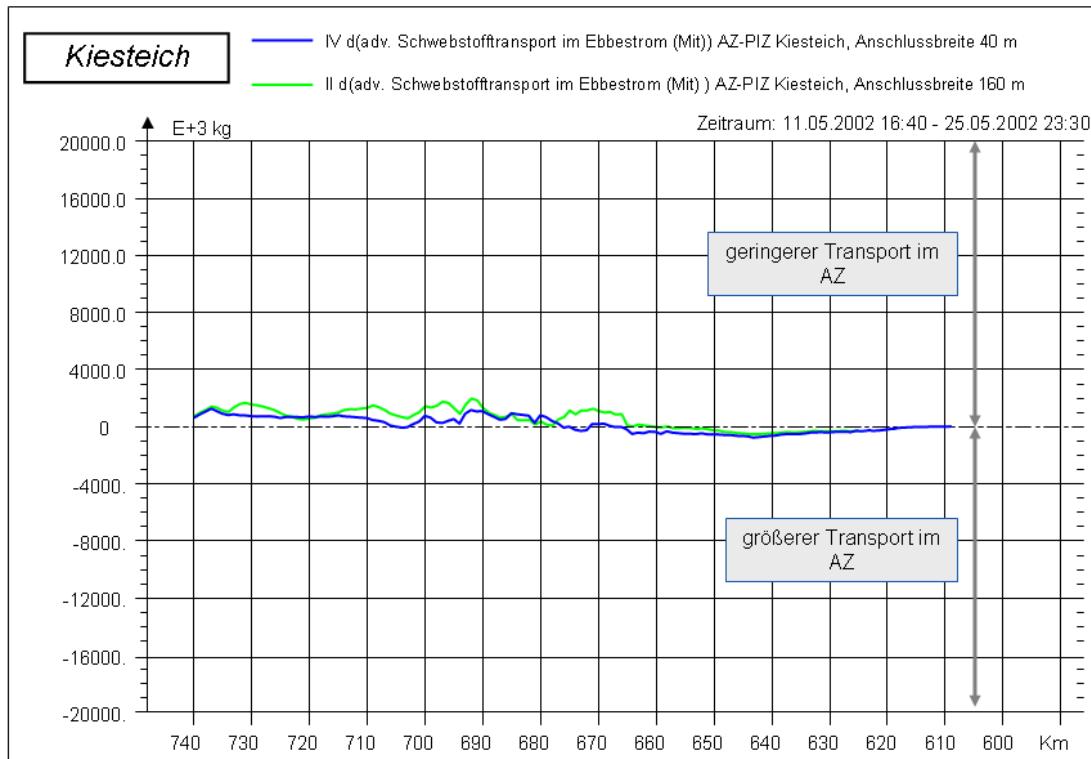


Bild 8.20 Differenz des advektiven Schwebstofftransports durch den Ebbstrom (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.19) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

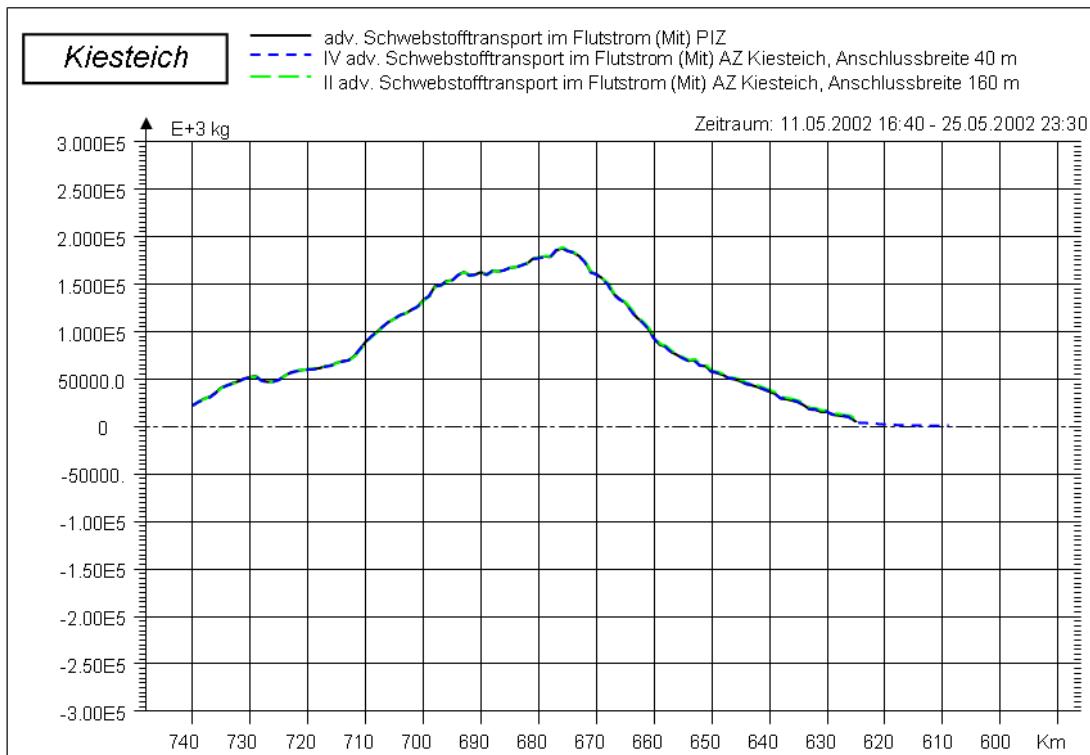


Bild 8.21 Advektiver Schwebstofftransport durch den Flutstrom im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 für die Maßnahme Kiesteich

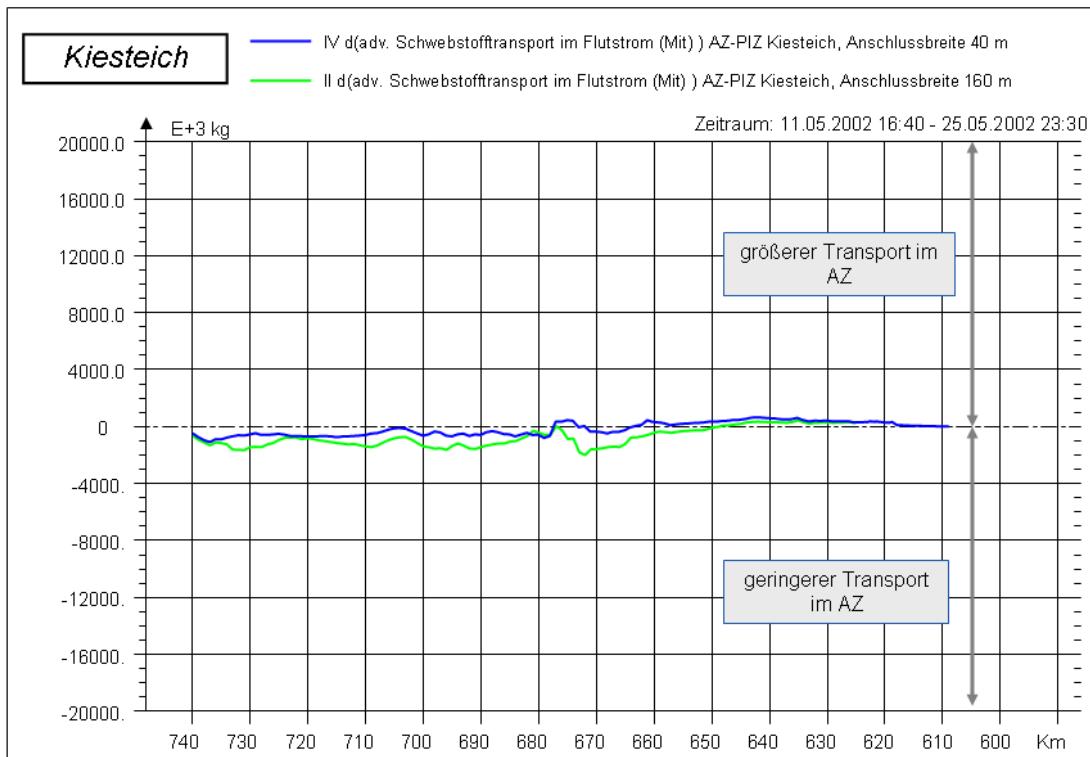


Bild 8.22 Differenz des advektiven Schwebstofftransports durch den Flutstrom (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.21) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

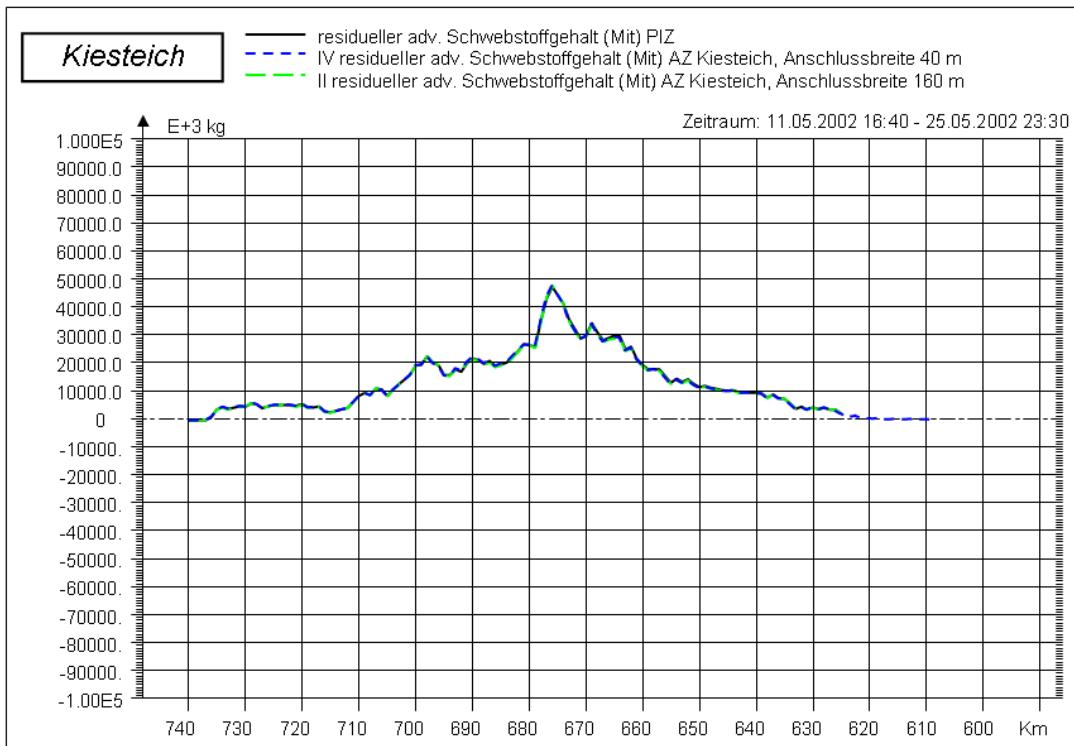


Bild 8.23 Residueller advektiver Schwebstofftransport im Referenzzustand (PIZ) und den Ausbauvarianten (AZ) 2 und 4 für die Maßnahme Kiesteich

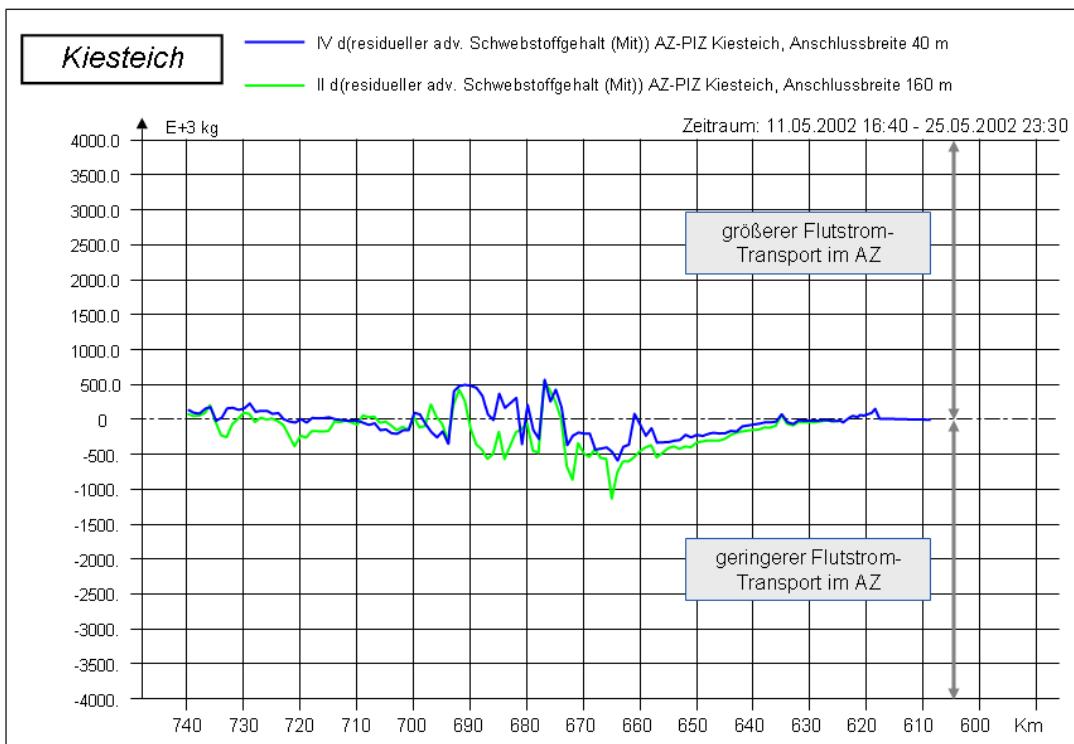


Bild 8.24 Differenz des residuellen advektiven Schwebstofftransports (AZ-PIZ, vgl. Bild 8.23) für die Ausbauvarianten 2 und 4 der Maßnahme Kiesteich

