

Bericht 2011



- Abschlussbericht -



Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
Moorweidenstraße 14 · 20148 Hamburg



Hamburg Port Authority
Neuer Wandrahm 4 · 20457 Hamburg

In Zusammenarbeit mit den Fachabteilungen der Institutionen:



**WSA Hamburg
WSA Cuxhaven
WSA Lauenburg**



Hamburg Port Authority



**Bundesanstalt für Wasserbau
Dienststelle Hamburg**



**Bundesanstalt für
Gewässerkunde Koblenz**

Impressum

Bericht 2011 (Abschlussbericht)

© Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, 2012

Für weitergehende Informationen stehen zur Verfügung:

Für den Träger des Vorhabens bezogen auf die WSV-Strecke:

Herr Neumann, WSA Hamburg, ☎ 040/44110-420, Email: lothar.neumann@wsv.bund.de

Für den Träger des Vorhabens bezogen auf die Delegationsstrecke im Hamburger Staatsgebiet:

Frau Schmidt, HPA, ☎ 040/42847-2463, Email: maja.schmidt@hpa.hamburg.de

Inhalt

	Abbildungsverzeichnis	iv
	Tabellenverzeichnis	viii
	Vorwort	1
I	ZUSAMMENFASSUNG	3
I.1	Ergebnisse der BS-Untersuchungen	3
I.2	Durchgeführte Baumaßnahmen	5
I.2.1	Baumaßnahmen auf der Bundesstrecke	6
I.2.2	Baumaßnahmen auf der Delegationsstrecke.....	7
II	KONVENTIONEN.....	7
II.1.1	Abkürzungen	9
II.1.2	Untersuchungsgebiet der BS.....	12
II.1.3	Zugriffsmöglichkeit auf die Daten und Ergebnisse der BS-Messungen	12
III	KURZBESCHREIBUNG UND BEWERTUNG DER AUSBAUBEDINGTEN WIRKUNGEN DER FAHRRINNENANPASSUNG 1999/2000	13
III.1	Ausbaubedingte Wirkungen auf die Wasserstände	13
III.1.1	Ziel und Umfang der Wasserstandsuntersuchungen.....	13
III.1.2	Mittlere Scheitelwasserstände der Elbe.....	15
III.1.3	Auswirkungen auf Sturmflutwasserstände der Elbe	20
III.1.3.1	Eintrittshäufigkeiten von Sturmflutwasserständen nach DIN 4049 an der Elbe	20
III.1.3.2	Ermittlung ausbaubedingter Änderungen von Stauwerten nach NIEMEYER [1997] an der Elbe	24
III.1.4	Wasserstandsentwicklung in den Nebenflüssen.....	25
III.1.4.1	Auswertung der Wasserstände in den Nebenflüssen nach dem Niemeyer '95 Verfahren.....	26
III.1.4.1.1	Oste.....	27
III.1.4.1.2	Ilmenau.....	29
III.1.4.1.3	Este	30
III.1.4.1.4	Lühe.....	30
III.2	Ausbaubedingte Wirkungen auf Strömungen und Durchflüsse	31
III.2.1	Strömungsmessungen in der Hauptelbe.....	31
III.2.1.1	Dauermessungen	32
III.2.1.2	Querprofilmessungen	37
III.2.2	Strömungsmessungen in Nebenelben.....	38
III.2.3	Strömungsmessungen in den Nebenflüssen	38
III.2.4	Durchflüsse.....	38
III.2.4.1	Oberwasserabfluss bei Neu Darchau	38
III.2.4.2	Durchflüsse Hauptelbe (LZ1, D1 bis D4) und Nebenelben	39
III.3	Ausbaubedingte Wirkungen auf die Leitfähigkeit (Salzgehalt)	40
III.3.1	Dauermessungen der Leitfähigkeit	42
III.3.2	Einzelmessungen des Chloridgehalts (Schöpfproben)	43
III.4	Ausbaubedingte Wirkungen auf die Sauerstoffverteilung auf Basis der Daten der ARGE Elbe	44
III.4.1	Entwicklung der Sauerstoffgehalte	45

III.4.2	Sauerstoffgehalte in der Hahnöfer Nebelbe	48
III.5	Ausbaubedingte Wirkungen auf die Topografie	49
III.5.1	Entwicklung der Verteilungen der topografischen Einheiten in den UG 1 bis 7 (Geesthacht bis See)	51
III.5.1.1	Untersuchungsgebiet 1 (Geesthacht bis Bunthaus).....	54
III.5.1.2	Untersuchungsgebiet 2 (Bunthaus bis Hamburg-Nienstedten)	54
III.5.1.3	Untersuchungsgebiet 3 (Hamburg-Nienstedten bis Hetlingen)	55
III.5.1.4	Untersuchungsgebiet 4 (Hetlingen bis Stör).....	56
III.5.1.5	Untersuchungsgebiet 5 (Stör bis Ostemündung)	57
III.5.1.6	Untersuchungsgebiet 6 (Ostemündung bis Cuxhaven).....	58
III.5.1.7	Untersuchungsgebiet 7 (Cuxhaven bis See).....	58
III.5.2	Baggergutablagerungsflächen (BAF).....	59
III.5.3	Hafenbereiche.....	59
III.5.4	Nebelbeben (NE)	60
III.5.5	Schichtenuntersuchungen.....	60
III.5.6	Nebenflüsse	76
III.5.6.1	Nebenflüsse auf der niedersächsischen Elbseite.....	76
III.5.6.1.1	Ilmenau	77
III.5.6.1.2	Este.....	80
III.5.6.1.3	Lühe.....	84
III.5.6.1.4	Schwinge	86
III.5.6.1.5	Bützflether Süderelbe	91
III.5.6.1.6	Barnkruger Loch	93
III.5.6.1.7	Gauensieker Schleusenfleth	95
III.5.6.1.8	Ruthenstrom	98
III.5.6.1.9	Wischhafener Süderelbe.....	101
III.5.6.1.10	Freiburger Hafenpriel	108
III.5.6.1.11	Oste	111
III.6	Ausbaubedingte Wirkungen auf die terrestrischen Biotope.....	115
IV	ABGESCHLOSSENE UNTERSUCHUNGEN DER VORJAHRE	115
V	STAND DER UMSETZUNG DER KOMPENSATIONSMAßNAHMEN UND STAND DER ERFOLGSKONTROLLEN	116
V.1	Kompensationsmaßnahmen	116
V.2	Erfolgskontrollen	119
V.2.1	Aquatische Ausgleichsmaßnahme.....	119
V.2.1.1	Chronologie der Untersuchungen zur Kompensationsmaßnahme Ausgleichsrinne Hahnöfer NE / Mühlenberger Loch	120
VI	CHRONOLOGIE DER BEARBEITUNG DER BEWEISSICHERUNGSTHEMEN	123
VI.1	Messprogramm	124
VI.2	Auswertemethoden.....	126
VI.3	Aufgegebene und nicht begonnene Messungen	127
VI.4	Berichtswesen.....	128
VII	INHALTE DER BEILIEGENDEN DVD-1 UND DVD-2	128

VII.1	Hinweise zur Nutzung der DVD	129
VIII	LITERATUR	130
IX	AUSBLICK	131

Abbildungsverzeichnis

Abb. I.2-1:	Vertiefungsmaß der Fahrrinne im Längsschnitt	5
Abb. I.2-2:	Bereiche der Elbe, in denen vertieft und verbreitert wurde	6
Abb. II.2-1:	„KN-Treppe“ und Beziehungen zwischen KN, PN und NN, wie sie in der Beweissicherung bis zu deren Abschluss verwendet werden	9
Abb. II.1.2-1:	Grobe Übersicht über das Untersuchungsgebiet der Beweissicherung mit den Grenzen der Zuständigkeitsbereiche der beteiligten Ämter.	12
Abb. III.1.1-1:	Ausgewählte Tidepegel im Untersuchungsgebiet (rote Markierungen)	14
Abb. III.1.2-1:	Entwicklung der Wasserstände am Pegel Helgoland (wasserwirtschaftliches Jahresmittel)	16
Abb. III.1.2-2:	Entwicklung der Wasserstände am Pegel St. Pauli.....	17
Abb. III.1.2-3:	Scatterdiagramm „errechnet und gemessen“ für die Tnw-Werte am Pegel Bunthaus	18
Abb. III.1.2-4:	Ganglinie der Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Tnw-Monatsmittelwerten am Pegel Bunthaus.....	19
Abb. III.1.2-5:	Ergebnisse des NIEMEYER Verfahren für den Regressionszeitraum 11/96-10/99	20
Abb. III.1.3.1-1:	Anzahl „leichter“ Sturmfluten nach DIN 4049 (Basis: Zeitreihe 1956/95) an den Pegeln Helgoland, Cuxhaven, Brunsbüttel, Kollmar, Schulau, St.Pauli und Zollenspieker seit 1996.....	22
Abb. III.1.3.2-1:	Beziehung zwischen dem Stau am Pegel Cuxhaven und St.Pauli vor und nach dem Ausbau.....	25
Abb. III.1.4.1.1-1:	Ergebnisse Thw Hechthausen	28
Abb. III.1.4.1.1-2:	Ergebnisse Tnw Hechthausen	28
Abb. III.1.4.1.2-1:	Ergebnisse Thw Fahrenholz	29
Abb. III.1.4.1.2-2:	Ergebnisse Tnw Fahrenholz	30
Abb. III.2.1-1:	Dauerströmungsmessstationen (Übersicht).....	32
Abb. III.2.1.1-1:	Zeitreihe der mittleren Geschwindigkeit v_{MW} je Halbtide für die Station D2 (1998-2010)	33
Abb. III.2.4.1-1:	Oberwassermengen bei Neu Darchau (01/1977 bis 07/2011)	39
Abb. III.3 -1:	Messpositionen der Leitfähigkeits- und Salzgehaltsmessungen	41
Abb. III.3.1-1:	Entwicklung des Salzgehaltes an der „Alten Liebe“, Cuxhaven seit 1977 (grauer Balken = ca. Bauphase).....	42
Abb. III.3.2-1:	Entwicklung des Chloridgehaltes am Pegel Krautsand seit 1977 (Bauphase = grauer Balken).....	43
Abb. III.3.2-2:	Entwicklung des Chloridgehaltes am Stör-Sperrwerk seit 1977 (Bauphase = grauer Balken).....	44
Abb. III.4.1-1:	Sommermittelwerte des Sauerstoffgehaltes im Hauptstrom der Tideelbe (km 586 - 757) in den Jahren 1990 – 2010 (Bauphase 1.1.98-31.12.99).....	46
Abb. III.4.1-2:	Chlorophyllkonzentration in der Elbe in Schnackenburg (km 474) im Zeitraum von 1993 bis 2009	47
Abb. III.4.1-3:	Längsprofile des Sauerstoffgehaltes in der Tideelbe im Juli bzw. August der Jahre 1996 bis 2010 (auf Basis der monatlichen ARGE-Elbe-Hubschrauberbefliegungen)	48
Abb. III.4.2-1:	Sauerstoffgehalte in der Hahnöfer Nebelbe und im Hauptstrom der Tideelbe (km 641) von 1996 bis 2010 (auf Basis der monatlichen ARGE-Elbe-Hubschrauberbefliegungen). Bauphase (grauer Balken): 1.1.1998 bis 31.12.1999.....	49
Abb. III.5.1-1:	Einzeluntersuchungsgebiete (UG) und Amtsbereiche des Gesamtgebietes der Beweissicherung.....	53
Abb. III.5.1.1-1	Verteilungen der Flächenanteile im UG 1 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010.....	54
Abb. III.5.1.2-1:	Verteilungen der Flächenanteile im UG 2 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010.....	55
Abb. III.5.1.3-1:	Verteilungen der Flächenanteile im UG 3 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010.....	56
Abb. III.5.1.4-1:	Verteilungen der Flächenanteile im UG 4 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010.....	57
Abb. III.5.1.5-1:	Verteilungen der Flächenanteile im UG 5 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010.....	57
Abb. III.5.1.6-1:	Verteilungen der Flächenanteile im UG 6 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010.....	58
Abb. III.5.1.7-1:	Verteilungen der Flächenanteile im UG 7 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010.....	59

Abb. III.5.5-1:	Unterteilung des UG in Teilbereiche (Sockelstabilität = Abschnitt 1-8, Rampenstabilität = Abschnitt 9-12).....	61
Abb. III.5.5-2:	Unterteilung des Wasser- und Erdkörpers in 1m-Schichten.....	61
Abb. III.5.5-3:	Volumenanteil der 1m-Schichten am Gesamtvolumen (Volumenanteil von mehr als 1% = grün, weniger als 1% = rot).....	62
Abb. III.5.5-4:	Prozentuale Abnahme des Bodenvolumens je Abschnitt und Schicht bei Überschreitung des Schwellenwertes von 15% (Referenzzustand: Z1-Modelltopographie).....	64
Abb. III.5.5-5:	Prozentuale Abnahme des Bodenvolumens je Abschnitt und Schicht bei Überschreitung des Schwellenwertes von 15% (Referenzzustand: Ausbauzustand 1. Halbjahr 2001).	66
Abb. III.5.5-6:	Entwicklung der Teilvolumen in Abschnitt 3 (Elbe-km 660 - 676).....	68
Abb. III.5.5-7:	Entwicklung des Gesamtvolumens/km im Abschnitt 3 (Elbe-km 660 -676).....	69
Abb. III.5.5-8:	Entwicklung der Teilvolumenänderungen gegenüber der Z1-Modelltopografie im Abschnitt 3	69
Abb. III.5.5-9:	Differenzplan der Topografien von 2001 und 2010 im Abschnitt 3.....	71
Abb. III.5.5-10:	Entwicklung der Teilvolumen in Abschnitt 4 (Elbe-km 676-688).....	72
Abb. III.5.5-11:	Entwicklung des Gesamtvolumens/km im Abschnitt 4 (Elbe-km 676-688).....	73
Abb. III.5.5-12:	Entwicklung der Teilvolumenänderungen gegenüber der Z1-Modelltopografie im Abschnitt 4	73
Abb. III.5.5-13:	Entwicklung der Teilvolumen in Abschnitt 8 (Elbe-km 708 - 717).....	74
Abb. III.5.5-14:	Entwicklung des Gesamtvolumens/km im Abschnitt 8 (Elbe-km 608 - 717).....	75
Abb. III.5.6.1-1:	Übersicht der Nebenflüsse der Tideelbe auf der niedersächsischen Elbseite, die im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von 1999 untersucht wurden.....	76
Abb. III.5.6.1.1-1:	Übersicht der in der Ilmenau gemessenen Querprofile.	78
Abb. III.5.6.1.1-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre der Ilmenau; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.	79
Abb. III.5.6.1.1-3:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Ilmenau in Bezug zum Zustand 1994.	79
Abb. III.5.6.1.1-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Ilmenau.	80
Abb. III.5.6.1.2-1:	Übersicht der in der Este gemessenen Querprofile.....	81
Abb. III.5.6.1.2-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre der Este; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.....	81
Abb. III.5.6.1.2-3:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Este in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).....	82
Abb. III.5.6.1.2-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Este. (Profil bei km 5.220 in 2008 bis 2010 nicht ausgewertet –Spundwand -).....	83
Abb. III.5.6.1.3-1:	Übersicht der in der Lühe gemessenen Querprofile.....	84
Abb. III.5.6.1.3-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre der Lühe; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.....	85
Abb. III.5.6.1.3-3:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Lühe in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).....	85
Abb. III.5.6.1.3-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Lühe.	86
Abb. III.5.6.1.4-1:	Übersicht der in der Schwinge gemessenen Querprofile.	87
Abb. III.5.6.1.4-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre der Schwinge (Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten).....	87
Abb. III.5.6.1.4-3:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Schwinge in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).....	88
Abb. III.5.6.1.4-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Schwinge für die Kilometer 0,597 bis 2,353 (Grauer Balken = Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe: 1999 bis 2000)....	88
Abb. III.5.6.1.4-5:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Schwinge für die Kilometer 2,815 bis 4,432 353 (Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe: 1999 bis 2000).....	89
Abb. III.5.6.1.4-6:	Querprofil Schwinge-km 1.013, Darstellung aller verfügbaren Messungen (5-fach überhöht).....	89
Abb. III.5.6.1.4-7:	Querprofil Schwinge km 2.017, Darstellung aller verfügbaren Messungen (5-fach überhöht).....	90

Abb. III.5.6.1.4-8:	Querprofil Schwinde km 4.432, Darstellung aller verfügbaren Messungen (5-fach überhöht).....	90
Abb. III.5.6.1.5-1:	Übersicht der in der der Bützflether Süderelbe gemessenen Querprofile.....	91
Abb. III.5.6.1.5-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre der Bützflether Süderelbe; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.....	92
Abb. III.5.6.1.5-3:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Bützflether Süderelbe für die BWaStr-km 1,562 bis 2,407.(Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe 01.01.1998 - 31.12.2000).....	92
Abb. III.5.6.1.5-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Bützflether Süderelbe für die BWaStr-km 2,473 bis 3,189. (Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe 01.01.1998 - 31.12.2000).....	93
Abb. III.5.6.1.6-1:	Übersichtskarte des Barnkruger Loch mit den gemessenen Querprofilen.....	93
Abb. III.5.6.1.6-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre des Barnkruger Lochs; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.....	94
Abb. III.5.6.1.6-3:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Barnkruger Loch (Bauphase 01.01.1998 - 31.12.2000).....	94
Abb. III.5.6.1.7-1:	Übersichtskarte des Gauensieker Schleusenfleth mit den gemessenen Querprofilen.....	95
Abb. III.5.6.1.7-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre des Gauensieker Schleusenfleths ; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.....	96
Abb. III.5.6.1.7-3:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen des Gauensieker Schleusenfleth in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).....	96
Abb. III.5.6.1.7-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Gauensieker Schleusenfleth (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000).....	97
Abb. III.5.6.1.8-1:	Übersicht der im Ruthenstrom gemessenen Querprofile.....	98
Abb. III.5.6.1.8-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre des Ruthenstroms; Datengrundlage ist die jeweils tiefste Stelle in den gepeilten Querschnitten.....	99
Abb. III.5.6.1.8-3:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen des Ruthenstroms in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).....	100
Abb. III.5.6.1.8-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Ruthenstroms.....	100
Abb. III.5.6.1.9-1	Übersicht der in der Wischhafener Süderelbe gemessenen Querprofile mit Angaben der Bundeswasserstraßenkilometer und Landeskilometern (LK).....	101
Abb. III.5.6.1.9-2:	Längsschnitte von 1932 bis 2010 in der Wischhafener Süderelbe auf LK 5 bis LK 10; Datengrundlage ist die jeweils tiefste Stelle in den gepeilten Querschnitten; Daten des WSA und des NLWKN.....	102
Abb. III.5.6.1.9-3:	Luftbild des Mündungsbereichs der Wischhafener Süderelbe zwischen Hafen Wischhafen und der Elbe (2010).....	103
Abb. III.5.6.1.9-4:	Zusammenfassung der Entwicklung der Querschnittsflächen auf den Landeskilometern (L_Km) 5 - 10 der Wischhafener Süderelbe von 1984 – 2010 (unter MThw = NHN +1,57m und z. T. bis 1993 unter MTHW = NHN +1.59m); Daten des WSA und des NLWKN.....	104
Abb. III.5.6.1.9-5:	Entwicklung der Querprofile der Landeskilometer 5-10 der Wischhafener Süderelbe von 1984 – 2010.....	105
Abb. III.5.6.1.9-6:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen bezogen auf den Ist-Zustand vor der Fahrrinnenanpassung 1999/2000.....	106
Abb. III.5.6.1.9-7:	Entwicklung der Querprofile auf Landeskilometer 8 der Wischhafener Süderelbe von 1990 – 2010.....	106
Abb. III.5.6.1.9-8:	Zusammenfassung der Entwicklung der Querschnittsflächen auf den Landeskilometern (L_Km) 5 - 10 der Wischhafener Süderelbe von 1984 – 2010 (unter NHN +0,00m); Daten des WSA und des NLWKN.....	107
Abb. III.5.6.1.10-1:	Übersichtskarte des Freiburger Hafenpriels mit den gemessenen Querprofilen.....	109
Abb. III.5.6.1.10-2:	Längsschnitte verschiedener Jahre vom Freiburger Hafenpriel; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.....	109
Abb. III.5.6.1.10-3:	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).....	110
Abb. III.5.6.1.10-4:	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Freiburger Hafenpriels (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000).....	110

Abb. III.5.6.1.11-1:	Übersichtskarte der Oste mit den gemessenen Querprofilen.....	111
Abb. III.5.6.1.11-2	Längsschnitte verschiedener Jahre in der Oste; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten	112
Abb. III.5.6.1.11-3	Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste in Bezug zum Zustand 1999 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).....	112
Abb. III.5.6.1.11-4	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste, Fluss-Km 9,984 bis 34,948 (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000)	113
Abb. III.5.6.1.11-5	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste, Fluss-Km 44,961 bis 62,887 (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000)	113
Abb. III.5.6.1.11-6	Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste, Fluss-Km 63,886 bis 69,391 (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000)	114
Abb. V.1-1:	Kompensationsgebiete zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt	118

Tabellenverzeichnis

Tab. I-1:	Zusammenfassung der Beweissicherungsuntersuchungen, die in der vorliegenden Berichtsfassung beschrieben werden.	3
Tab. I.1.1-1:	Stand der Baumaßnahmen auf der Bundesstrecke	7
Tab. III.1.3.1-1:	Eintrittshäufigkeiten von Sturmflutwasserständen nach DIN 4049 (Basis: Jahresreihe 1956 bis 1995) für die Pegel Helgoland, Cuxhaven, Brunsbüttel, Kollmar, Schulau, St.Pauli und Zollenspieker ab 1996; bezogen auf wasserwirtschaftliche Jahre	23
Tab. III.1.4-1:	UVU-Prognose der ausbaubedingten Veränderungen der Tidewasserstände in den Elbenebenflüssen.....	26
Tab. III.1.4.1-1	Zusammenfassung der Ergebnisse der Nebenflussauswertungen	26
Tab. III.2.1.1-1a:	Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen LZ4, LZ4b und LZ5.....	34
Tab. III.2.1.1-1b:	Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen LZ1, LZ2 und LZ3.....	34
Tab. III.2.1.1-1c:	Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen D1, D2, D3 und D4	35
Tab. III.2.1.1-1d:	Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen Bunthaus Nord, Süd und Nienstedten / Teufelsbrück/	36
Tab. III.3-1:	Messungen von Leitfähigkeit und Salzgehalt bis Ende 2010.	41
Tab. III.4.1-1:	Vergleich der Sommermittelwerte (Mai – September) des Sauerstoffgehalts in den einzelnen UG. Die Werte basieren auf den Messungen im Hauptstrom der Tideelbe während der Längsprofilbeprobungen der ARGE-Elbe 1990-2010.....	46
Tab. III.5.1-1:	Untersuchungsabschnitte (UG) der UVU zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe.....	51
Tab. III.5.1-2:	Schwankungsbreiten der verschiedenen topographischen Einheiten für die UG im Vergleich der jährlichen Untersuchungen 2000 bis 2010 zu denen der Untersuchungen im 2., 6. und 10. Jahr nach Ausbau.....	53
Tab. V.1-1:	Übersicht zum Stand der Kompensationsmaßnahmen	116
Tab. V.2.1.1-1:	Chronologie des Abstimmungsprozesses zur Kompensationsmaßnahme „Ausgleichsrinne Hahnöfer Nebenelbe / Mühlenberger Loch“.....	120
Tab. VI-1:	Liste der Sitzungen im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit an der Beweissicherung.....	123
Tab. VI.1-1:	Änderungen des Mess- und Untersuchungsprogramms in Abstimmung mit den Ländern.	124
Tab. VI.2-1:	Änderungen der Auswertemethoden in Abstimmung mit den Ländern	126
Tab. VI.3-1:	Aufgegebene und nicht begonnene Beweissicherungsmessungen (sortiert nach Termin)	127
Tab. VII-1:	Inhalt der zum Beweissicherungsbericht gehörenden DVD-1	128
Tab. VII-2:	Inhalt der zum Beweissicherungsbericht gehörenden DVD-2	129

Vorwort

Die Maßnahme „Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt“ betrifft zwei Planungs- und Genehmigungsverfahren. Der weitaus größte Teil der Tideelbe zwischen dem Wehr Geesthacht und der Elbmündung, der sowohl im Zuge der Maßnahmenplanung zu untersuchen war, als auch jetzt im Rahmen der BS zu betrachten ist, fällt in den Zuständigkeitsbereich der WSV. Beteiligt sind hier die WSÄ Cuxhaven, Hamburg und Lauenburg. Der Ausbau und die Unterhaltung der Elbe auf hamburgischem Staatsgebiet wurden an HH delegiert. Zuständig ist heute die HPA als Nachfolgerin des Amtes Strom- und Hafengebäude. Die Zuständigkeitsgrenzen der Ämter und der HPA zeigt Abbildung II.1.2-1.

Es gibt für die Maßnahme „Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt“ zwei PF-Beschlüsse: den der WSD-N, vom 22.02.1999 und den, nur die Delegationsstrecke betreffenden, der PFB des ehemaligen Amtes Strom- und Hafengebäude in Hamburg vom 04.02.1999. Beide Beschlüsse enthalten zahlreiche Auflagen zur BS, die aber weitestgehend gleichlautend sind. Aus diesem Grund wird von dem zuständigen Amt, dem WSA Hamburg und der HPA ein gemeinsamer Bericht mit den Ergebnissen der BS-Untersuchungen vorgelegt. Der Bericht beschreibt die Ergebnisse auf der Grundlage von Daten, die bis Ende 2010 erhoben wurden. Die Grundlagen dazu, wie z.B. Analysen und Ganglinien, sind auf den beiliegenden DVDs zusammengestellt. Aktuelle und ausgewertete Messdaten der BS sind im Internet über die Webseiten (<http://www.portal-tideelbe.de>) des Zentralen Datenmanagements (ZDM) verfügbar und downloadfähig.

Die Ziele der BS der Baumaßnahme „Anpassung der Fahrrinnen der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt“ wurden in den Anordnungen des PF-Beschlusses in Abschnitt II.3.1.1 festgelegt. Dort heißt es:

„Die Beweissicherung dient dazu, die maßnahmenbedingten Abweichungen von dem in der UVU festgelegten Eingriffsumfang zu ermitteln. Die Beweissicherung bildet somit die Grundlage für eine ggf. erforderlich werdende weitere Kompensation, die über den in diesem Beschluss gesetzten Rahmen hinausgeht.“

Die Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe wurde durch die PFB der WSD-N vom 22.02.1999 sowie des Amtes Strom- und Hafengebäude vom 04.02.1999 planfestgestellt. Grundlage für die Genehmigung der Maßnahme waren u. a. die Ergebnisse einer UVU, in der die erwarteten Wirkungen des Fahrrinnenausbaus auf die Schutzgüter so beschrieben wurden, wie sie im UVPG aufgeführt sind. Die prognostizierten Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung bildeten die Basis für die Ermittlung des Eingriffsumfangs und der Bestimmung des zur Kompensation der Ausbaufolgen notwendigen Ausmaßes von ökologischen A+E Maßnahmen. Obwohl die Folgewirkungen des Fahrrinnenausbaus in der UVU eingehend und auf Grundlage des bis 1998 verfügbaren Wissens von einem interdisziplinären Gutachterteam ermittelt wurden, blieb, angesichts der vielfältigen Wechselwirkungen zwischen biotischen und abiotischen Parametern im komplexen Ökosystem der Unter- und Außenelbe, bezüglich des exakten Ausmaßes der Auswirkungen, eine unvermeidbare Restunsicherheit. Diesem Umstand wurde in der UVU dadurch Rechnung getragen, dass bei der Ermittlung des Eingriffsumfangs grundsätzlich von „auf der sicheren Seite liegenden“ worst-case-Prognosen ausgegangen wurde. Das in den PF-Beschlüssen angeordnete BS-Programm dient nun dazu, mögliche maßnahmenbedingte Überschreitungen des festgestellten Eingriffsumfangs zu ermitteln.

Die in den PF-Beschlüssen enthaltenen Auflagen zur BS betreffen abiotische Parameter wie z. B. die Wasserstände, Strömungen, terrestrische und die aquatische Topografien sowie Wassergüteparameter (Schwebstoffe, Sedimente, Sauerstoff), als auch biotische Parameter, die sich auf die terrestrische und aquatische Flora und Fauna des Untersuchungsgebietes beziehen, wie z. B. das Makrozoobenthos und die Ufervegetation. Die zu betrachtenden Parameter reagieren unterschiedlich schnell auf Veränderungen. Damit auch mögliche Langzeitfolgen des Fahrrinnenausbaus erfasst und dokumentiert werden können, wurde von der PFB für die BS ein Zeitraum von 10 Jahren für die

Untersuchung der Topographieentwicklung und von 15 Jahren für die Entwicklung der hydrologischen Parameter angeordnet.

Ein Großteil der im Zuge der BS vorzunehmenden Untersuchungen betrifft das gesamte Untersuchungsgebiet der UVU, wie es im Abschnitt II.1.2 beschrieben wird. Unabdingbare Voraussetzung für die Erfassung möglicher Veränderungen der Umwelt ist aber zum Vergleich in jedem Fall eine umfassende und detaillierte Aufnahme des Ist-Zustands (Zustand der Parameter unmittelbar vor der Baumaßnahme) erforderlich. Zum Teil konnte diesbezüglich auf die im Rahmen der UVU in den Jahren 1992 bis 1998 erhobenen Umweltdaten zurückgegriffen werden, zum Teil mussten aber auch umfangreiche neue Erhebungen verschiedener Parameter vorgenommen werden und letztlich existieren überhaupt keine Ist-Zustandsdaten, so dass die BS hierfür lediglich die Entwicklungen und ggf. Trends nach dem Ausbau beschreiben kann. Die Berücksichtigung von Trends vor dem Ausbau (auch dynamischer Ist-Zustand genannt) als Vergleich für die Entwicklung der BS-Parameter, wurde in der Regel nicht vorgenommen.

Die BS legt ihren Schwerpunkt auf solche Parameter, die am Beginn einer Wirkungskette stehen und einen möglichst direkten Bezug zu den unmittelbaren Eingriffsfolgen aufweisen. Die wichtigsten dieser sogenannten „Primärparameter“ sind die Wasserstände und die Topografie, die somit eine wichtige Grundlage für die BS bilden. Aus diesem Grunde wurden daher auch nur für diese beiden Parameter in den PF-Beschlüssen „Schwellenwerte“ definiert:

- In Bezug auf die Tidewasserstände wurde diesbezüglich, anhand eines in den Beschlüssen festgelegten statistischen Rechenverfahrens, die Ermittlung der ausbaubedingten Wasserstandsänderungen aus den gemessenen Wasserstandsdaten vorgenommen. Weiterhin wurde die langzeitstatistische Entwicklung der Tidekennwerte untersucht. Sollte an einem oder mehreren Pegeln der jeweils im PF-Beschluss genannte Schwellenwert überschritten werden, sind vom Vorhabensträger Neuberechnungen in wasserwirtschaftlichen, naturschutzfachlichen und landeskulturellen Bereichen zu veranlassen und Folgewirkungen zeitnah zu kompensieren oder auszugleichen.
- Für den Parameter Topografie wurde als Schwellenwert eine ausbaubedingte Veränderung der Flächenverteilung von Watt, Flach- und Tiefwasser um jeweils > 10 % im Untersuchungsgebiet festgelegt. Hinsichtlich der Vorlandbereiche (MThw-Linie bis Deichoberkante) wurde die Veränderungsschwelle auf > 5 % festgelegt. Die Untersuchung der Veränderungen der Flächenverteilungen von Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser sollen gebietsorientiert in den sieben UG der UVU vorgenommen werden.

Der Ablauf der Beweissicherung wurde im PF-Beschluss vorgegeben. So hat der TdV den Einvernehmensbehörden jährlich über die gewonnenen Ergebnisse zu berichten und eine Datenbank mit den BS-Ergebnissen bereitzustellen, zu der diese Behörden einen ungehinderten Zugang haben sollen. Die diesbezüglichen Aktivitäten sind in Tabelle VI-1 zusammengestellt. Die auf den Sitzungen der BLAGBSEA einvernehmlich festgelegten Modifikationen am BS-Untersuchungs- und Auswerteprogramm sind in den Tabellen VI.1-1 und VI.2-1 ebenfalls beschrieben. Die Rollenverteilung in der BLAGBSEA bestand seit ihrer Einrichtung darin, dass die TdV die BS-Auflagen umzusetzen hatten, und die Vertreter der Einvernehmensbehörden dieses kontrollierten. Dabei stellte sich heraus, dass aufgrund der erforderlichen einvernehmlichen Entscheidungen das Gremium häufig nicht handlungsfähig war. Es wird daher vorgeschlagen, im Zuge neuer Beweissicherungen, bzw. Monitoringprogramme Mehrheitsentscheidungen in den Aufgabenbeschreibungen der jeweiligen Gremien festzuschreiben.

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben die Durchführung der Untersuchungen und die Ergebnisse des 10jährigen Untersuchungsprogramms (2000 – 2010) der BS. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der im PF-Beschluss angeordnete Untersuchungsumfang abgearbeitet wurde, soweit dies technisch möglich war. Die gemäß Beschluss noch ausstehenden Messungen bis zum Jahr 2015 werden umgesetzt. Zudem werden die Erfolgskontrollen, wie mit den Ländern vereinbart, fortgeführt.

I Zusammenfassung

In den Jahren 1997 bis 2000 wurde die Fahrrinne der Elbe den Containerschiffen der 4. Generation so angepasst, dass diese voll abgeladen den Hamburger Hafen mit Ausnutzung der Tide erreichen und von dort wieder nach See auslaufen können. Begleitend zu den Bauplanungen wurde im Rahmen einer UVU die Belastung für die Umwelt untersucht. Um festzustellen, dass die Prognosen der UVU die beschriebenen Auswirkungen nicht überschreiten, wurde von den PFB der WSD-Nord und der von HH ein Beweissicherungsprogramm angeordnet, welches im Vorwege des PF-Beschlusses von einer BLAGBSEA gemeinsam erarbeitet wurde.

Teil der Anordnungen ist die Dokumentation der BS-Ergebnisse in Form von Berichten und Datensammlungen, die bis 2005 in Form von umfangreichen jährlich erscheinenden Berichten, Kurzfassungen dazu und Datensammlungen auf Datenträgern sowie über das Internet erschienen. Zwischen der Einvernehmensbehörde Nds und der WSD-N wurde 2005 vereinbart, dass zur leichteren Bearbeitung in 2006 die BS-Ergebnisse nur in einer verkürzten Fassung vorgelegt werden sollten. 2011 wurde dann in einer BLAGBSEA-Sitzung festgelegt, dass der Bericht 2007 nur noch in einer verkürzten Fassung erscheinen soll und dass auf vollständige Fassungen generell verzichtet und der Bericht 2011 abschließend im Layout und Umfang des 2007er Berichtes als Abschlussbericht erscheinen soll.

I.1 Ergebnisse der BS-Untersuchungen

Eine Zusammenfassung der BS-Ergebnisse, wie sie im vorliegenden Bericht beschrieben werden, zeigt die nachfolgende Tabelle I-1.

Tab. I-1: Zusammenfassung der Beweissicherungsuntersuchungen, die in der vorliegenden Berichtsfassung beschrieben werden.

Parameter	Untersuchungszeitraum	Beurteilungen der TdV	Erläuterung
Topografie:			
Sockelstabilität und Schichtenuntersuchungen	1995 bis 2. Halbjahr 2010	Keine Gefährdung des Sockels	*) Anmerkung siehe unter der Tabelle
Schwellenwerte der Verteilung Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser	1995 - 2010	Die Schwellenwerte des PF-Beschlusses werden nicht überschritten	
Hydrologie:			
Tidewasserstände und Sturmfluten	1900 - 2010	Die Schwellenwerte der UVU-Prognose werden hinsichtlich der Niedrigwasserabsenkung an den Pegeln Cuxhaven, St. Pauli, Over und Zollenspieker geringfügig überschritten. Diese Überschreitungen werden jedoch als nicht ausbaubedingt eingestuft, da die Nachbarpegel keine Überschreitungen zeigen.	Eine Einigung mit der Einvernehmensbehörde in Nds auf einen Referenzzeitraum fand statt. Auswertungen entsprechend den Auflagen des Pf-Beschlusses wurden durchgeführt.
Strömungen	1997 - 2010	Keine nachweisbar ausbaubedingte Wirkung	Entwicklungen und Trends am Ort der Messdatenerhebungen sind erkennbar; jedoch ist keine Kausalität zu den Baumaßnahmen der Fahrrinnenanpassung ersichtlich.

Parameter	Untersuchungszeitraum	Beurteilungen der TdV	Erläuterung
Salzgehalt / Leitfähigkeit	1997 - 2010	Keine ausbaubedingte Wirkung erkennbar	
Terrestrische und aquatische Flora und Fauna:			
Tiere (u. a. Makrozoobenthos)	1998 - 2004	Die Prognosen der UVU wurden in den meisten Fällen nicht erreicht	
Pflanzen	1998 - 2004	Keine über die Prognosen hinausgehenden ausbaubedingten Wirkungen in der Gesamtbilanz	
Gewässergüte:			
Schwebstoffeinfluss der Verklappung auf das KKW Stade	November 1999	Keine nachweisbar ausbaubedingte Wirkung	
Wirkung der Ausbaubaggerei auf die Schwebstoffverteilung in der Umgebung von Häfen	November 1999	Keine nachweisbar ausbaubedingten negativen Wirkungen auf Häfen und Uferbereiche	
Wirkung der Ausbaubaggerei auf den Sauerstoff in der Umgebung	November 1999	Keine nachweisbar ausbaubedingte Wirkung	
Sauerstoff	1953 bzw. 1996 - 2010	Keine nachweisbar ausbaubedingte Veränderung	Zur abschließenden Feststellung ausbaubedingter Wirkungen wäre eine detaillierte Analyse, die auch die interannuellen Variabilitäten berücksichtigt, über einen längeren, von anderen Maßnahmen unbeeinflussten Zeitraum erforderlich. Generell wird der Parameter im PF-Beschluss als nicht beweissicherungsfähig eingestuft.
Sonstige Parameter:			
Laicherfolge in der Oste **)	1994 - 2005	Keine nachweisbar ausbaubedingte Veränderung	Ein Bezug der Entwicklung der Fangergebnisse zur Baumaßnahme ist nicht erkennbar. (Hauptbaumaßnahmen zur Fahrrinnenanpassung von 3/99 - 12/99, vorgezogene Teilmaßnahmen 12/97 - 8/98). Der Einbruch der Fangerlöse 97/98 korreliert zwar mit den vorgezogenen Teilmaßnahmen, jedoch ist eine Beziehung der Fangerlöse zu den Hauptbaggermaßnahmen in 1999 nicht zu erkennen, da diese bei einer Beeinflussung durch die Ausbaubaggerei erheblich geringer als im Vorjahr ausfallen müssten. Das Gegenteil war jedoch der Fall.

*) Im Vergleich zur Ausbautopografie des hydrodynamisch-numerischen Modells der BAW - DH, welches der UVU zugrunde lag und zur Topografie 2001 (1.Halbjahr) sind nur vereinzelt auftretende geringe Erosionen erkennbar. Ein Trend im Sinne einer Sockelerosion ist nicht gegeben.

**) Da mit zunehmendem zeitlichem Abstand zur Ausbaumaßnahme eine Kausalität zwischen Fangerlösen und Baumaßnahme immer unwahrscheinlicher wird, und da bislang eine solche - auch direkt im Anschluss an die Ausbauten - nicht zu erkennen gewesen ist, wurden die Untersuchungen 2005 eingestellt.

I.2 Durchgeführte Baumaßnahmen

Im Zuge der Baumaßnahmen 1997-2000 wurde die Fahrrinne der Elbe zwischen der Mündung bei km 748 und dem Hamburger Hafen für die Erfordernisse der Containerschifffahrt ausgebaut. Dabei wurden Fahrrinntiefen zwischen 14,40 m unter KN im zentralen Abschnitt der Unterelbe, dem sogenannten Sockelbereich, und 15,30 m, bzw. 15,20 m unter KN an den Enden der Ausbaustrecke hergestellt. Zusätzlich wurden erforderliche Fahrrinnenverbreiterungen vorgenommen. Das Fahrrinnenlängsprofil ermöglicht heute einen tideunabhängigen Schiffsverkehr mit maximal 12,50 m Tiefgang und einen tideabhängigen mit 13,50 m Tiefgang für von Hamburg auslaufende Schiffe (Angaben jeweils bezogen auf Salzwasser).

Abb. I.2-1: Vertiefungsmaß der Fahrrinne im Längsschnitt

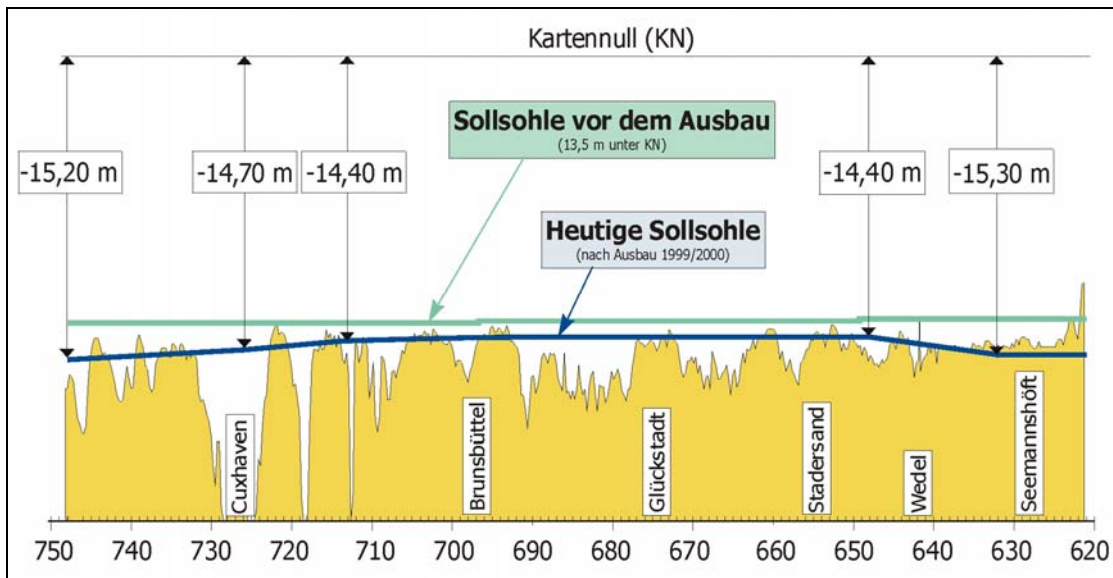
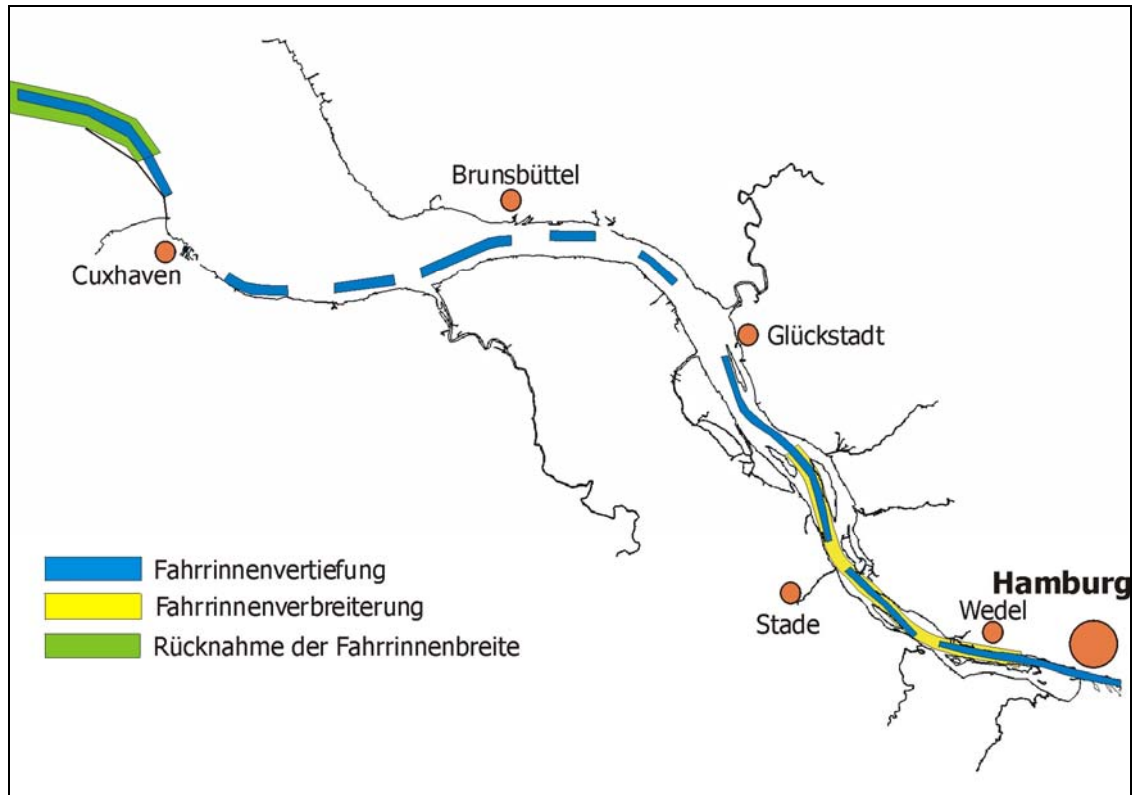


Abb. I.2-2: Bereiche der Elbe, in denen vertieft und verbreitert wurde



Zu unterscheiden ist grundsätzlich zwischen den vergleichsweise geringen Baggerarbeiten, die im Rahmen sogenannter vorgezogener Teilmaßnahmen ausschließlich im Bereich der Bundesstrecke durchgeführt wurden, und den Hauptarbeiten zur Fahrrinnenanpassung, mit denen nach dem Vorliegen der beiden PF-Beschlüsse begonnen wurde.

Es besteht ein zeitlicher Zusammenhang zwischen der Zunahme der Unterhaltungsbaggermengen im Hamburger Hafen und der Fahrrinnenanpassung. Ein mittelbarer Zusammenhang ist auf der Grundlage der Daten der Beweissicherung jedoch nicht herleitbar.

I.2.1 Baumaßnahmen auf der Bundesstrecke

Im Rahmen von vorgezogenen Teilmaßnahmen wurden von Dezember 1997 bis August 1998 insgesamt rund 2 Mio. m³ Boden gebaggert. Das Baggergut wurde im Strom umgelagert. Weiterhin wurden vorbereitende Arbeiten zur Anlage der Randschwellen der BAF und des Baues des Spülfeldes Pagensand ausgeführt.

Die Baumaßnahmen zur endgültigen Fahrrinnenvertiefung wurden mit Vorlage der PF-Beschlüsse vorbereitet. Am 16.03.1999 wurden die Nassbaggerarbeiten begonnen. Im Bereich des WSA Cuxhaven wurde der Boden auf Klappstellen und im Bereich des WSA Hamburg in Abhängigkeit von der Bodenart auf ein Spülfeld und in BAFs verbracht. Die Freigabe der neuen Fahrrinntiefen erfolgte am 14.12.1999. Zwischen Februar und Ende Mai 2000 erfolgten Nachbearbeitungen im Bereich der Mergelbaggerstrecke vor Wedel. Bis Ende 2000 wurden Restbaggerungen an der Störkurve ausgeführt. Parallel hierzu erfolgten Baggerungen, begründet durch den morphologischen Nachlauf.

Die Bauarbeiten zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe sind abgeschlossen. Die Ausbaubaggermenge ohne die Mengen der Teilmaßnahmen betrug rund 14 Mio m³. Als Bauabschlusstermin wurde der PFB der 30.11.2000 angezeigt. Dieser Termin ist gleichzeitig der Ausgangstermin für die zeitlichen Festlegungen zur Ausführung der Beweissicherungsmessungen, wie sie im Beschluss angeordnet sind.

Im Hauptlaichgebiet der Finte bei Elbe-km 646 bis 652 wurden während der Laichperiode, die von Mai bis Mitte Juni dauert, keine Ausbaubaggerungen und Verklappungen auf der BAF Twielenfleth vorgenommen, sodass die in Abschnitt II.3.2.2.1b des PF-Beschlusses beschriebenen Anordnungen zu fischereilichen Untersuchungen nicht durchgeführt werden mussten.

Der Stand aller Arbeiten, wie er sich heute darstellt, ist in der nachfolgenden Tabelle II.1.1-1 aufgelistet.

Tab. I.1.1-1: Stand der Baumaßnahmen auf der Bundesstrecke

Baumaßnahme	Stand	abgeschlossen am:
Nassbaggerarbeiten in der Fahrrinne	abgeschlossen	Herbst 2000
Schutzauflage Hetlingen-Juelssand (Deckwerk)	abgeschlossen	8.7.2002
Schutzauflage Steindeich-Bielenberg (Deckwerk)	abgeschlossen	26.6.2001
Schutzauflage Hollerwettern-Brokdorf (Deckwerk)	derzeit kein Bedarf für eine Fußsicherung. Ufer wird weiter beobachtet.	
Schutzauflage Rosenweide (Deckwerk und Buhne)	abgeschlossen	15.11.2004
Schutzauflage Lühe-Wisch (Deckwerk)	Abschnitt I abgeschlossen. Abschnitt II abgeschlossen	4.6.2002 (Abschnitt I) 17.11.2005 (Abschnitt II)
Schutzauflage Krautsand (Ufervorspülung)	abgeschlossen (im Rahmen der Unterhaltung wurde in Kooperation mit der Gemeinde Drochtersen eine Ufervorspülung durchgeführt. Die Schutzauflage kommt daher nicht mehr zum Tragen)	Juli 2004
Schutzauflage Twielenfleth (Ufervorspülung)	abgeschlossen	Januar / Februar 2002
Schutzauflage Kraftwerk Stade-Bützfleth (Ufervorspülung)	abgeschlossen	Januar / Februar 2002
Schutzauflage Östlicher Hullen (Lahnungsbau)	abgeschlossen	November 2003
Schutzauflage Hafen Otterndorf-Glameyer Stack (Ufervorspülung)	abgeschlossen	Juni / Juli 2000

I.2.2 Baumaßnahmen auf der Delegationsstrecke

Der Baggerbeginn in der Hamburger Delegationsstrecke erfolgte am 22.02.1999. Bis Dezember 1999 konnten die Vertiefungsarbeiten zwischen der Landesgrenze bei Tinsdal (km 638,9) und dem Bundesautobahntunnel (ca. km 626,6) abgeschlossen werden. Die Arbeiten zum Ausbau der restlichen Fahrrinnenstrecken stromauf des Tunnels in den Köhlbrand und die Norderelbe hinein, waren eng mit den Arbeiten zur Errichtung der 4. Tunnelröhre sowie eines Schutzbauwerks für die Röhren 1 bis 3 verknüpft und erfolgten im zeitlichen Anschluss daran. Während der gebaggerte Sand für verschiedenen Baumaßnahmen im Hamburger Hafen, unter anderem für die Geländeaufhöhung im Bereich des Containerterminals Altenwerder, Verwendung fand, wurde der eiszeitliche Geschiebemergel in einer speziellen Klappgrube nördlich des Mühlenberger Lochs untergebracht. Der Abschluss der Baggerarbeiten wurde am 01.12.2002 der PFB angezeigt.

II Konventionen

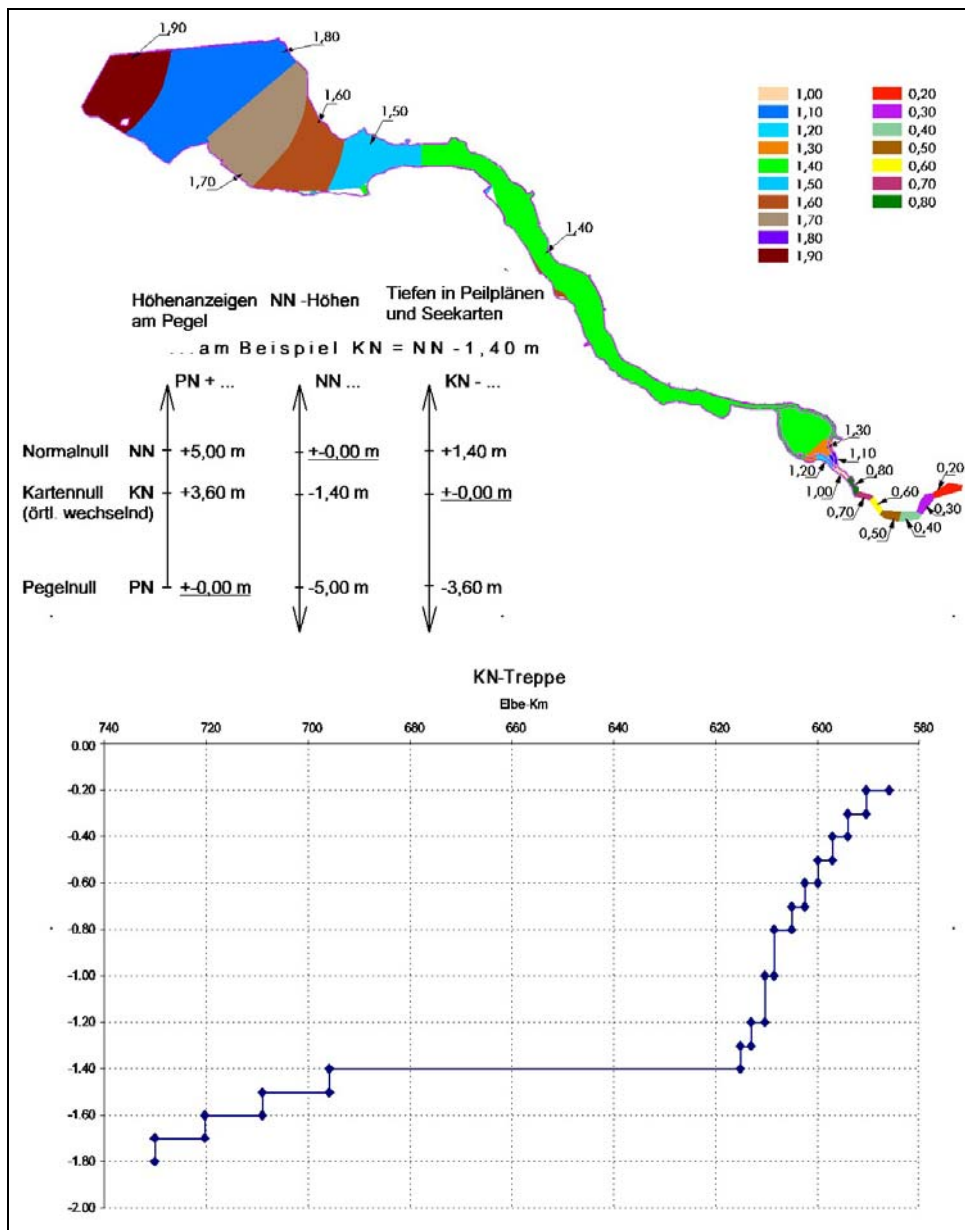
Folgende Konventionen gelten für die Ausführungen in diesem Bericht:

- Unter „maßnahmebedingter Abweichung“ wird eine Abweichung der Messdaten vom Ist-Zustand verstanden, die allein durch die Neubaumaßnahme bewirkt wurde, bzw. wird. Wenn diese dann noch über die Prognose in der UVU hinausgeht, würde sie eine weitergehende Kompensation erforderlich machen. Dabei gilt die Abweichung nur dann als „negativ“, wenn sie die Prognose der UVU in der prognostizierten Richtung übersteigt. Wenn also die BS ermittelt, dass die Röhrichtbestände zunehmen, obwohl in der UVU ein Rückgang prognostiziert wurde, so handelt es sich im Sinne dieses Berichtes nicht um eine „maßnahmebedingte Abweichung“, die eine weitere Kompensation erforderlich machen würde.
- Als „Untereelbe, bzw. untere Tideelbe“ wird der Bereich zwischen dem Mühlenberger Loch und der See bezeichnet. Als „Oberelbe, bzw. obere Tideelbe“ der Bereich zwischen der Bunthäuser Spitze und dem Wehr Geesthacht. Als „Tideelbe“ der Bereich zwischen dem Wehr Geesthacht und der See. Das „Hamburger Stromspaltungsgebiet“ ist der Bereich zwischen der Bunthäuser Spitze und dem Mühlenberger Loch.
- Alle Bezeichnungen der Auflagen zur BS (Kapitel, Gliederungsnummern etc.) werden auf den PF-Beschluss der WSD-N bezogen.
- Es bedeuten bei den Höhen- und Tiefenangaben:

KN	=	Kartennull (entspricht SKN)	
PN	=	Pegelnull	
NN	=	Normal Null	
		(dies entspricht im Untersuchungsbereich dem NHN (Normalhöhe über Normalnull) im Höhenstatus 160)	
MTnw	=	Mittleres Tideniedrigwasser	= KN
MThw	=	Mittleres Tidehochwasser	= KN +3,30 m
LAT	=	Lowest astronomical tide = ca. KN -0,5 m <i>(Um eine Vergleichbarkeit der Höhenangaben in diesem Bericht mit den Höhenangaben in der UVU und den Planunterlagen zu ermöglichen, wird auf die Verwendung der neuen Höhenangabe LAT, das seit dem 1.1.2005 gültig ist, verzichtet.)</i>	
- Da das Kartennull sich auf eine mittlere Wasserspiegellage bezieht, ist es örtlich wechselnd. Die für die BS festgelegten Tiefen zeigt die in der nachfolgenden Abbildung II.2-1 dargestellte „KN-Treppe“. Gleichfalls zeigt die Abbildung die Beziehungen zwischen KN, PN und NN auf.
- Die verschiedenen ökologisch bedeutsamen Höhenregionen sind für die BS wie folgt definiert:

Vorland:	Deichoberkante	bis	KN +3,30 m (=MThw)
Watt:	KN +3,30 m (= MThw)	bis	KN (= MTnw)
Flachwasser:	KN (= MTnw)	bis	KN -2,00 m
Tiefwasser I:	KN -2,00 m	bis	KN -10,00 m
Tiefwasser II:	KN -10,00 m	bis	Sohle
- Für den Zeitraum der BS gelten die in der nachfolgenden Abbildung und in obigen Bezügen angegebene Bezugsverhältnisse zwischen KN- und NN-Horizont. Es handelt sich um jene Bezüge, wie sie zum Zeitpunkt der Planfeststellung im Februar 1999 bestanden. Eine Veränderung der KN-/NN-Verhältnisse wird nicht für die BS übernommen, da ansonsten ein Vergleich von zeitlichen Entwicklungen nicht mehr gegeben wäre.
- Höhenbezüge im Text (KN oder NN) orientieren sich an den Aussagen, für die sie benötigt werden. Aus diesem Grunde kommen sowohl KN- und auch NN-Angaben vor.

Abb. II.2-1: „KN-Treppe“ und Beziehungen zwischen KN, PN und NN, wie sie in der Beweissicherung bis zu deren Abschluss verwendet werden



II.1.1 Abkürzungen

Die nachfolgende Auflistung gibt Erklärungen zu den Abkürzungen im Bericht.

A+E ...	Ausgleichs- und Ersatz ...
Abb.	Abbildung
ACDP-Messgerät	Ultraschall-Doppler-Profil-Strömungsmesser
BAF	Baggergutablagerungsfläche
BAW-DH	Bundesanstalt für Wasserbau - Dienststelle Hamburg, Hamburg-Rissen
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

BlmA	Bundesanstalt für Immobilienaufgaben
BLAG	Bund-Länder-Arbeitsgruppe
BLAGBSEA	Bund-Länder-Arbeitsgruppe-Beweissicherung-Elbeausbau
BS	Beweissicherung
BS-	Beweissicherungs-...
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrografie
BWaStr	Bundeswasserstrasse
BZ	Bezugszeitraum
cm	Zentimeter
D	Dauermessstation (Synonym für LZ)
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DGM	Digitales Geländemodell
DVD	Digital Versatile Disc (Speichermedium)
E+E-Vorhaben	Entwicklungs- und Erprobungsvorhaben des Bundes-Umweltministeriums
HH	Freie und Hansestadt Hamburg
GIS	<u>G</u> eografisches <u>I</u> nformations- <u>S</u> ystem
HPA	Hamburg Port Authority
Kap.	Kapitel
km	Kilometer
KN	Kartennull
LAP	Landschaftspflegerischer Ausführungsplan
LAT	Lowest astronomical
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LK	Landeskilometer
LZ	Langzeitmessstation (Synonym für LZ)
MThb	Mittlerer Tidehub eines bestimmten Zeitraums
MThw	Mittleres Tidehochwasser eines bestimmten Zeitraums
MTnw	Mittleres Tideniedrigwasser eines bestimmten Zeitraums
Nds	Niedersachsen
NE	Nebeneibe
NHN	Normalhöhennull (Bezugsfläche für Höhen über dem Meeresspiegel im deutschen Haupthöhenetz von 1992)
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NN	Normalnull
NOK	Nord-Ostsee-Kanal
NSG	Naturschutzgebiet
PB	Projektbüro für die Neue Fahrrinnenanpassung
PF-	Planfeststellungs-...
PFB	Planfeststellungsbehörde
PN	Pegelnul (0m PN= -5m NN)
psu	Salzgehaltsmaß "practical salinity unit" (1‰ Salzgehalt (=1g/kg) ~ 1 psu)
S-H	Schleswig-Holstein
SKN	Seekartennul
Tab.	Tabelle

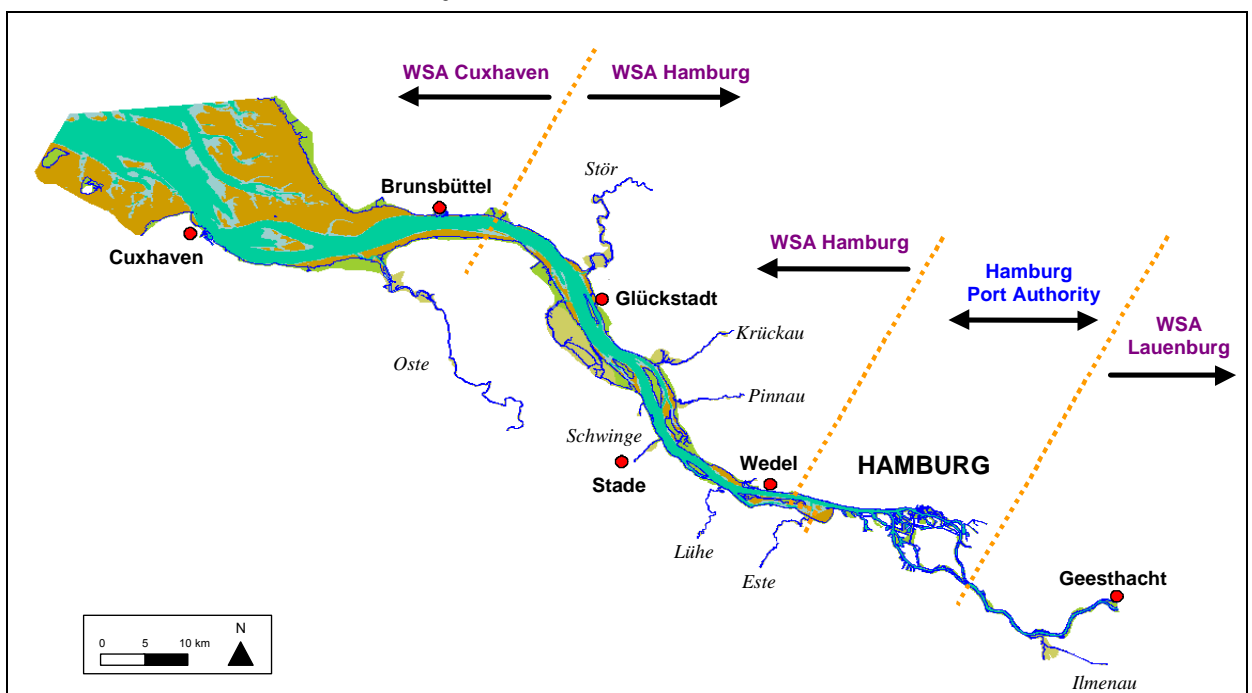
TdV	Träger des Vorhabens
Thb	Tidehub
Thw	Tidehochwasser
Tnw	Tideniedrigwasser
UG	Untersuchungsgebiet (bzw. Untersuchungsgebietsabschnitt). Gemeint sind dabei die 7 Untersuchungsabschnitte in die das gesamte Gebiet der UVU aufgeteilt ist.
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
UVU	Umweltverträglichkeitsuntersuchung (Umweltverträglichkeitsstudie - UVS - mit Materialbänden)
v	Strömungsgeschwindigkeit in m/s
WSA	Wasser- und Schifffahrtsamt (Mz.: WSÄ)
WSD	Wasser- und Schifffahrtsdirektion (Mz.: WSDn)
WSD-N	Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes
Z1 ...	Zielvariante für die Modelluntersuchungen der BAW-DH
ZDM	Zentrales Datenmanagement der WSD-Nord beim WSA Hamburg (früher die Datensammelstelle –DSS- der Beweissicherung)

II.1.2 Untersuchungsgebiet der BS

Das Untersuchungsgebiet der BS entspricht im Wesentlichen dem der UVU und umfasst somit die Tideelbe zwischen den jeweiligen Deichkronen vom Wehr Geesthacht (Elbe-km 585,5) bis zur Außenelbe bei Scharhörn (Elbe-km 756). Weiterhin gehören alle Nebenflussbereiche zwischen den Deichen bis zur Tidegrenze zum Untersuchungsgebiet. Eine detaillierte Aufstellung kann dem UVU-Textband im Kapitel 4 [PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE+UMWELT NORD, 1997] entnommen werden.

Die Umsetzung der Baumaßnahmen sowie die BS ist Aufgabe der TdV. Um diese Aufgabe umsetzen zu können, bedienen sich die TdV der Hilfe der im BS-Gebiet zuständigen Verwaltungen (Abb. II.1.2-1). Neben den in der Abbildung dargestellten Ämtern ist zusätzlich das BSH im Rahmen seiner Vermessungsaufgaben für die BS tätig.

Abb. II.1.2-1: Grobe Übersicht über das Untersuchungsgebiet der Beweissicherung mit den Grenzen der Zuständigkeitsbereiche der beteiligten Ämter.



II.1.3 Zugriffsmöglichkeit auf die Daten und Ergebnisse der BS-Messungen

Die Messungen der BS wurden und werden gemäß den Auflagen im PF-Beschluss durchgeführt. Auf die Daten selbst kann über das Portal Tideelbe (<http://www.portal-tideelbe.de>) im Internet zugegriffen werden. Messungen, die aus technischen Gründen nur mit großen Messlücken erfasst werden konnten, bzw. aufgegeben werden mussten, werden im Kapitel VI.3 benannt.

Über die Webseite <http://www.portal-tideelbe.de/Projekte/FRA1999/index.html> ist ein direkter Zugriff auf die Auswertergebnisse der BS gegeben. Gleiches zeigen auch die Ergebnispräsentationen auf der beiliegenden DVD-1. Weitergehende Informationen über die Inhalte der DVDs werden im Kapitel VII beschrieben. Die Nutzung der DVDs wird im Kapitel VII.1 beschrieben.

III Kurzbeschreibung und Bewertung der ausbaubedingten Wirkungen der Fahrrinnenanpassung 1999/2000

Aufgabe der BS-Untersuchungen ist es festzustellen, ob die in der UVU prognostizierten Auswirkungen der letzten Fahrrinnenanpassung, die in den Jahren 1997 bis 2000 (Hauptarbeiten: 1999) durchgeführt wurde, überschritten wurden. Generell ist dabei zu berücksichtigen, dass die Naturparameter (im Text z. T. auch Kenngrößen genannt) natürlicherweise Entwicklungen unterliegen, die entweder mehr oder minder stark ausgeprägte periodische oder aperiodische Schwankungen oder einen langfristigen Trend, wie z. B. die Wasserstände, zeigen. Eine Auswirkung durch die Fahrrinnenanpassung wäre also in diesen Fällen nur dann gegeben, wenn sich diese Schwankungen und Trends zeitlich wie räumlich grundlegend verändern würden. Damit würde neben dem statischen Ist-Zustand der Parameter der UVU, den sie kurz vor dem Ausbau haben, auch einem „dynamischen Ist-Zustand“ Rechnung getragen, der die langfristige Entwicklung berücksichtigen würde. Aufgrund des derzeitigen „Standes der Technik“ wird jedoch der Dynamische Ist-Zustand nur selten verwendet.

III.1 Ausbaubedingte Wirkungen auf die Wasserstände

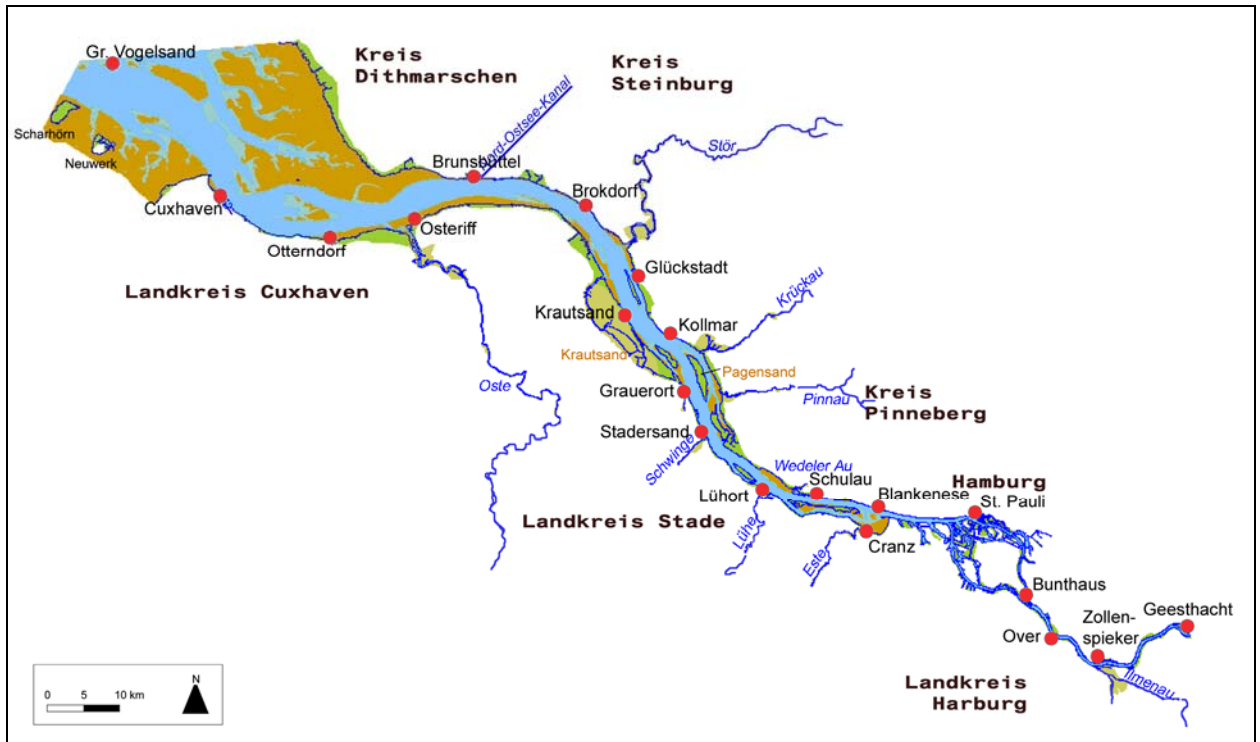
III.1.1 Ziel und Umfang der Wasserstandsuntersuchungen

Der Wasserstand ist einer der wichtigsten Parameter der Beweissicherung. Er reagiert erfahrungsgemäß unmittelbar auf einen Fahrrinnenausbau. Das Ausmaß der Wasserstandsänderungen ist zugleich ein wichtiger Indikator für die Intensität der ökologischen Folgen einer Ausbaumaßnahme. Große Wasserstandsänderungen gehen einher mit Veränderungen der weiteren hydrologischen Parameter (z. B. Strömungen), die wiederum gemeinsam auf die Ufertopografie, ufernahe Biotope und weitere Schutzgüter wirken. Im Umkehrschluss kann also angenommen werden, dass geringfügige Wasserstandsänderungen kaum zu nennenswerten Beeinträchtigungen der Umwelt führen. Da die Hauptausbaumaßnahmen zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe in den Jahren 1998 bis 2000 durchgeführt wurden, lassen sich eventuelle Ausbauwirkungen anhand der bis dato vorliegenden Wasserstandswerte feststellen.

Die Anordnungen des PFB zur Beweissicherung legen sowohl den Umfang der Wasserstandsuntersuchungen als auch ihre räumliche und zeitliche Dichte fest. Darüber hinaus sind die Auswertemethoden vorgeschrieben und Schwellenwerte benannt, bei deren Überschreitung Maßnahmen zu erfolgen haben. Die Schwellenwerte geben laut PFB an, *„in welchem Maße die Ergebnisse der Beweissicherungsmessungen von den Werten der UVU-Prognose abweichen dürfen“*.

Die Untersuchungen der Wasserstände umfassen insgesamt 20 Pegel direkt an der Tideelbe sowie weitere 13 Nebenflusspegel. Die folgende Übersicht zeigt die Standorte der Tideelbepegel an der Elbe.

Abb. III.1.1-1: Ausgewählte Tidepegel im Untersuchungsgebiet (rote Markierungen)



Folgende Untersuchungen sind mit den Wasserstandsdaten und den daraus abgeleiteten Kenngrößen durchzuführen:

1. Erhebung der Wasserstandsdaten als vollständige Ganglinie und Ableitung gängiger Tidekennwerte nach Pegelvorschrift.
2. Ermittlung der ausbaubedingten Veränderungen der mittleren Tidekenngrößen: MTnw, MThw und des MThb im gesamten Tideästuar und den Nebenflüssen.
3. Ableitung der monatlichen Scheiteländerungen aus den vorgenannten Untersuchungen, die als Frühindikator zur Anzeige möglicher Sockelinstabilitäten herangezogen werden sollen.
4. Ermittlung von Überschreitungshäufigkeiten definierter Grenzwerte zur Kennzeichnung unterschiedlicher Schweregrade von Sturmflutereignissen.
5. Untersuchung ausbaubedingter Veränderungen der Sturmflutscheitelhöhen auf Basis der Stauwerte.

Schließlich steht am Ende dieser Auswertungen die Überprüfung der Ergebnisse auf Einhaltung oder Überschreitung der jeweils zu Punkt 2 bzw. 5 definierten Schwellenwerte. Hinsichtlich der mittleren Tidescheitelwasserstände werden zur Definition der Schwellenwerte die Prognosen der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) herangezogen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit beschränkt sich die rechnerische Ermittlung der ausbaubedingten Wasserstandsänderungen in diesem Bericht zunächst auf die Pegel an der Elbe. Eine gesonderte Betrachtung der Nebenflussentwicklung wird in Abschnitt III.1.4 vorgenommen.

III.1.2 Mittlere Scheitelwasserstände der Elbe

Parameter	Prognose der UVU	Eingetretene Ausbauwirkung	Wirkung geht über die UVU-Prognose hinaus
Mittleres Tidehochwasser	Steigt an allen Pegeln	Fällt an 11 Pegeln, steigt an 6 Pegeln	nein
Mittleres Tideniedrigwasser	Fällt an allen Pegeln	Fällt an 15 Pegeln, steigt an 2 Pegeln	an vier von 17 Pegeln ist eine Überschreitung errechnet worden

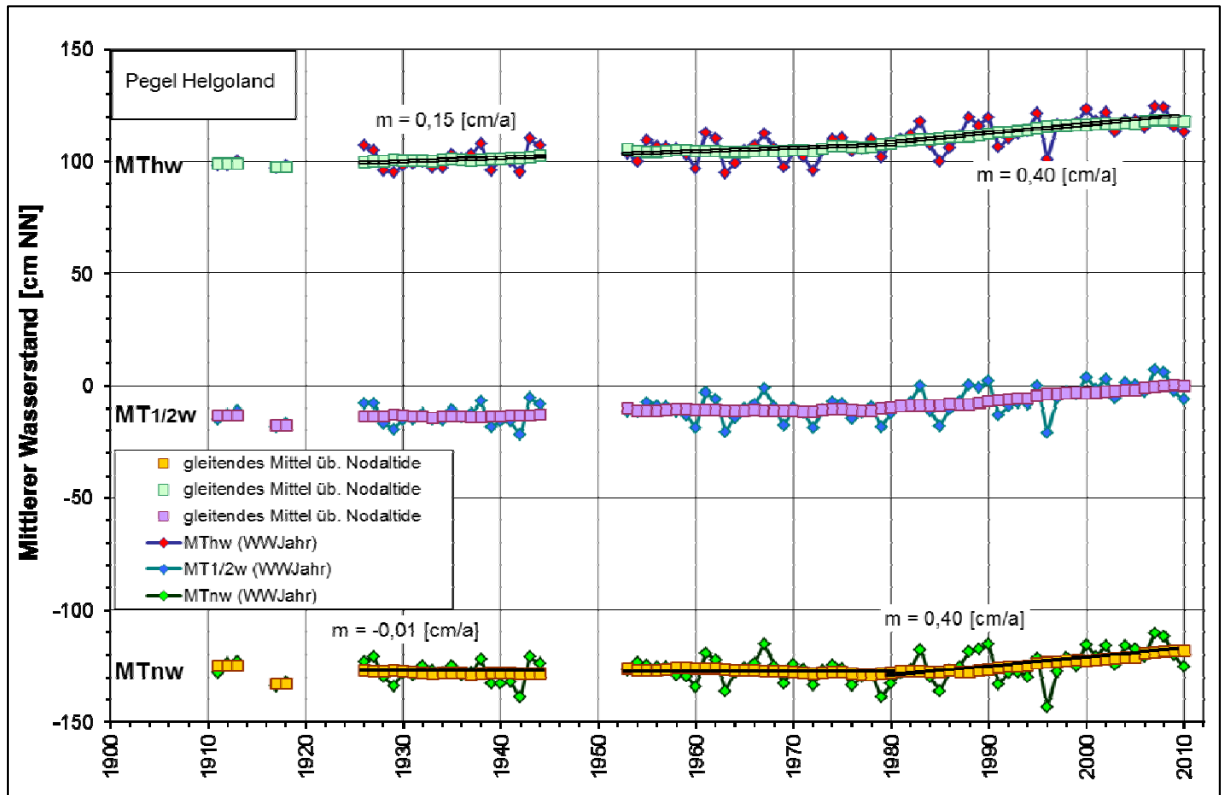
Das gemäß den Auflagen zum Planfeststellungsbeschluss anzuwendende Verfahren zur Ermittlung der „ausbaubedingten Änderungen der mittleren Scheitelwasserstände“, welches auch schon bei vorangegangenen Ausbaumaßnahmen sowohl an Unter- und Außenelbe (-13,5 m KN-Ausbau) als auch bei verschiedenen Vertiefungen der Unter- und Außenweser angewendet wurde, basiert auf einem Ansatz nach NIEMEYER (1995). Im ersten Schritt des Verfahrens wird die Doppelsummenanalyse durchgeführt. Diese wird von NIEMEYER zur Bestimmung sogenannter „unbeeinflusster“ Zeiträume auf die Scheitelwasserstände der Revierpegel angewendet. Dabei schränkt NIEMEYER die Anwendbarkeit der Doppelsummenanalyse auf die Revierpegel unterhalb Kollmars mit der Aussage ein: **„Oberhalb dieser Station [Kollmar] führe der Einfluss des Oberwasserabflusses zu keinen brauchbaren Ergebnissen“.**

Wie die vergangenen Beweissicherungsberichte zeigen, verlief die Auswertung der Wasserstandsdaten bisher nicht ohne Diskussionen. Referenzzeiträume wurden ermittelt und mit dem NIEMEYER-Verfahren ausgewertet. Dabei stellte sich heraus, dass diese Referenzzeiträume (z. B. 11.93 - 10.96) trendbehaftet und somit für Aussagen über ausbaubedingte Veränderungen der Tidewasserstände ungeeignet sind. In Kenntnis dieser Problematik hat die niedersächsische Einvernehmensbehörde (Niemeyer) dem TdV einen Referenzzeitraum vorgeschlagen (10.96 - 11.99), der für die meisten Pegel trendfrei Ergebnisse errechnen lässt.

Grundgedanke des NIEMEYER-Verfahrens ist, die Wasserstände, die sich ohne den Fahrrinnenausbau eingestellt hätten, zu ermitteln, und diese mit den tatsächlich eingetretenen Wasserständen zu vergleichen. Die Differenz zwischen berechneten und eingetretenen Wasserständen wird auf den Ausbau zurückgeführt. Zur Berechnung der ohne Ausbau eingetretenen Wasserstände wird ein empirisch-deterministisches Modell (siehe unten) angewendet. Die Regressionskoeffizienten werden für einen Referenzzeitraum für jeden Revierpegel ermittelt. Somit wird das Tideniedrigwasser an einem Revierpegel aus dem Tideniedrigwasser und dem Tidehub an einem Referenzpegel (hier Helgoland) sowie dem Oberwasserabfluss, gemessen in Neu Darchau, berechnet. Analog wird mit den Daten für das Tidehochwasser verfahren.

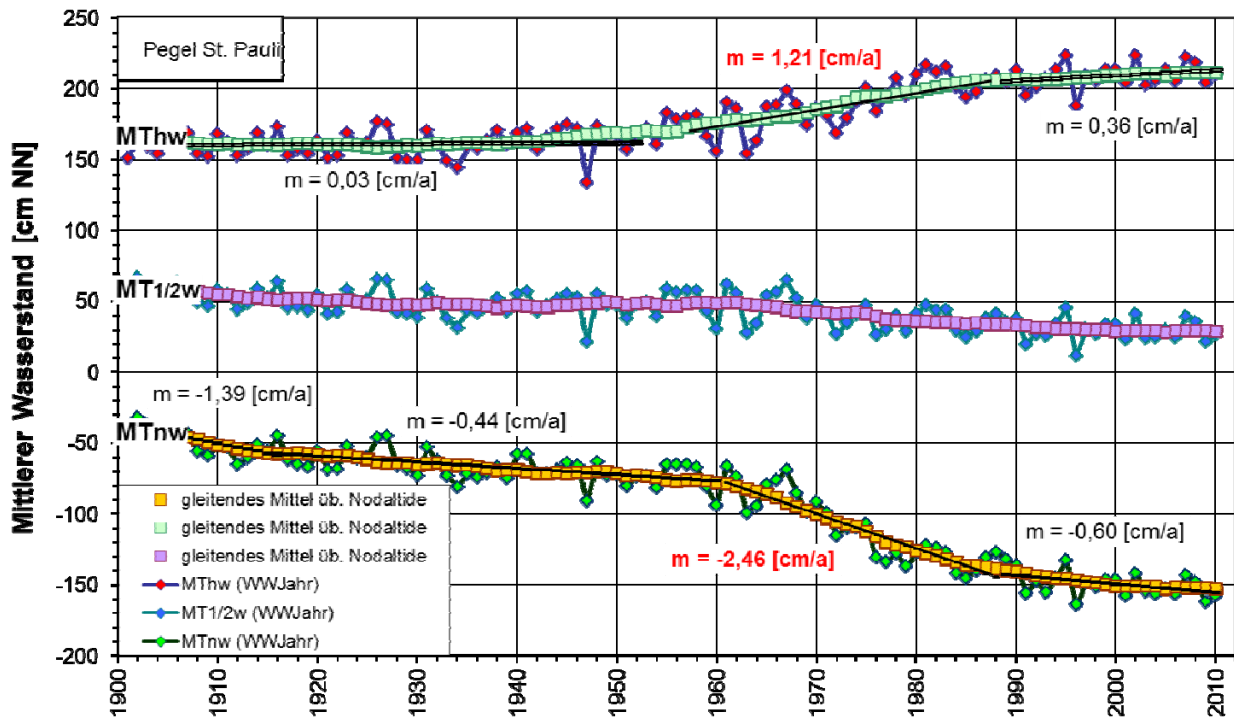
Als unbeeinflusster Referenzpegel für die natürliche Entwicklung der mittleren Scheitelwasserstände soll der Pegel Helgoland die von jeglichen Ausbaumaßnahmen im Ästuar unbeeinflussten Verhältnisse in der Nordsee repräsentieren. In Abbildung III.1.2-1 ist daher auch die langfristige Entwicklung der Wasserstände am Pegel Helgoland dargestellt. Die abschnittsweise Auftragung der linearen Trends zeigt, dass insbesondere seit Beginn der 1980er Jahre ein beschleunigtes Ansteigen der Scheitelwerte zu beobachten ist.

Abb. III.1.2-1: Entwicklung der Wasserstände am Pegel Helgoland (wasserwirtschaftliches Jahresmittel)



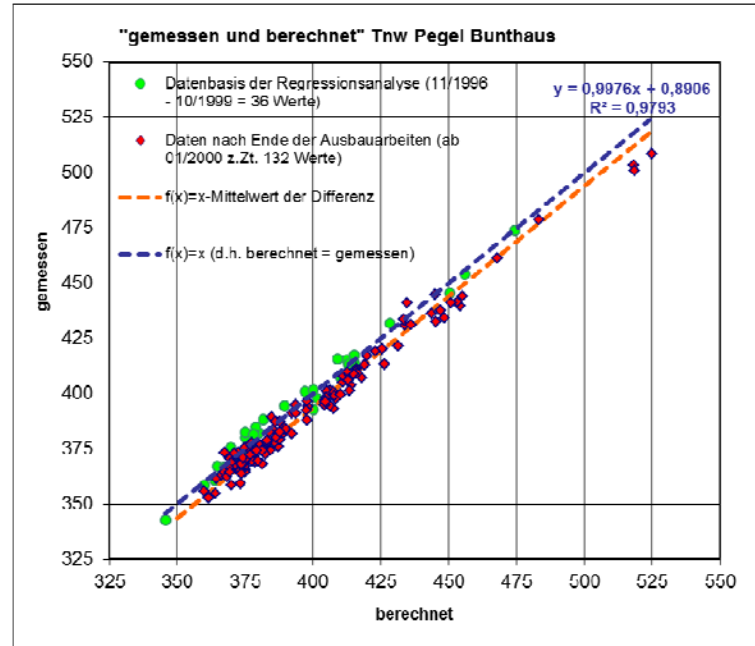
Erwartungsgemäß weist die Entwicklung der Wasserstände im Elbeästuar aufgrund der natürlichen Verformung der Tidewelle und der Wirkung anthropogener Maßnahmen über die vergangenen 100 Jahre betrachtet wesentlich größere Veränderungen auf als der Pegel Helgoland. Im Stromspaltungsgebiet spiegelt sich die Überlagerung der externen natürlichen Einflüsse (Entwicklung der Wasserstände in der Nordsee, Variabilität des Oberwasserabflusses) mit den anthropogenen Eingriffen unterschiedlichster Art wider. Diese hat in den vergangenen 100 Jahren zu einer Veränderung des Tidehubs am Pegel St. Pauli von ca. 200 cm geführt.

Abb. III.1.2-2: Entwicklung der Wasserstände am Pegel St. Pauli



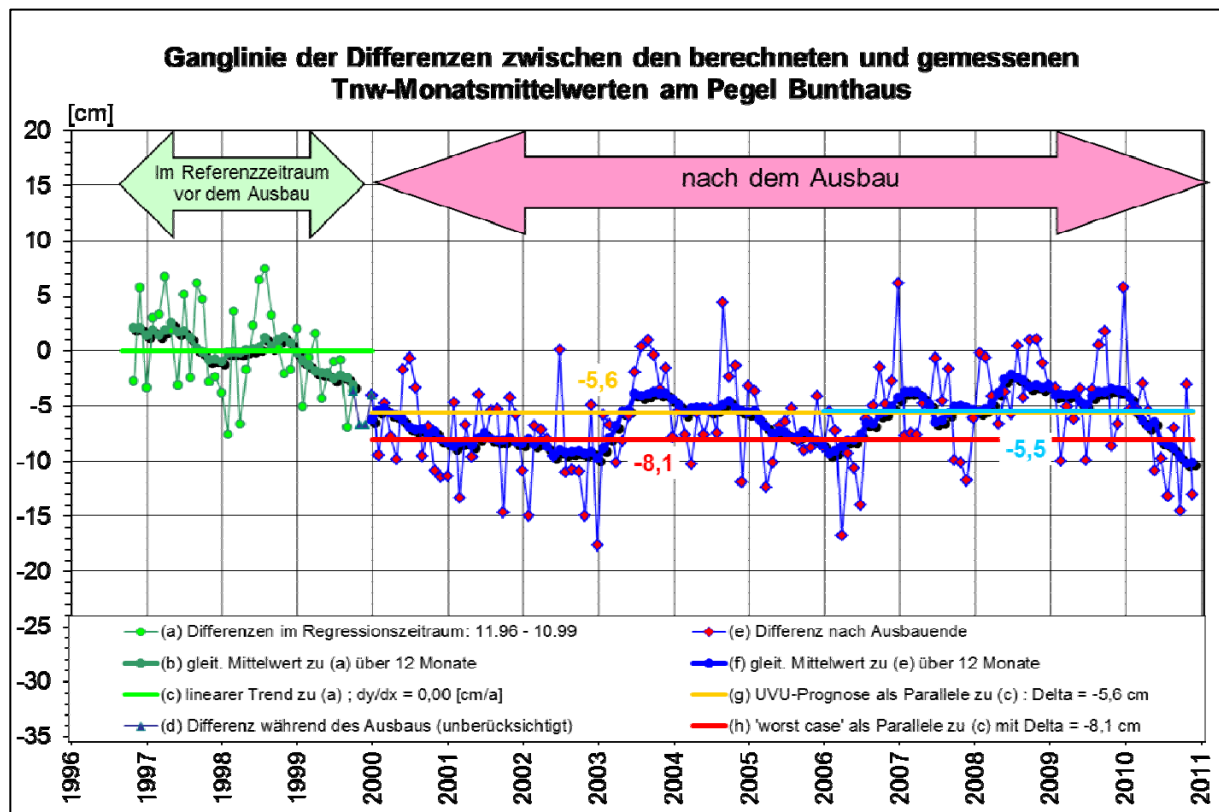
Wie bereits in der Theorie erläutert, werden im NIEMEYER-Verfahren die über eine Regression errechneten Wasserstände den gemessenen Wasserständen gegenübergestellt. Das Verfahren wird im Weiteren mithilfe von Diagrammen dargelegt. In einem ersten Schritt sind diese Werte in einem Scatterdiagramm (Abbildung III.1.2-3) beispielhaft für die MTnw - Werte am Pegel Bunthaus aufgetragen; ein Punkt repräsentiert jeweils ein Monatsmittel mit dem berechneten Wert als x-Koordinate und dem gemessenen als y-Koordinate. In grün sind die Daten zu sehen, die in die Regression eingeflossen sind, während die roten die Werte sind, die sich für den Zeitraum nach der Fahrrinnenanpassung errechnen lassen. Die blau gestrichelte Diagonale zeigt die Gerade an, auf der die berechneten Werte den gemessenen Werten entsprechen, also den Mittelwert der Regression. Die Standardabweichung für die Werte des Regressionszeitraums beträgt 4,2 cm. Darüber hinaus ist eine parallel verlaufende, orange gestrichelte Diagonale eingezeichnet. Diese zeigt an, inwieweit die berechneten Werte nach Ausbau im Mittel von den gemessenen abweichen. In diesem Beispiel beträgt die Abweichung -6,4 cm, die als relative Absenkung des MTnw gegenüber dem Zustand vor dem Eingriff zu interpretieren ist.

Abb. III.1.2-3: Scatterdiagramm „errechnet und gemessen“ für die Tnw-Werte am Pegel Bunthaus



Da aus dem Scatterdiagramm nicht abzulesen ist, ob über die beiden betrachteten Zeiträume ein Trend bei der Entwicklung der Wasserstände stattfand, werden die oben gezeigten Daten als Differenzen zu der Diagonalen über die Zeit dargestellt. Aus dieser zeitdiskreten Auftragung kann die Veränderung gegenüber dem Zustand vor der Fahrrinnenanpassung wesentlich anschaulicher widerspiegelt werden und zudem können direkt die monatlichen Scheiteländerungen zur Frühindikation möglicher Sockelinstabilitäten abgeleitet werden.

Abb. III.1.2-4: Ganglinie der Differenzen zwischen berechneten und gemessenen Tnw-Monatsmittelwerten am Pegel Bunthaus



Das Diagramm zeigt die Monatsmittelwerte der Differenz gemessen/ berechnet mit dem gleitenden Mittel über 12 Monate ebenfalls für das Tnw am Pegel Bunthaus. Zusätzlich sind für den Zeitraum nach dem Ausbau die UVU-Prognosen (Abbildung III.1.2-4) als roter und gelber Balken eingezeichnet.

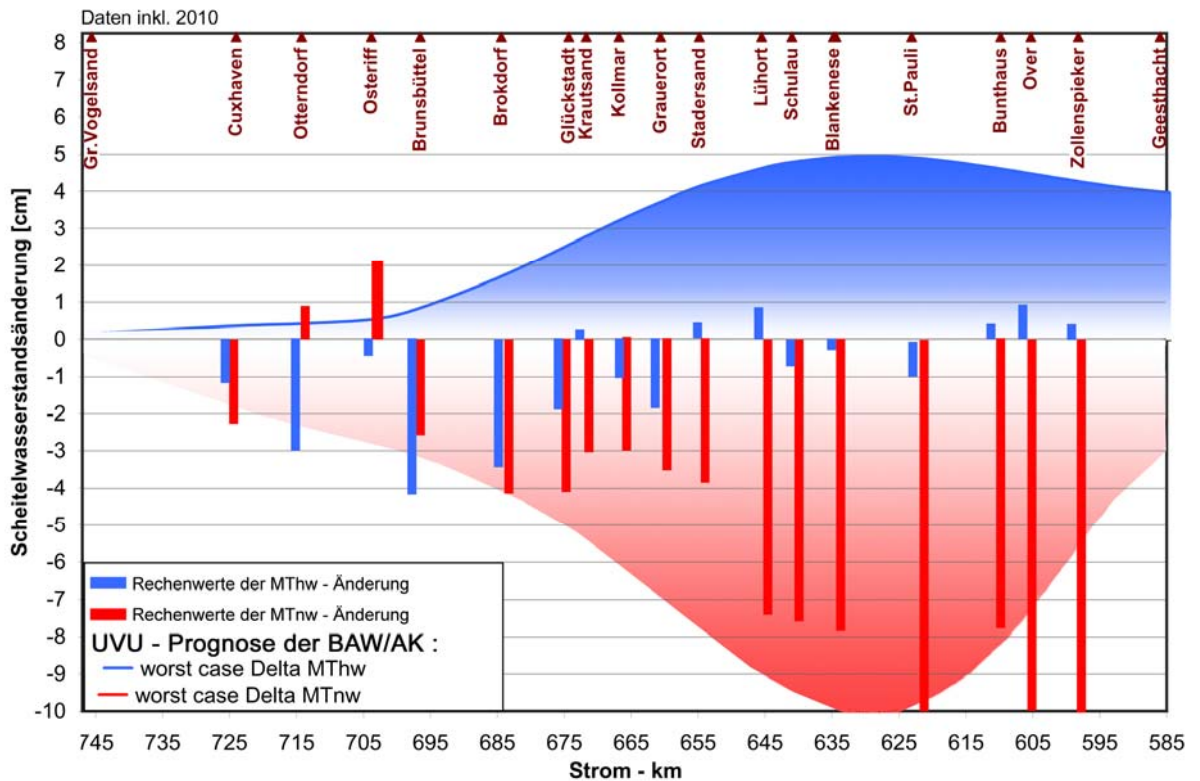
Ausschlaggebend für die Erfüllung der Auflagen des PFB sind die aktuellen 5-jährigen Mittelwerte. Das 5-jährige Mittel (2006-2010) ist als blauer Balken in die Grafik eingetragen und entspricht dem bereits erwähnten Mittelwert im Scatterdiagramm, nur gilt dieses für den gesamten Zeitraum nach Ausbauende. Im aufgezeigten Beispiel in Abbildung III.1.2-4 mit berechneten und gemessenen Tnw-Monatsmittelwerten am Pegel Bunthaus liegt das 5-jährige Mittel bei -5,5 cm und somit innerhalb der „worst-case-Prognose“ von -8,1 cm.

Die Ergebnisse für alle untersuchten Pegel für MThw sowie MTnw sind auf der DVD dokumentiert und sind zusammengefasst in der folgenden Abbildung III.1.2-5 zu sehen.

Die Abbildung zeigt, dass entgegen der Prognosen das MThw an allen untersuchten Pegeln gefallen ist (blauer Balken). Das MTnw ist zwar, wie qualitativ prognostiziert, an allen Pegeln gefallen, jedoch ist der jeweilige Abfall an den Pegeln über den Verlauf der Tideelbe sehr uneinheitlich und physikalisch im Rahmen der Beweissicherung nicht zu erklären. Der erwartete Verlauf der Umhüllenden ist nicht eingetreten, was hauptsächlich daran liegt, dass an den Pegeln zwischen Brunsbüttel und Stadersand das MTnw geringer als erwartet gefallen ist.

Es ist in der Abbildung III.1.2-5 zu erkennen, dass es einzig vier geringe Überschreitungen der BAW-Prognosen (Pegel Cuxhaven in der Außenelbe und die Pegel St. Pauli, Over und Zollenspieker nahe des Wehres Geesthacht) gibt.

Abb. III.1.2-5: Ergebnisse des NIEMEYER Verfahren für den Regressionszeitraum 11/96-10/99



III.1.3 Auswirkungen auf Sturmflutwasserstände der Elbe

Parameter	Prognose der UVU	Eingetretene Ausbauwirkung	Wirkung geht über die UVU-Prognose hinaus
Sturmflutwasserstände Eintrittshäufigkeiten	Grundrelation 1956/1995	keine	nein
Änderung der Stauwerte	Anstieg des Sturmflutscheitels um max. 2,5 cm	keine	nein

III.1.3.1 Eintrittshäufigkeiten von Sturmflutwasserständen nach DIN 4049 an der Elbe

Gemäß PF-Beschluss sind im Zuge der BS für die Pegel Helgoland, Cuxhaven, Brunsbüttel, Kollmar, Schulau, St.Pauli und Zollenspieker die Eintrittshäufigkeiten von Sturmflutwasserständen nach DIN 4049 mit der Jahresreihe 1956 bis 1995 zu vergleichen. Nach DIN 4049 werden Sturmfluten nach der statistisch ermittelten durchschnittlichen Eintrittshäufigkeit der Höhe ihrer Scheitelwasserstände gekennzeichnet. Danach tritt

- eine "leichte" Sturmflut durchschnittlich 0,5 bis 10 Mal pro Jahr,
- eine "schwere" Sturmflut durchschnittlich 0,05 bis 0,5 Mal pro Jahr und
- eine "sehr schwere" Sturmflut durchschnittlich seltener als 0,05 Mal pro Jahr

auf. Abweichend von den Untersuchungen der letzten Jahre wurde das Verfahren zur Untersuchung der Sturmfluthäufigkeiten angepasst. Das bisherige Verfahren beruht im Wesentlichen auf Grundlage der DIN 4049. Zunächst wurde der Bezugszeitraum (BZ) festgelegt. Dieser sollte vor dem Beginn des Fahrrinnenausbaus liegen, um einen Zeitraum ohne

dessen Einfluss als Grundlage zu haben. Außerdem sollte die in der DIN 4049 geforderte Mindestlänge der Beobachtungsreihe von 25 Jahren erfüllt sein. Um eine gute statistische Verwertbarkeit zu erreichen, wurde die Länge der Beobachtungsreihe von 25 auf 40 Jahre ausgeweitet. 40 Jahre entsprechen genau der doppelten Länge des größten Wiederkehrintervalls bei den festgelegten Eintrittshäufigkeiten, weil eine sehr schwere Sturmflut als ein Ereignis definiert ist, das 0,05-mal pro Jahr oder 1-mal in 20 Jahren auftreten kann. Der Bezugszeitraum zur Ermittlung der Grenzwerte wurde dann schließlich auf die Jahre 1956 bis 1995 festgelegt. Es wurde mit dem hydrologischen Jahr gearbeitet.

In einem zweiten Schritt wurden die Scheitelwasserstände jeder der oben genannten Pegelstationen, bezogen auf Pegelnull (PN), in einer Häufigkeitsverteilung dargestellt. Die Scheitelwasserstände der Jahre 1956 bis 1995 wurden dafür in Klassen im Abstand von je 10 cm eingeordnet. Für die Klassen wurde die Eintrittshäufigkeit in einem Jahr ermittelt, indem zunächst die Summe der einzelnen Klassen durch die Gesamtjahre des BZ geteilt wurde. Die Eintrittshäufigkeit der Klassen pro Jahr wurde dann in die Überschreitungshäufigkeit umgerechnet, indem zu dem Ergebnis einer Klasse alle Werte der darüber liegenden Klassen addiert wurden. Die resultierenden Überschreitungshäufigkeiten der Klassen wurden als Summenkurve mit logarithmischer Skala dargestellt. Von der Summenkurve wurden dann direkt die Thw PN Werte bei den vorgegebenen Häufigkeiten der DIN 4049 abgelesen. Die Thw, die genau 10-mal pro Jahr, 0,5-mal pro Jahr bzw. 0,05-mal pro Jahr eingetreten waren, wurden als Grenzwerte festgelegt.

Mit Hilfe der für jeden Pegel festgelegten Grenzwerte in Thw PN wurden dann die Scheitelwasserstände der wasserwirtschaftlichen Jahre 1996 bis 2010 auf die Eintrittshäufigkeit von leichten, schweren und sehr schweren Sturmfluten untersucht. Die festgelegten Grenzwerte, die Ergebnisse der Jahre 1996 bis 2010 und die durchschnittliche Überschreitungshäufigkeit leichter, schwerer und sehr schwerer Sturmfluten an den einzelnen Pegeln wurden in einer Tabelle festgehalten und in den Berichten zur BS veröffentlicht.

Um zu gewährleisten, dass tatsächlich nur Ereignisse, denen ein hoher Stau zugrunde liegt, als Sturmflut ausgewiesen werden, wird im Folgenden ein verändertes Verfahren zur Untersuchung der Sturmfluthäufigkeiten auf Anregung des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) vorgestellt. Die Berechnung von Stau erfolgt durch Abzug des MThw vom eingetretenen Thw PN. Die Differenz ist der Stau. In diesem sind, trotz seiner Benennung, noch unterschiedliche Einflüsse, wie Fernwellen und an einigen Pegeln der Oberwasserabfluss enthalten.

Auch in dem neuen Verfahren beinhaltet der Bezugszeitraum weiterhin die Jahre 1956 bis 1996. Der Trend in der Entwicklung der Wasserstände wird durch die Umrechnung in Stau sowohl für die Jahre des Bezugszeitraums berücksichtigt, als auch dann bei den Auswertungen für die darauf folgenden Jahre 1996 bis 2010.

Die Berechnung des Staus erfolgt für den gesamten Zeitraum mit einem über die Einzeltiden gleitenden MThw, das über alle Scheitelwerte aus 5 Jahren zuvor gemittelt wird. Die Staugrenzwerte werden mit den Stauwerten aus dem BZ für alle sieben Pegelstationen neu ermittelt. Dies wird in der Darstellung als Summenkurve vorgenommen. Die Grenzwerte werden von der berechneten exponentiellen Funktion der Summenkurve abgelesen.

Die Anzahl der mit dem neuen Stau-Verfahren ermittelten Sturmfluten ist insgesamt niedriger. Besonders bei den leichten, aber auch bei den schweren Sturmfluten ist dies zu erkennen, obwohl im untersuchten Zeitraum auch mit dem Thw-Verfahren nur wenige schwere Sturmfluten ausgewiesen wurden.

Die auf Basis der Zeitreihe 1956/95 ermittelten Grenzhöhen für "leichte", "schwere" und "sehr schwere" Sturmfluten sind für die oben genannten Pegel in Tabelle III.1.3.1-1 aufgeführt. Dort finden sich auch die Überschreitungen der ermittelten Grenzhöhen für die wasserwirtschaftlichen Jahre ab 1996.

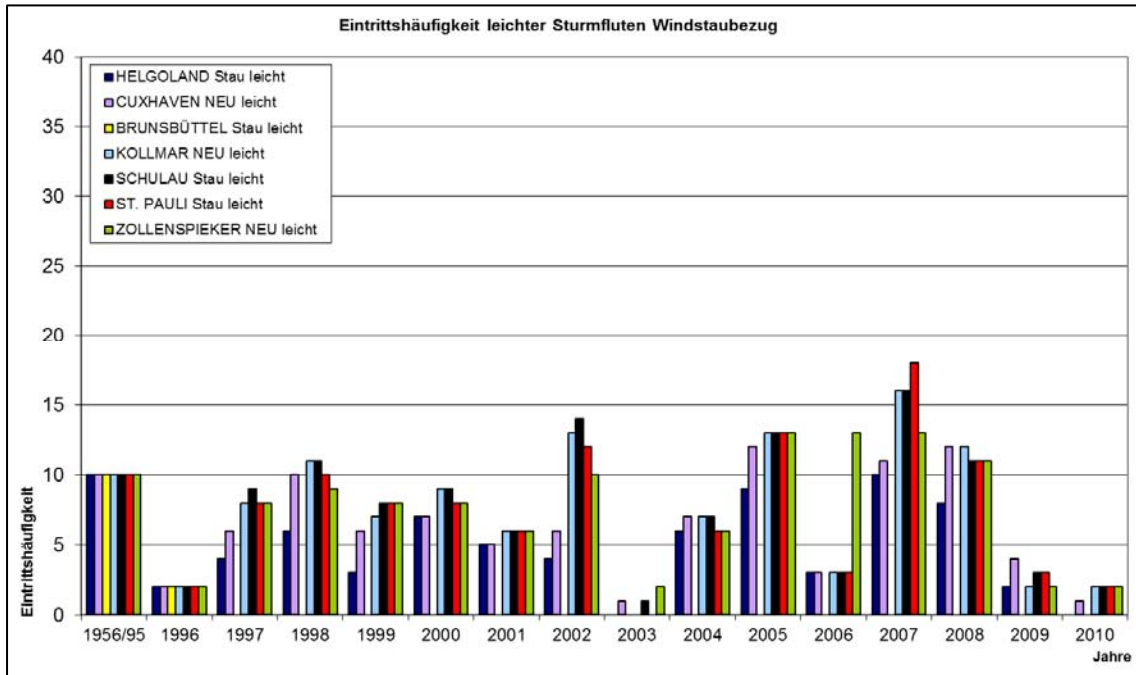
"Sehr schwere" Sturmfluten sind demnach seit 1996 an keinem Pegel zu verzeichnen gewesen. Die zeitliche Verteilung "schwerer" Sturmfluten ist an den zu betrachtenden Pegeln ausgesprochen ähnlich: 1996, 1997, 1998, 2001 und 2003 waren an keinem Messort

"schwere" Sturmfluten zu verzeichnen, in 2000 und 2008 eine und in 2002 zwei, während im Jahr 1999 in Helgoland, Cuxhaven, Brunsbüttel und Kollmar die entsprechenden Grenzhöhen ebenfalls einmal, in Schulau, St.Pauli und Zollenspieker dagegen zweimal erreicht oder überschritten wurden.

Die Entwicklung "leichter" Sturmfluten seit 1996 ist etwas differenzierter zu betrachten und wird daher in Abbildung III.1.3.1-1 zusätzlich veranschaulicht.

Hierbei sei anzumerken, dass die große Anzahl der Eintrittshäufigkeiten im Jahr 2006 am Pegel Zollenspieker auf das hohe Oberwasser im Frühjahr 2006 zurückzuführen ist.

Abb. III.1.3.1-1: Anzahl „leichter“ Sturmfluten nach DIN 4049 (Basis: Zeitreihe 1956/95) an den Pegeln Helgoland, Cuxhaven, Brunsbüttel, Kollmar, Schulau, St.Pauli und Zollenspieker seit 1996



Tab. III.1.3.1-1: Eintrittshäufigkeiten von Sturmflutwasserständen nach DIN 4049 (Basis: Jahresreihe 1956 bis 1995) für die Pegel Helgoland, Cuxhaven, Brunsbüttel, Kollmar, Schulau, St.Pauli und Zollenspieker ab 1996; bezogen auf wasserwirtschaftliche Jahre

	1956/95	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Mittelwert	Grenzhöhe	
HELGOLAND Stau	sehr schwer	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	262
	schwer	0,5	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	192
	leicht	10	2	4	6	3	7	5	4	0	6	9	3	10	3	2	0	4,6	102
CUXHAVEN NEU	sehr schwer	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	350
	schwer	0,5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0,2	252
	leicht	10	2	6	10	6	7	5	6	1	7	12	3	11	12	4	1	6,2	123
BRUNSBÜTTEL Stau	sehr schwer	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	
	schwer	0,5																	
	leicht	10	2															2,0	
KOLLMAR NEJ	sehr schwer	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	391
	schwer	0,5	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	278
	leicht	10	2	8	11	7	9	6	3	0	7	13	3	16	12	2	2	7,4	131
SCHULAU Stau	sehr schwer	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	409
	schwer	0,5	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	290
	leicht	10	2	9	11	8	9	6	14	1	7	13	3	16	11	3	2	7,7	135
ST. PAULI Stau	sehr schwer	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	417
	schwer	0,5	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	298
	leicht	10	2	8	10	8	8	6	12	0	6	13	3	18	11	3	2	7,3	141
ZOLLENSPIEKER NEU leicht	sehr schwer	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	384
	schwer	0,5	0	0	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0,3	282
	leicht	10	2	8	9	8	8	6	10	2	6	13	13	13	11	2	2	7,5	149

* bezogen auf das Helgoländer Pegelnulld vor 2000

Die Tabelle wurde aktualisiert. Bisher waren die Überschreitungshäufigkeiten einer Grenzhöhe aufgetragen, nun sind es die Eintrittshäufigkeiten einer jeweiligen Klasse.

III.1.3.2 Ermittlung ausbaubedingter Änderungen von Stauwerten nach NIEMEYER [1997] an der Elbe

Bei diesem Verfahren soll in ähnlicher Weise wie bei dem NIEMEYER (1995)-Verfahren die Veränderung der so genannten Stauwerte während einer Sturmflut nach dem Ausbau untersucht und quantifiziert werden. Als Stau versteht sich hier die Differenz zwischen dem eingetretenen und einem mittleren Hochwasserscheitel, also eine Akkumulation von im wesentlichen Windstau sowie astronomischen Einwirkungen, Fernwellen und sonstigen externen Einflussgrößen. Auch hier geht der Grundgedanke davon aus, dass eine nach dem Eingriff ggf. beobachtete Abweichung von der funktionalen Approximation, die für einen im PF-Beschluss nicht näher definierten Zeitraum vor dem Ausbau aufgestellt wird, einzig und allein dem Ausbau zuzuschreiben ist.

Grundsätzlich ist neben der mangelnden Berücksichtigung natürlicher Ursachen, die für Änderungen im Sturmflutverlauf verantwortlich gemacht werden müssen, eine gewisse Abhängigkeit vom Eintreten statistischer Zufallsgrößen (Sturmflutwasserstände) im Untersuchungszeitraum zu bemängeln. Erst bei Vorliegen einer ausreichenden Grundgesamtheit wird eine empirische Beziehung unempfindlich gegenüber einzelnen Ausreißern. Bis diese Grundgesamtheit in ausreichendem Maße vorliegt (statistische Tests können dabei Auskunft über den Vertrauensbereich einer verfügbaren Datenbasis geben), können viele Jahre ohne nennenswerte Sturmflutereignisse ins Land gehen, wie die jüngste Vergangenheit gezeigt hat. Je länger die zu betrachtende Maßnahme zurückliegt, desto schwieriger wird aber auch eine eindeutige ursächliche Zuordnung einer sich möglicherweise abzeichnenden Veränderung.

Ohne die hierzu durchgeführten Auswertungen schon als abgeschlossen bezeichnen zu wollen, sollen im Folgenden die angesprochenen Problempunkte am Beispiel der Stauentwicklung für den Pegel St.Pauli vorgestellt werden.

Die Beziehung zwischen den Stauwerten an einem vom Oberwasserabfluss beeinflussten Revierpegel und dem externen unbeeinflussten Referenzpegel ist um einen Term zur Berücksichtigung des Oberwassereinflusses zu erweitern. In sehr guter Näherung kann dieser Einfluss, wie auch jahrzehntelange Erfahrungen mit dem Sturmflutvorhersageverfahren WADI III gezeigt haben, durch einen linearen Term beschrieben werden. Damit kann der Stau an einem Pegel der dem Einfluss des Oberwassers unterliegt, durch die Funktion:

$$ST_{RP} = a_{RP} \cdot ST_{Ref.-Pegel} + b_{RP} \cdot \bar{Q}_{ND}$$

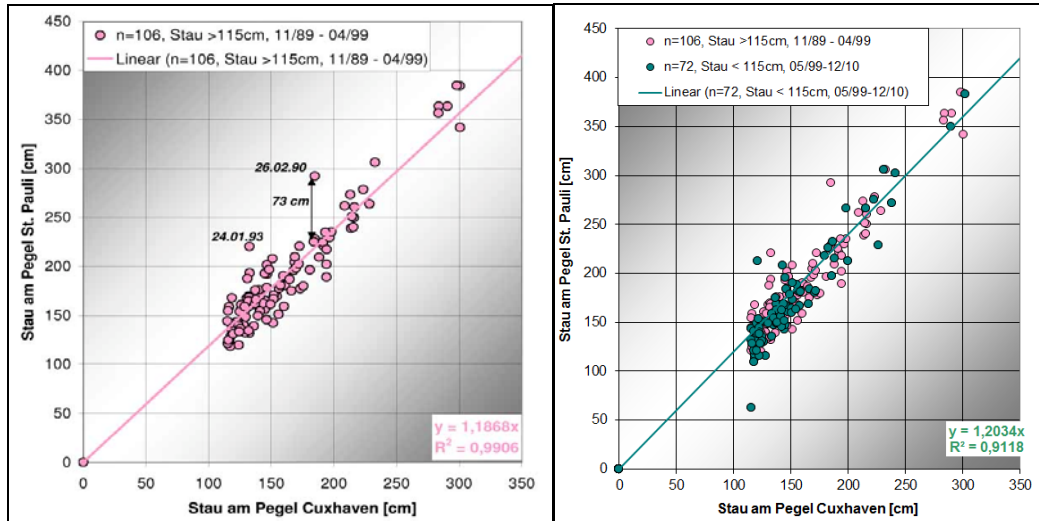
näherungsweise beschrieben werden, wobei \bar{Q}_{ND} einen mittleren Oberwasserabfluss der vergangenen 2 bis 6 Tage darstellt. Diese Mittelung ist sinnvoll, weil die oberwasserbedingte Wasserstandshebung an einem Pegel im Tiderevier nicht vom aktuellen Wert in Neu Darchau abhängig ist. Dieser erreicht z. B. Hamburg erst rund 2 Tage später.

Wenn im Zuge der Erläuterungen zu den nachfolgenden Darstellungen von oberwasserabflussnormierten Stauwerten am Pegel St.Pauli gesprochen wird, dann ist damit die Differenz $ST_{RP} - b_{RP} \cdot \bar{Q}_{ND}$ gemeint. Zur Veranschaulichung der effektiven Streubreite und Kontrolle der Funktionsgüte des Steigungskoeffizienten ist a_{RP} diese Form der Darstellung am besten geeignet.

Für die in Abbildung III.1.3.2-1 (links) aufgetragenen 103 Ereignisse im Zeitraum von 11/1989 bis 04/1999 mit Stauwerten am Referenzpegel Cuxhaven von > 115 cm ergibt die durchgeführte Regressionsanalyse für b_{RP} einen Wert von 0,01 oder 10 cm/ 1000 m³, der auch dem im WADI III verwendeten Wert entspricht. Der mittlere Fehler der Streuung beträgt 17 cm.

In der Abbildung III.1.3.2-1 (rechts) sind zusätzlich die Ereignisse nach der Fahrrinnenanpassung für den Zeitraum 11/1999 bis 12/2010 dargestellt. In diesen Zeitraum fielen weitere 72 Ereignisse mit Stauwerten > 115 cm am Referenzpegel Cuxhaven.

Abb. III.1.3.2-1: Beziehung zwischen dem Stau am Pegel Cuxhaven und St.Pauli vor und nach dem Ausbau



Die Regressionsgerade für die Ereignisse nach dem Ausbau liegt etwas oberhalb der für die Daten vor dem Ausbau, d. h. der funktionale Zusammenhang zwischen dem Stau in St.Pauli und Cuxhaven hat sich gegenüber dem Zeitraum vor dem Ausbau verändert. Tendenziell gibt es bei einem größeren Stau in Cuxhaven nunmehr einen verhältnismäßig größeren Stau in St.Pauli. Diese Tendenz ist jedoch sehr gering und kann aufgrund eines Einzelereignisses zustande gekommen sein.

Damit zeigt auch diese Auswertung, dass auf Basis der bisherigen 72 eingetretenen Sturmflutereignisse nach der Fahrrinnenanpassung 1999 / 2000 statistisch keine negativen Änderungen der Stauwerte zu beobachten sind.

III.1.4 Wasserstandsentwicklung in den Nebenflüssen

Die ausbaubedingten Veränderungen der Wasserstandsverhältnisse in der Elbe setzen sich abgeschwächt auch in die Nebenflüsse hinein fort. Je nach Lage und Gestalt des Nebenflusses wirkt sich die Veränderung der Tidedynamik unterschiedlich deutlich aus. Darüber hinaus weisen die Nebenflüsse hinsichtlich der Tidedynamik unterschiedliche Charakteristiken auf, da der Tideeinfluss in der Ilmenau, Este, Schwinge und Oste "künstlich" durch Bauwerke (Wehre) mit entsprechenden Reflexionswirkungen begrenzt ist, in der Lühe, Pinnau, Krückau und Stör hingegen nicht.

Die meisten Nebenflüsse sind durch eine starke Gezeitendynamik im Mündungsbereich und stromauf durch abnehmende Wassertiefen geprägt. Die Wassertiefen nehmen zum Beispiel in Ilmenau, Este, Lühe, Pinnau und Krückau oberhalb der Einmündung in die Elbe kontinuierlich auf Werte von rund 1 bis 2 m unter MTnw ab, sodass die von der Elbe einschwingende Tide durch Reibungseinflüsse eine deutliche Dämpfung stromauf erfährt. Diese Reibungseinflüsse wirken in der Niedrigwasserphase aufgrund der dann geringen Wassertiefen in besonders intensiver Weise. Wie in der UVU beschrieben, wirken sich die ausbaubedingten Niedrigwasserabsenkungen der Tideelbe an den Mündungen der Elbn Nebenflüsse in vollem Maße aus, klingen jedoch stromauf deutlich ab. Das Tidehochwasser setzt sich dagegen nahezu in voller Größe stromauf bis zur Tidegrenze durch.

Tab. III.1.4-1: UVU-Prognose der ausbaubedingten Veränderungen der Tidewasserstände in den Elbenebenflüssen

Nebenfluss	Bereich	Δ Thw [cm]		Δ Tnw [cm]	
			"worst case"		"worst case"
Ilmenau	Ilmenau-Sperrwerk	+3 bis +4	+4	-2 bis -3	-6
	Luhemündung			- 1 bis -2	-3
	Schleuse Fahrenholz			0	0
Este	Mündung	+4	+5	-5 bis -6	-10
	Moorende			-1	-2
	Buxtehude			-1	-2
Lühe	Mündung	+ 4	+5	-5	-9
	Straßenbrücke Steinkirchen	+ 4	+5	±1	±2
	Horneburg	+ 3	+4	+1	+1
	Daudieck (Aue)	0	0	0	0
Schwinge *)	Mündung	+3	+4	-4	-7
	Straßenbrücke Klappbrücke				
	Stade			-2	-4
Ruthenstrom *)	Mündung	+2	+4	-4	-6
Wischhafener Süderelbe *)	Mündung	+1	+2	-3	-4
Oste	Mündung	0	0	-1	-2
	Hechthausen			0	0
Wedeler Au *)	Mündung	+4		-3 bis -5	
Pinnau	Mündung	+ 3	+4	-3	-7
	Uetersen	+ 3	+4	0 bis +1	±1
	Pinneberg	+ 2	+3		
	Wulfmühle	0	0	0	0
Krückau	Mündung	+3 bis +4	+4	-3	-6
	BWStr - km 3,0			0	-1
	Straßenbrücke B 5	+ 3	+3	0	0
	Straßenbrücke BAB 23	0	0		
Stör	Mündung	+1	+2	-3	-4
	Breitenburg			0	0
	Rensing				

*) Wasserstandsmessungen sind in der Schwinge, dem Ruthenstrom, der Wischhafener Süderelbe, der Wedeler Au, dem Barnkruger Loch sowie dem Gauensieker Schleusenfleth mit der Krautsander Binnenelbe im Rahmen der Beweissicherung gem. Planfeststellungsbeschluss nicht vorgesehen.

Da in der UVU, Materialband I, Bd.2 (Zusammenfassung) prognostiziert wurde, dass die maximalen Veränderungen zwischen den Werten an der Este und der Oste liegen, wurden die Wasserstandsentwicklungen an diesen Pegeln für die Zeit vor und nach dem Ausbau ausgewertet. Die Ergebnisse sind auf der DVD-1 dokumentiert.

III.1.4.1 Auswertung der Wasserstände in den Nebenflüssen nach dem Niemeyer '95 Verfahren

Tab. III.1.4.1-1 Zusammenfassung der Ergebnisse der Nebenflussauswertungen

Nebenfluss	Bereich	Δ Thw [cm]		Δ Tnw [cm]	
		2000-2004	2006-2010	2000-2004	2006-2010
Oste	Hechthausen	-1,1	-2,5	-2,7	+3,6
Ilmenau	Fahrenholz	-0,9	+2,9	-5,4	-9,8
Este	Buxtehude	Nicht auswertbar wegen zu häufiger Beeinflussung durch Sperrwerkschließungen			
Lühe	Horneburg	Nicht auswertbar wegen Versandung Pegel Horneburg			

Die Untersuchungen erheben -im Gegensatz zu denen in der Tideelbe- keine Anspruch auf konkrete Quantifizierung ausbaubedingter Änderungen. Dazu wäre auch -wie qualitativ angeführt- eine Erweiterung des Ansatzes um lokale Oberwasserwirkungen in den Nebenflüssen und gegebenenfalls Eisbildung erforderlich. Ziel des demgegenüber vereinfachten methodischen Vorgehens ist die Klärung, ob die Änderungen der Scheitel in den Nebenflüssen in der Tendenz denen in der Tideelbe entsprechen.

III.1.4.1.1 Oste

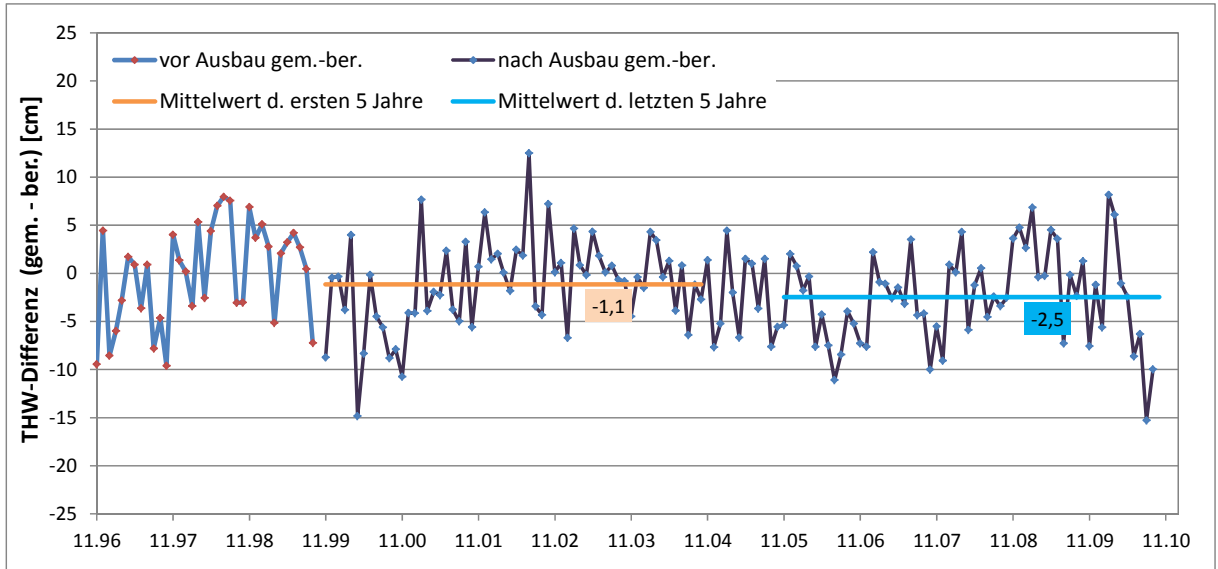
Analog zu den Auswertungen für die Tideelbe (vgl. III.1.2.) werden für diese Untersuchung die Daten eines Binnenpegels auf die ausbaubedingten Änderungen untersucht. Für die Oste ist dies der Pegel Hechthausen, der als innerer Revierpegel zur Verfügung steht. Als unbeeinflusster Referenzpegel wird auch bei dieser Berechnung der Pegel Helgoland angesehen. Der Oberwasserabfluss wird vom Pegel Neu Darchau verwendet. Als Referenzzeitraum vor dem Ausbau werden die Monate 11/1996 - 09.1999 verwendet. Der Oktober 1999 wird nicht mit berücksichtigt, da keine Scheitelwerte für den Pegel Hechthausen vorliegen.

Ein Problem bei der Datenaufbereitung besteht darin, dass diejenigen Tidescheitelwerte nicht mit berücksichtigt werden dürfen, die während Sturmfluten auftraten oder wenn das Sperrwerk in Belum aus anderen Gründen geschlossen war, da zu erwarten ist, dass eine Sperrwerksschließung die Wasserstände des Binnenpegels beeinflusst. Die Sperrwerksschließzeiten ab 1999 wurden vom WSA Cuxhaven digital zur Verfügung gestellt. Für den Zeitraum davor können für die Filterung der Tidehochwasserscheitel Sperrwerksschließungen immer dann angenommen werden, wenn der Außenwasserstand am Pegel Belum über die Kote von +750 cm PN angestiegen ist oder aber über die Kote von 700 cmPN, wenn gleichzeitig am Binnenpegel Hechthausen der Wasserstand um mehr als 50 cm niedriger auftrat. Mit dieser Annahme können die Tidehochwasserdaten auch vor der Einführung eines digitalen Sperrwerks-Logbuchs weitestgehend von den Sperrwerksschließungen während der Sturmfluten bereinigt werden.

Nach dem Bereinigen der Datenreihen sowohl des Revier- als auch des Referenzpegels von den durch Sperrwerksschließungen betroffenen Scheitelwerten wurden aus den restlichen Werten Monatsmittelwerte berechnet und die multiple Regression mit den so gewonnenen 35 Werten des Referenzzeitraums durchgeführt.

Extreme Ausreißer resultieren trotz vorausgegangener Filterung der Sturmflutereignisse insbesondere in den Monaten Januar 1997 sowie Januar/Februar 2010. Eine intensivere Analyse der möglichen Ursachen zeigt innerhalb dieser Monate zusammenhängende Perioden von mehreren Tagen, in denen das Tidehochwasser am Pegel Hechthausen auch bei mittleren Verhältnissen deutlich unterhalb des Thw am Pegel Belum verbleibt. Gleichzeitig kann eine deutliche Verlängerung der Thw-Laufzeit von im Mittel etwa 2 Stunden auf 3-4 Stunden beobachtet werden. Ein Blick auf die meteorologischen Randbedingungen zeigt für diese Perioden extrem niedrige Temperaturen von unter -10°C auf, die vermutlich zu einer Eisbedeckung der Oste geführt hat, was in den Pegelaufzeichnungen leider nicht verzeichnet ist. Über die ungewöhnliche Laufzeitverlängerung lassen sich die beeinflussten Zeiten aber relativ scharf abgrenzen und ebenso herausfiltern. Durch die Filterung der beeinflussten Thw-Scheitel konnte die ursprüngliche Streuung der Differenzen „gemessenberechnet“ deutlich reduziert werden mit einer Standardabweichung von 5,4 cm. Der Mittelwert der Differenzen zwischen Beobachtung und statistischem Modell über den Gesamtzeitraum nach Ausbau beträgt -1,8 cm und der Mittelwert der letzten fünf Jahre -2,5 cm.

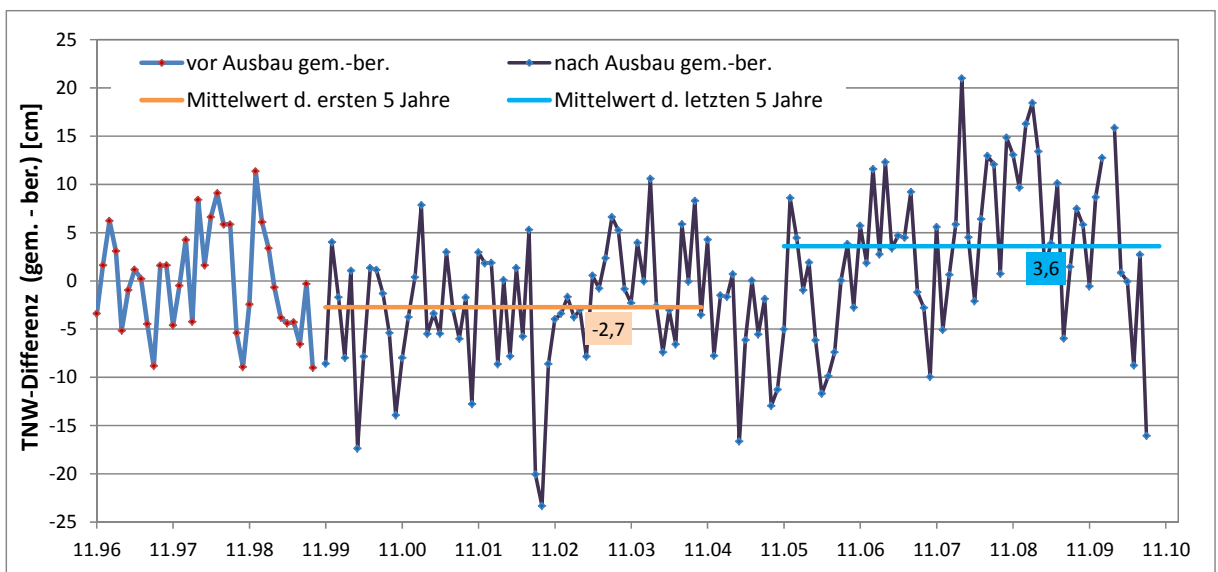
Abb. III.1.4.1.1-1: Ergebnisse Thw Hechthausen



Das Ergebnis der Auswertungen für das Thw Oste ist in der Abb. III.1.4.1.1-1 dargestellt.

Im Gegensatz zu den Hochwasserscheiteln lässt sich eine mögliche Beeinflussung der Tideniedrigwasserstände durch die Sperrwerksschließungen bei einer vorausgegangenen Sturmflut für die Zeit vor Einführung des digitalen Logbuchs nicht durch Kriterien auf Basis des Wasserstandes erkennen. Darüber hinaus ist zu erwarten, dass der Einfluss des fluvialen Abflusses der Oste nach ausgiebigen Regenfällen auf die Tideniedrigwasserstände auf Grund des geringeren Fließquerschnitts hier deutlich größer ist als bei den Thw-Scheiteln. Somit sind die etwas größeren Streuungen der Monatsmittelwerte leicht erklärbar (Abb. III.1.4.1.1-2). Der Mittelwert der Differenz zwischen Beobachtung und statistischem Modell über den Zeitraum der ersten fünf Jahre nach Ausbau beträgt bei den zuvor gesagten Einschränkungen -2,7 cm und der Mittelwert der letzten 5 Jahre +3,6 cm. Im Mittel über den Gesamtzeitraum nach Ausbau beträgt die Differenz -0,1 cm.

Abb. III.1.4.1.1-2: Ergebnisse Tnw Hechthausen

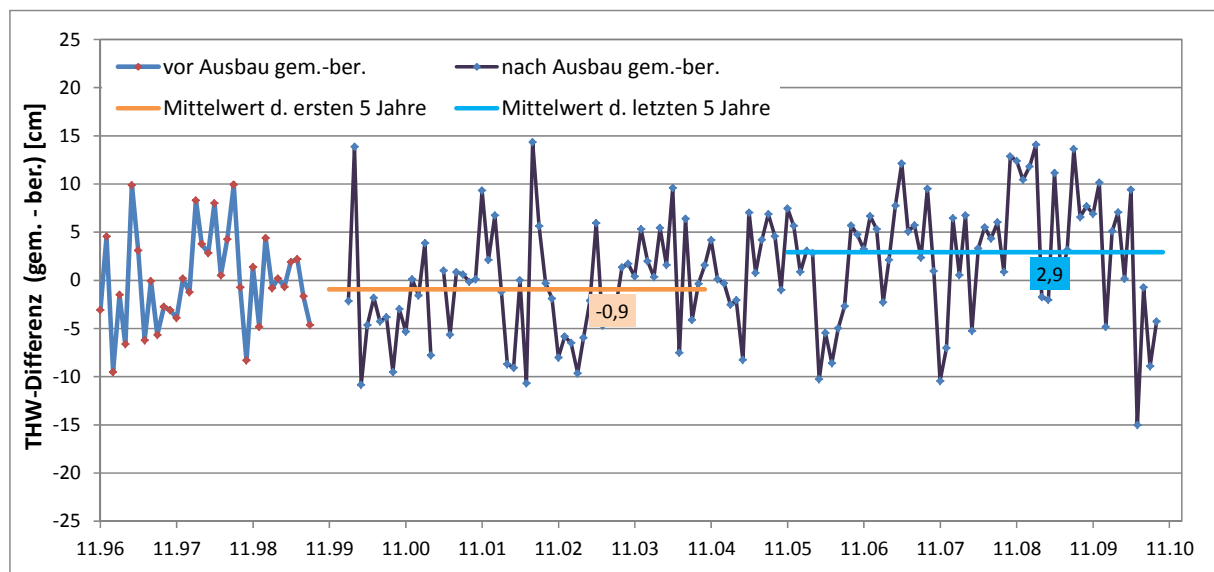


III.1.4.1.2 Ilmenau

Der Referenzpegel für die Ilmenau ist Fahrenholz. Ansonsten werden die übrigen Daten (Helgoland, Neu Darchau) wie gehabt verwendet. Da die Sperrwerkschließungen ausschließlich vom NLWKN handschriftlich ins Schleusenbuch eingetragen werden, wurden diejenigen Scheitelwerte nicht mit in die Monatsmittelwerte genommen, bei denen der Außenwasserstand während des Hochwassers den Sperrwerksschließwasserstand von 800 cmPN überschritt. Da diese Kote am Außenpegel Ilmenau nicht nur bei Sturmfluten sondern auch schon bei Hochwassern der Elbe mit einem Abfluss von 1.500 bis 2.000 m³/s überschritten wird, werden durch diesen Filter deutlich mehr Ereignisse gefiltert als bei der Oste. Im Referenzzeitraum beträgt die gefilterte Quote ca. 7% bei den Tidehochwässern. Die Regression im Referenzzeitraum wurde für den Zeitraum 10/1996 – 08/1999 durchgeführt, da für den Pegel Fahrenholz zwischen 09/1999 und 01/2000 keine Daten vorliegen.

Auch hier sind bei der Auswertung der Tidehochwässer große Schwankungen zu erkennen (s. Abb. III.1.4.1.2-1). Der Mittelwert der Differenzen zwischen Beobachtung und statistischem Modell über den Gesamtzeitraum nach Ausbau beträgt 1 cm, der der letzten fünf Jahre 2,9 cm. Innerhalb der ersten fünf Jahre nach Ausbau waren es noch -0,9 cm.

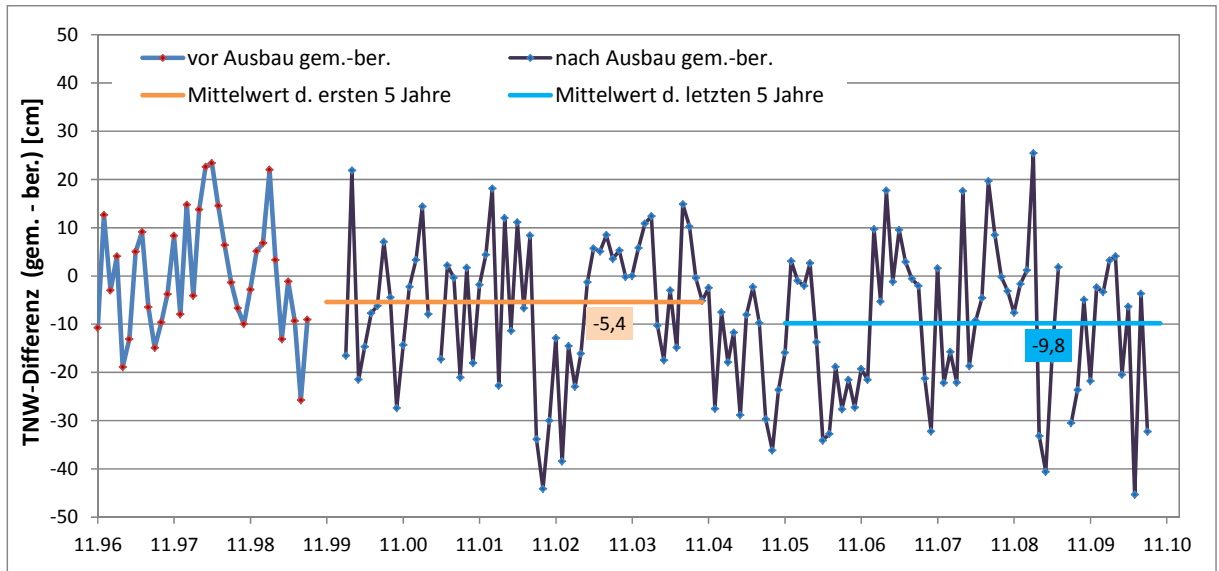
Abb. III.1.4.1.2-1: Ergebnisse Thw Fahrenholz



Für das Tideniedrigwasser wurde die Auswertung ebenso durchgeführt. Hier ist festzustellen, dass die Schwankungsbreite der Differenzwerte viel weiter liegt und zwar zwischen +30 cm und -50 cm (s. Abb. III.1.4.1.2-2). Der Mittelwert der Differenzen zwischen Beobachtung und statistischem Modell über den Gesamtzeitraum nach Ausbau beträgt hier -8,5 cm und der der letzten 5 Jahre -9,8 cm.

Man muss dazu aber anmerken, dass die Filterung möglicher Beeinflussung durch Sperrwerksschließungen für die Tideniedrigwässer alleine über das Wasserstandsniveau am Außenpegel sicher nicht hinreichend genau ist, deshalb wurde über zusätzliche Annahmen wie Niederschläge, Eisbildung und scheinbar auch gelegentliche Niedrigwasserstauhaltungen weiter gefiltert. Möglicherweise führen diese vielfältigen, vom Verfahren nicht erfassten Randbedingungen zu stärkeren Streuungen in der Ergebnisdarstellung.

Abb. III.1.4.1.2-2: Ergebnisse Tnw Fahrenholz



III.1.4.1.3 Este

Der Wasserstand der Este wird zum einen durch das oben bereits erwähnte Wehr und dessen Reflexionseigenschaften beeinflusst, zum anderen durch den Betrieb von zwei Sperrwerken: dem inneren und dem äußeren Estesperwerk. Das äußere Estesperwerk wird ab Außenwasserständen von 2,60 mNN geschlossen (Beginn Schließvorgang ab ca. 2,40 mNN). Das innere Estesperwerk soll verhindern, dass die Estedeiche der zweiten Deichlinie zwischen Buxtehude und dem Inneren Este-Sperwerk durch Sturmfluten oder das Zusammentreffen hoher Oberwasserzuflüsse mit ungünstigen Tiden überflutet werden. Es befindet sich ca. 800 m oberhalb des bekannteren äußeren Este-Sperwerks und wird ca. 3 mal häufiger geschlossen.

Digitale Wasserstandsaufzeichnungen liegen für den Pegel Buxtehude ab Nov. 1997 vor und in diesen Aufzeichnungen ist vermerkt, welche Scheitelwasserstände von Schließungen des inneren Sperrwerkes oder des Wehres beeinflusst sind. In dem Zeitraum Nov. 1997 bis Oktober 1999 (also dem digital vorliegenden Referenzzeitraum) sind ca. 27% der Tidehochwasserscheitelwerte für diese Auswertungen nicht zu verwenden (in einigen Monaten sind bis zu 65% der Werte beeinflusst). Hinzu kommen, wie bei den anderen Nebenflüssen auch, weitere beeinflusste Wasserstände durch andere meteorologische Ereignisse.

So muss zusammenfassend festgestellt werden, dass keine ausreichende Datengrundlage vorhanden ist, um qualitativ abgesicherte Ergebnisse berechnen zu können.

III.1.4.1.4 Lühe

An der Lühe muss leider festgestellt werden, dass der Pegel Horneburg in der Vergangenheit stark von Versandungen betroffen war und dass verlässliche Daten erst wieder ab 2008 zur Verfügung gestellt werden. Somit liegen keine Daten für den Referenzzeitraum und große Teile des Zeitraums nach Ausbau vor. Somit sind für die Lühe keine Auswertungen möglich.

III.2 Ausbaubedingte Wirkungen auf Strömungen und Durchflüsse

Parameter	Prognose der UVU	Eingetretene Ausbauwirkung	Wirkung geht über die UVU-Prognose hinaus
Strömungsgeschwindigkeit Hauptelbe	in der Fahrrinne Erhöhung um 0 bis 3 cm/s, vereinzelt 5 cm/s; seitlich der Fahrrinne Geschwindigkeitsabnahmen von 0 bis 3 cm/s (UVU Textband S. 9.1 - 5)	Trend an Dauermessstationen: teilweise Zu-, teilweise Abnahmen; hierbei Überlagerung von Ausbau- und anderen (lokalen) Einwirkungen	nein
Strömungsgeschwindigkeit Nebenflüsse	leichte Erhöhungen aufgrund von Tidehubverstärkungen	messbare ausbaubedingte Änderungen sind nicht erkennbar	nein
Durchflüsse Querprofile (D1 bis D4)	-	keine ausbaubedingten Veränderungen erkennbar	-

In der UVU zur letzten Fahrrinnenanpassung wurde ermittelt, dass sich die Strömungsgeschwindigkeiten in der Elbe durch den Fahrrinneausbau nur geringfügig ändern werden. Prognostiziert wurden ausbaubedingte Änderungen in der Größenordnung von 0 bis 3 cm/s, an einzelnen besonderen Stellen bis zu 5 cm/s. Für die Hauptrinne der Elbe wurden überwiegend Geschwindigkeitszunahmen, für die Seitenbereiche Abnahmen vorhergesagt. Grundsätzlich lassen sich aus den nachfolgend vorgestellten Messergebnissen Trends der Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit ermitteln. Ein rechnerisches Herausfiltern möglicher ausbaubedingter Änderungen ist jedoch aufgrund der hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität der Einflussfaktoren nicht möglich. Erschwerend kommt hinzu, dass Vergleichsdaten aus den Jahren vor der Baumaßnahme (1997/1998) nur in geringem Umfang vorliegen.

Festhalten lässt sich, dass die bislang ausgewerteten Messergebnisse der Beweissicherung - bei natürlich auftretenden starken Schwankungen - teilweise Zunahmen, teilweise Abnahmen der Strömungsgeschwindigkeiten aufweisen, wobei sich Ausbau- und andere (lokale) Einflüsse überlagern. Hinweise darauf, dass die in der UVU prognostizierten ausbaubedingten Änderungen der Strömungsgeschwindigkeiten übertroffen werden, lassen sich aus den Messdaten nicht ableiten.

Alle Ergebnisdarstellungen zu den Strömungsuntersuchungen sind auf der beiliegenden DVD-1 enthalten bzw. über die INTERNET-Adresse www.portal-tideelbe.de verfügbar.

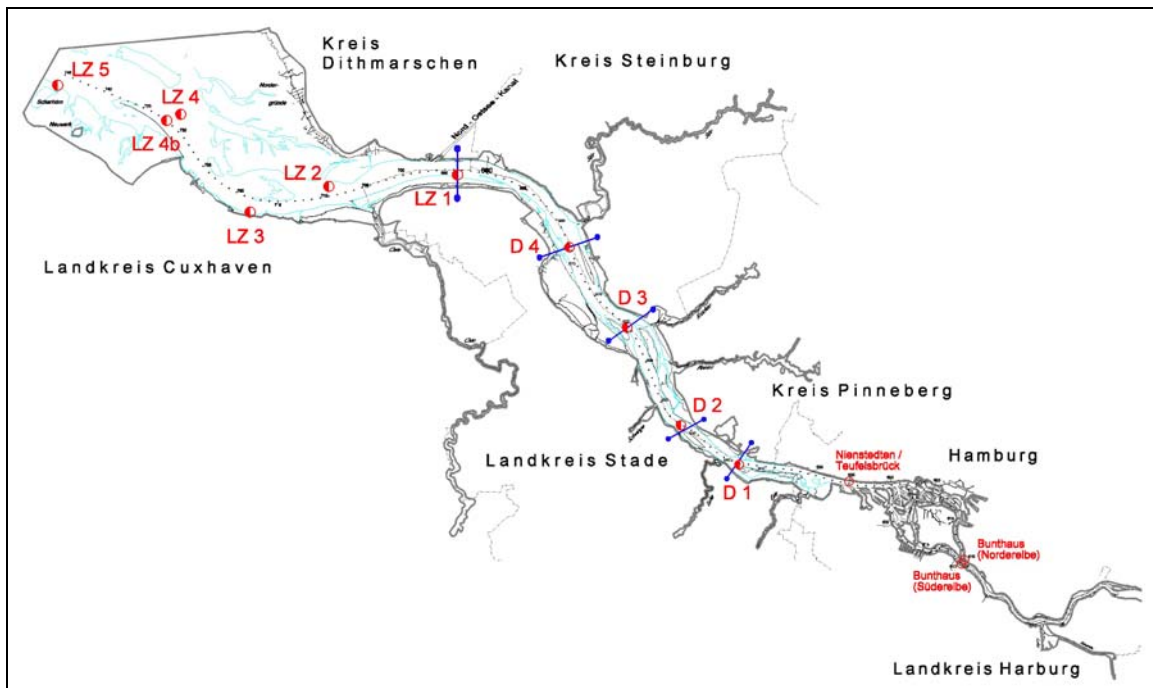
III.2.1 Strömungsmessungen in der Hauptelbe

In der Hauptelbe werden gemäß PFB seit 1998 Dauerströmungsmessungen an den Stationen D1 bis D4 (WSA Hamburg) sowie seit 2000/2004 in Bunthaus und Nienstedten/Teufels-brück (HPA) durchgeführt (Stand: Juli 2011). Weiterhin wurden in der Vergangenheit beginnend in 1997 folgende Messstationen im Amtsbereich des WSA Cuxhaven betrieben: LZ5 (bis Mitte 2005); LZ2, LZ3 und LZ4b (bis Mitte 2006); LZ1 und LZ4 (bis Mitte 2009). Die Messungen mussten aufgrund zur geringer Wassertiefen (Versandung im Bereich der Messpfähle) bzw. an der Station LZ4b aufgrund zu großer Wassertiefe (Standortsicherheitsgefährdung des Messpfahls) eingestellt werden.

An den Stationen LZ1 sowie D1 bis D4 werden zudem einmal jährlich über eine Tide Querprofilmessungen durchgeführt, aus denen ein horizontales Strömungsprofil ermittelt werden kann. Im Amtsbereich Cuxhaven (LZ1) erfolgt dies seit 1998, im Amtsbereich Hamburg (D1 bis D4) seit 2006 mit einem ADCP-Gerät (moving boat - Methode). Vor 2006 wurden die jährlichen Querprofilmessungen an D1 bis D4 mit einer Vielzahl von (Punkt-)Messgeräten durchgeführt.

Die Lage der zumeist am Rand der Hauptrinne liegenden Messstationen und der Querprofile ist in Abbildung III.2.1-1 dargestellt.

Abb. III.2.1-1: Dauerströmungsmessstationen (Übersicht)



III.2.1.1 Dauermessungen

Die Strömungsmessungen an den Stationen LZ1 bis LZ5 (WSA Cuxhaven) erfolgten zum Teil mit mechanischen und zuletzt zum Teil mit akustischen Messverfahren. Die Daten wurden über je ein Gerät in einer Höhe von 2,5 m über der Gewässersohle erfasst.

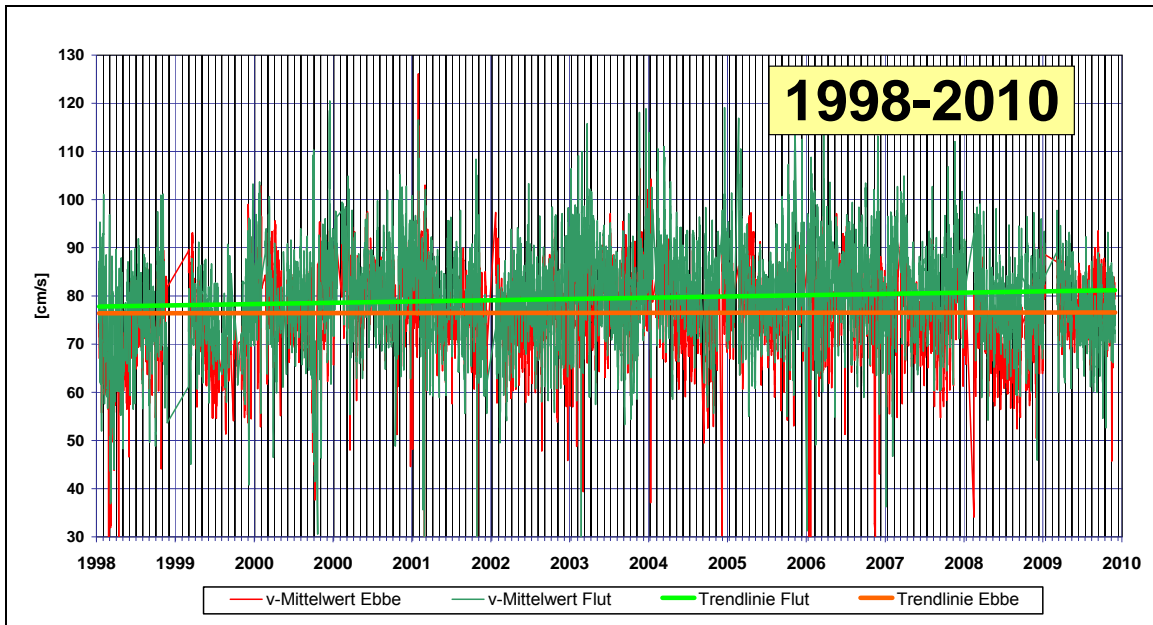
An den Stationen D1 bis D4 sowie Bunthaus und Nienstedten / Teufelsbrück erfolgen die Messungen seit Beginn fast ausschließlich mittels akustischer Verfahren. Die Messstellen D1 bis D4 verfügen über zwei Messgeräte je Lotrechte (50 cm unter dem aktuellen Wasserspiegel und ca. 100 cm über Sohle). Im Gegensatz zu den Punktmessungen der WSÄ misst HPA die Fließgeschwindigkeit in einer Ebene des Querschnittes. Die Messebene liegt in Bunthaus auf einer Höhe von ca. -2,78 m NHN (Sohlhöhe -6,00 m NHN) und in Teufelsbrück auf ca. -4,60 m NHN (Sohlhöhe -17,50 m NHN).

Zur Beurteilung der Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeiten werden bzw. wurden für alle genannten Stationen Zeitreihen der mittleren und maximalen Geschwindigkeiten je Halbtide (v_{MW} , v_{max}) geführt. Als Beispiel zeigt Abbildung III.2.1.1-1 die Zeitreihen v_{MW} für das oberflächennahe Messgerät an der Station D2 sowie zugehörige Trendlinien (Ermittlung mittels linearer Regression). Für den Amtsbereich Cuxhaven wurde alternativ hierzu ein Vergleich der mittleren Strömungsverhältnisse anhand repräsentativer („mittlerer“) Tiden vorgenommen. Grundlage dieses „Einzeltidenverfahrens“ ist der Gewässerkundliche Bericht Nr. 2/2003 des WSA Cuxhaven „Besonderheiten von Langzeitströmungsmessungen und Einzeltiden“ (HANSEN, 2003; vgl. DVD Materialien).

Beim Einzeltidenverfahren werden zunächst Tiden bestimmt, deren Wasserstandsverläufe dem mittleren Wasserstandsverlauf im zu betrachtenden Jahr nahe kommen. Oder anders ausgedrückt: Es werden „typische“ 1-Tiden-Zeitserien eines Jahres ausgewählt, die den zugehörigen mittleren Wasserstandsverlauf des Jahres charakterisieren. Da die einlaufen-

de Tide in der Nordsee die Hauptursache für die Strömungen in der Elbe ist, kann erwartet werden, dass eine mittlere Tidewelle auch mittlere Strömungsverhältnisse „produziert“. Vorteil der Einzeltidenauswertung ist, dass eine Filterung der Gesamtdaten erfolgt. Bei der Ermittlung von Trendlinien werden nicht mehr die stark variierenden Strömungsmittelwerte aller Halbtiden angesetzt, sondern die Mittelwerte ausgewählter repräsentativer Einzeltiden.

Abb. III.2.1.1-1: Zeitreihe der mittleren Geschwindigkeit v_{mw} je Halbtide für die Station D2 (1998-2010)



Da die Auswertungen für den Amtsbereich Cuxhaven im Ergebnis (vgl. Darstellung auf der beiliegenden DVD bzw. unter www.portal-tideelbe.de) zeigen, dass die Zeitreihen der mittleren Geschwindigkeiten aller Halbtiden und die Zeitreihen der mittleren Geschwindigkeiten ausgewählter repräsentativer Halbtiden vergleichbare Trendentwicklungen aufweisen, erfolgt nachfolgend eine ausschließliche Betrachtung der Zeitreihen für alle Halbtiden, wobei für diese Betrachtung für den vorliegenden Bericht eine tabellarische Form gewählt wurde. Wesentlich für die Entscheidung, sich auf die Zeitreihen aller Halbtiden zu fokussieren, war die Annahme, dass die Anwendung des Einzeltidenverfahrens weiter stromauf aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Flachwassertiden und Reflexion sowie schließlich des Oberwassereinflusses zunehmend schwieriger ist.

Bei der Trendbetrachtung für die Zeitreihen wird in Kauf genommen, dass hier eine starke Vereinfachung erfolgt. Erwartungsgemäß deuten die Korrelationskoeffizienten der linearen Regressionen auf einen nicht-linearen Zusammenhang und mehrere Einflussfaktoren hin. Eine weitergehende mathematische Beschreibung ist aber – insbesondere aufgrund der (klein- wie großräumigen) morphologischen Einflüsse – schwerlich möglich. Aus wissenschaftlicher Sicht mag das Vorgehen unbefriedigend sein, es ist jedoch zielführend im Hinblick auf die Überprüfung der UVU-Prognose im Sinne der Beweissicherung.

Die wesentlichen Charakteristika der Zeitreihen (alle Halbtiden) sowie die ermittelten Trends für die mittleren und maximalen Strömungsgeschwindigkeiten sind in den Tabellen III.2.1.1-1a bis III.2.1.1-1d zusammengefasst (die Angaben zu den Stationen D1 bis D4 beziehen sich auf die oberflächennahen Messgeräte). Die in Tabelle III.2.1.1-1 aufgeführten Steigungen zu den Trendlinien entsprechen dem Quotienten Strömungsgeschwindigkeitsänderung [cm/s] zu Messjahr [a]. Die Streuungen sollen in der tabellarischen Übersicht die hohen Unsicherheiten verdeutlichen, mit denen die ermittelten Trends behaftet sind. Ergänzend sei auf die verfügbaren graphischen Darstellungen auf der DVD bzw. unter www.portal-tideelbe.de verwiesen.

Bei den im Außenelbebereich liegenden Stationen LZ1 bis LZ5 lässt die Datenanalyse mit Ausnahme von LZ4b durchgängig Abnahmen erkennen, deren Ursache vorrangig in der natürlichen Sedimentdynamik im Mündungstrichter bzw. lokalen morphologische Veränderungen zu suchen sein dürfte (Wechselwirkungen zwischen Strömungen und Gewässerbettänderungen; lokale Versandungen im Bereich der Messpositionen). Die Messposition LZ4b musste – wie bereits eingangs erwähnt – aufgrund zu großer Wassertiefen (Standortsicherheitsgewährung des Messpfahls) aufgegeben werden. Entsprechend erklären sich auch die Geschwindigkeitszunahmen.

Die mittleren Flutstromgeschwindigkeiten v_{MW} bewegen sich um Mittelwerte von 50,6 cm/s bis 79,2 cm/s, die mittleren Ebbestromgeschwindigkeiten liegen im Bereich 30,6 cm/s bis 76,8 cm/s.

Tab. III.2.1.1-1a: Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen LZ4, LZ4b und LZ5

Station	LZ5	LZ4b	LZ4
Elbe-km	745,1	731,4	731,1
Zeitraum	1997 bis 5/2005	1997 bis 8/2006	1997 bis 5/2009
Charakteristika der Zeitreihen v_{MW}			
<u>Flutströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{MW} , Zeitraum ¹⁾	50,6	62,2	59,8
Streuung der Werte v_{MW} ³⁾	10,2	7,3	8,3
<u>Ebbeströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{MW} , Zeitraum ¹⁾	30,6	76,8	58,6
Streuung der Werte v_{MW} ³⁾	3,7	9,9	8,1
Trend mittlere Strömungsgeschwindigkeit			
Flutströmung	Abnahme	Zunahme	Abnahme
Ebbeströmung	Abnahme	Zunahme	Abnahme
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	-1,46	+0,26	-0,80
Steigung Trendlinie Ebbeströmung [cm/(s·a)]	-0,88	+0,29	-1,61
Charakteristika der Zeitreihen v_{max}			
<u>Flutströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{max} , Zeitraum ²⁾	95,4	103,1	108,3
Streuung der Werte v_{max} ³⁾	23,7	13,0	17,2
<u>Ebbeströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{max} , Zeitraum ²⁾	48,3	122,7	92,7
Streuung der Werte v_{max} ³⁾	6,0	15,1	13,5
Trend maximale Strömungsgeschwindigkeit			
Flutströmung	Abnahme	Zunahme	Abnahme
Ebbeströmung	Abnahme	Zunahme	Abnahme
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	-1,8	+1,2	-0,6
Steigung Trendlinie Ebbeströmung [cm/(s·a)]	-1,0	+1,9	-1,3

1) Mittelwert aus allen Werten pro Halbperiode v_{MW} im untersuchten Zeitraum

2) Mittelwert aus allen Werten pro Halbperiode v_{max} im untersuchten Zeitraum

3) Mittlere Abweichung von den ermittelten Trendlinien (lin. Regression)

Tab. III.2.1.1-1b: Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen LZ1, LZ2 und LZ3

Station	LZ3	LZ2	LZ1
Elbe-km	718,2	708,9	693,6
Zeitraum	1997 bis 8/2006	1997 bis 8/2006	1997 bis 8/2009
Charakteristika der Zeitreihen v_{MW}			
<u>Flutströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{MW} , Zeitraum ¹⁾	57,1	79,2	60,0
Streuung der Werte v_{MW} ³⁾	5,7	11,3	8,3
<u>Ebbeströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{MW} , Zeitraum ¹⁾	61,6	64,3	51,0
Streuung der Werte v_{MW} ³⁾	8,0	10,0	4,9
Trend mittlere Strömungsgeschwindigkeit			
Flutströmung	Abnahme	Abnahme	Abnahme

Station	LZ3	LZ2	LZ1
Elbe-km	718,2	708,9	693,6
Zeitraum	1997 bis 8/2006	1997 bis 8/2006	1997 bis 8/2009
Ebbeströmung	Abnahme	Abnahme	Abnahme
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	-1,6	-4,5	-0,6
Steigung Trendlinie Ebbeströmung [cm/(s·a)]	-0,4	-2,6	-1,1
Charakteristika der Zeitreihen v_{max}			
<u>Flutströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{max} , Zeitraum ²⁾	91,7	140,4	99,6
Streuung der Werte v_{max} ³⁾	9,4	21,8	16,3
<u>Ebbeströmung [cm/s]</u>			
Mittelwert v_{max} , Zeitraum ²⁾	101,2	105,9	75,7
Streuung der Werte v_{max} ³⁾	14,3	19,7	9,1
Trend maximale Strömungsgeschwindigkeit			
Flutströmung	Abnahme	Abnahme	Abnahme
Ebbeströmung	kein Trend	Abnahme	Abnahme
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	-2,7	-6,8	-0,6
Steigung Trendlinie Ebbeströmung [cm/(s·a)]	+0,03	-3,1	-1,2

- 1) Mittelwert aus allen Werten pro Halbtide v_{MW} im untersuchten Zeitraum
 2) Mittelwert aus allen Werten pro Halbtide v_{max} im untersuchten Zeitraum
 3) Mittlere Abweichung von den ermittelten Trendlinien (lin. Regression)

Für die Stationen D1 bis D4 ist – verglichen mit den Stationen LZ1 bis LZ5 im Außenelbebereich – von einer geringeren „morphologischen Dynamik“ auszugehen. Eine Ausnahme stellt die Messposition D4 dar, wo aufgrund der Errichtung der Baggergutablagerungsflächen Krautsand Nord und Süd sowie Veränderungen im Bereich Brammer Bank / vorgelagerter Gewässerabschnitt Richtung Fahrrinne / Wischhafener Fahrwasser von Stromstrichverlagerungen für Ebbe und Flut auszugehen ist. Auch sind für die Messposition D1 Verlagerungen des Stromstrichs bei Ebbe sowie Verringerungen der Ebbestromgeschwindigkeiten aufgrund der Entwicklungen im Bereich Mühlenberger Loch / Hahnöfer Nebelbe (u.a. DASA-Erweiterung und zugehörige Ausgleichsmaßnahmen Hahnöfer Sand) sowie der Errichtung des Sedimentfangs Wedel in 2008 anzunehmen.

Für alle übrigen Messungen (D3, D2, D1 – Flutströmung) wurden in den begleitenden Querprofilmessungen (vgl. hierzu auch nachfolgenden Abschnitt) keine signifikanten Stromstrichverlagerungen beobachtet. Die Datenanalyse ergibt für diese Stationen Zunahmen, die sich im Rahmen der UVU-Prognose bewegen, bzw. keine signifikanten Trends (Anmerkung: Trendentwicklungen mit Steigungen $\leq 0,1$ cm/(s·a) wurden als „kein Trend“ gewertet). Die mittleren Flutstromgeschwindigkeiten v_{MW} bewegen sich um Mittelwerte (Zeitraum 1998 bis 2010) von 71,9 cm/s bis 87,3 cm/s, die mittleren Ebbestromgeschwindigkeiten liegen im Bereich 49,6 cm/s bis 90,9 cm/s.

Tab. III.2.1.1-1c: Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen D1, D2, D3 und D4

Station	D4 (oberfl.)	D3 (oberfl.)	D2 (oberfl.)	D1 (oberfl.)
Elbe-km	676,5	664,7	651,3	643,0
Zeitraum	1998 bis 2010	1998 bis 2010	1998 bis 2010	1998 bis 2010
Charakteristika der Zeitreihen v_{MW}				
<u>Flutströmung [cm/s]</u>				
Mittelwert v_{MW} , Zeitraum ¹⁾	85,2	87,3	79,5	71,9
Streuung der Werte v_{MW} ³⁾	7,8	8,1	7,5	6,4
<u>Ebbeströmung [cm/s]</u>				
Mittelwert v_{MW} , Zeitraum ¹⁾	86,1	90,9	76,5	49,6
Streuung der Werte v_{MW} ³⁾	7,0	7,6	6,9	5,4
Trend mittlere Strömungsgeschwindigkeit				
Flutströmung	Zunahme	kein Trend	Zunahme	kein Trend
Ebbeströmung	Abnahme	Zunahme	kein Trend	Abnahme
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	+1,4	-0,1	+0,3	+0,1
Steigung Trendlinie Ebbeströmung [cm/(s·a)]	-0,3	+0,3	+0,02	-1,0
Charakteristika der Zeitreihen v_{max}				

Station	D4 (oberfl.)	D3 (oberfl.)	D2 (oberfl.)	D1 (oberfl.)
Elbe-km	676,5	664,7	651,3	643,0
Zeitraum	1998 bis 2010	1998 bis 2010	1998 bis 2010	1998 bis 2010
Flutströmung [cm/s]				
Mittelwert $v_{\max, \text{Zeitraum}}^{2)}$	130,7	132,0	125,4	119,6
Streuung der Werte $v_{\max}^{3)}$	10,3	11,8	12,1	12,6
Ebbeströmung [cm/s]				
Mittelwert $v_{\max, \text{Zeitraum}}^{2)}$	124,4	127,4	115,7	76,2
Streuung der Werte $v_{\max}^{3)}$	9,2	9,7	11,0	5,9
Trend maximale Strömungsgeschwindigkeit				
Flutströmung	Zunahme	kein Trend	Zunahme	kein Trend
Ebbeströmung	Abnahme	Zunahme	Abnahme	Abnahme
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	+0,8	+0,1	+0,2	+0,1
Steigung Trendlinie Ebbeströmung [cm/(s·a)]	-0,8	+0,7	-0,4	-0,3

1) Mittelwert aus allen Werten pro Halbtide v_{MW} im untersuchten Zeitraum

2) Mittelwert aus allen Werten pro Halbtide v_{\max} im untersuchten Zeitraum

3) Mittlere Abweichung von den ermittelten Trendlinien (lin. Regression)

Im Vergleich zu vorherigen Beweissicherungsberichten (d.h. kürzeren Zeitreihen) weisen die Zeitreihen 1998 bis 2010 geringere Steigungen in den Trendlinien auf. Nicht nur für D1 bis D4 sind seit 2007 im Mittel geringere Strömungsgeschwindigkeiten erfasst worden, sondern auch für die Langzeitmessstationen im Amtsbereich des WSA Cuxhaven (LZ1, LZ4). Grund hierfür könnten u.a. eine geringere Sturmfluthäufigkeit gegenüber den Vorjahren sowie höhere Oberwasserabflüsse sein. Möglich sind auch Einflüsse der Nodaltide. In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die starke Streuung in den Zeitreihen hingewiesen und an die eingangs getätigte Aussage erinnert, dass ein „rechnerisches Herausfiltern möglicher ausbaubedingter Änderungen [...] aufgrund der hohen zeitlichen und räumlichen Variabilität der Einflussfaktoren“ nicht möglich ist.

Tab. III.2.1.1-1d: Entwicklung der Strömungsgeschwindigkeit an den Dauermessstationen Bunthaus Nord, Süd und Nienstedten / Teufelsbrück/

Station	Bunthaus/ Norderelbe	Bunthaus/ Süderelbe	Nienstedten / Teufelsbrück ⁴⁾
Elbe-km	609,2	609,2	630,7
Zeitraum	2000 bis 2010	2000 bis 2010	2000 bis 2010
Charakteristika der Zeitreihen v_{MW}			Die Datenmenge ist für eine Analyse der Entwicklung des Beweissicherungszeitraumes nicht ausreichend.
Flutströmung [cm/s]			
Mittelwert $v_{MW, \text{Zeitraum}}^{1)}$	38,1	46,9	
Streuung der Werte $v_{MW}^{3)}$	9,8	13,7	
Ebbeströmung [cm/s]			
Mittelwert $v_{MW, \text{Zeitraum}}^{1)}$	70,4	87,6	
Streuung der Werte $v_{MW}^{3)}$	5,4	5,6	
Trend mittlere Strömungsgeschwindigkeit			
Flutströmung	Abnahme	Kein Trend	
Ebbeströmung	Kein Trend	Zunahme	
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	-0,4	-0,02	
Steigung Trendlinie Ebbeströmung [cm/(s·a)]	+0,02	0,5	
Charakteristika der Zeitreihen v_{\max}			
Flutströmung [cm/s]			
Mittelwert $v_{\max, \text{Zeitraum}}^{2)}$	52,7	64,4	
Streuung der Werte $v_{\max}^{3)}$	12,5	18,0	
Ebbeströmung [cm/s]			
Mittelwert $v_{\max, \text{Zeitraum}}^{2)}$	86,3	107,0	
Streuung der Werte $v_{\max}^{3)}$	9,5	7,6	
Trend maximale Strömungsgeschwindigkeit			
Flutströmung	Abnahme	Zunahme	
Ebbeströmung	Zunahme	Zunahme	
Steigung Trendlinie Flutströmung [cm/(s·a)]	-0,5	0,00	

Station	Bunthaus/ Norderelbe	Bunthaus/ Süderelbe	Nienstedten / Teufelsbrück ⁴⁾
Elbe-km	609,2	609,2	630,7
Zeitraum	2000 bis 2010	2000 bis 2010	2000 bis 2010
Steigung Trendlinie Ebbestromung [cm/(s·a)]	+0,3	+0,7	

1) Mittelwert aus allen Werten pro Halbtide v_{MW} im untersuchten Zeitraum

2) Mittelwert aus allen Werten pro Halbtide v_{max} im untersuchten Zeitraum

3) Mittlere Abweichung von den ermittelten Trendlinien (lin. Regression)

4) Datenmenge reicht nur bis 2008, daher ist eine Auswertung der Entwicklung von 2000 bis 2010 nicht möglich

Die Messstationen Bunthaus/Norderelbe und Bunthaus/Süderelbe liegen nur ca. 25 km vom Wehr Geesthacht entfernt und sind daher stark vom Oberwasserabfluss beeinflusst. Die Ebbe- und Flutstromdauern sind ebenso von der Oberwassermenge abhängig wie die Strömungsgeschwindigkeiten. So bildet sich während hoher Abflüsse kein Flutstrom aus. Es ist nicht möglich, Veränderungen dieser Parameter aufgrund des Fahrrinnenausbaus festzustellen.

Weiterhin liegen für die Stationen Bunthaus/Süderelbe und Nienstedten/Teufelsbrück nur wenige Daten vor, da diese langfristig wegen Umbaumaßnahmen und Havarien ausgefallen waren. So liegen für die Station Nienstedten/Teufelsbrück kontinuierliche Daten nur von 2004 bis 2008 vor (seit 2009 liegen aufgrund von Geräteausfällen nur lückenhafte Datenbestände vor) und für Bunthaus/Süderelbe fehlen die Datenbestände für die Jahre 2003 und 2004.

III.2.1.2 Querprofilmessungen

Wie bereits zu Beginn dieses Kapitels erwähnt, wurden die nach PFB einmal jährlich durchzuführenden Querprofilmessungen an den Stationen D1 bis D4 (WSA Hamburg) bis einschließlich 2005 mittels einer Vielzahl von Messgeräten vorgenommen. Hierbei wurden über eine Tide an mehreren Positionen im Querprofil je nach Wassertiefe und Lage bis zu 4 Messgeräte in einer Lotrechten angeordnet. Zeitgleich erfolgte die Aufnahme eines aktuellen Querprofils durch Peilung. Abbildungen zur Messgeräteanordnung in den einzelnen Querprofilen und Darstellungen zu den Messergebnissen finden sich auf der DVD-1. Ein Problem der beschriebenen Querprofilmessungen war, dass aufgrund von Schiffsverkehr zeitweise Messgeräte entfernt werden mussten. Hierdurch entstanden Lücken in der Messreihe. Außerdem ist das Messverfahren wegen Mess- und Lageungenauigkeiten der Geräte sowie Wasserstandsschwankungen fehlerbehaftet. Seit 2006 werden die Querprofilmessungen bei D1 bis D4 daher mittels ADCP-Geräten (moving boat) durchgeführt. Bei LZ1 wurde die Querprofilmessung seit Beginn mit dem ADCP-Verfahren durchgeführt.

Ziel der Querprofilmessungen ist die Gewinnung zusätzlicher Informationen bezüglich der Veränderungen der Strömung an der jeweiligen Dauermessstation. Unter anderem können die Repräsentativität der Dauermesswerte überprüft und Verlagerungen des Stromstrichs über mehrjährige Zeiträume festgestellt werden. Gleichzeitig werden aus den Messungen Durchflussmengen gemäß den Anordnungen 3.2.1.2 zum PFB ermittelt (vgl. Erläuterungen im nachfolgenden Abschnitt „Durchflüsse“).

Hinsichtlich der Repräsentativität der Dauermessstellen D1 bis D3 lässt sich festhalten, dass, bezogen auf den gesamten Querschnitt, bei D1 (Prallhangsituation) die höchsten und bei D2 und D3 recht hohe Flutstromgeschwindigkeiten erfasst werden (Ausbildung des Stromstrichs bei maximalen Geschwindigkeiten und/oder über weite Zeiträume der Halbtide im Nahfeld der Dauermessstationen). Beim Ebbestrom liegt der Stromstrich bei D2 nahezu über die gesamte Halbtide im Bereich der Messstation („Lage im Stromstrich“), bei D3 werden wiederum nahezu maximale Ebbestromgeschwindigkeiten erfasst („Lage im Nahfeld“). Lediglich für D1 ist festzuhalten, dass der „Ebbe-Stromstrich“ sich über die nahezu gesamte Halbtide auf der anderen Uferseite ausbildet.

Da gleichzeitig keine signifikanten Stromstrichverlagerungen beobachtet wurden, kann festgehalten werden, dass D2 und D3 für die Ebbe- und Flutströmung und D1 für die Flutströmung an Messpositionen verankert wurden, die geeignet sind, um die UVU-Prognose zu Strömungsgeschwindigkeitserhöhungen zu überprüfen. Über den 13-jährigen Messzeitraum lassen sich aus der Trendanalyse (vgl. Tabelle III.2.1.1-1c) maximale mittlere Geschwindigkeitszunahmen von 3,9 cm/s (Flutstrom D2, Ebbestrom D3) ermitteln, die übrigen Zunahmen sind $\leq 1,3$ cm/s (Flutstrom D1, Ebbestrom D2, Flutstrom D3).

III.2.2 Strömungsmessungen in Nebanelben

Neben den Messungen in der Hauptelbe sind gemäß Planfeststellungsbeschluss einmal jährlich die Strömungsgeschwindigkeiten im Wischhafener Fahrwasser, in der Pagensander Nebanelbe sowie in der Hahnöfer Nebanelbe zu erfassen. Die Messungen erfolgen über einen Spring-Nipp-Zyklus und sind den Querprofilmessungen in der Hauptelbe zugeordnet. (Die Lage der einzelnen Messpositionen ist auf den Abbildungen zu den Messungen bei D1, D2 und D4 auf der DVD-1 dargestellt.) Wie bei den Messungen in der Hauptelbe wird zeitgleich ein aktuelles Querprofil gepeilt.

Aufgrund des eingeschränkten Messzeitraumes von 14 Tagen pro Jahr und großen Schwankungsbreiten kann keine Aussage zu ausbaubedingten Trendentwicklungen gemacht werden.

III.2.3 Strömungsmessungen in den Nebenflüssen

In den Nebenflüssen Pinnau, Krückau, Este, Lühe sowie Wischhafener Fahrwasser sind nach Planfeststellungsbeschluss einmal jährlich Längsprofilmessungen durchzuführen, in denen über eine Tide an vier Messorten die Strömungsgeschwindigkeiten erfasst werden soll. Die im Zeitraum 1998 bis 2010 gemessenen mittleren sowie maximalen Ebbe- und Flutstromgeschwindigkeiten sind auf der beiliegenden DVD-1 in grafischer Form dokumentiert.

Die Messungen zeigen über die Flussverläufe für die verschiedenen Jahre zum Teil ein sehr ähnliches Muster, das jedoch keinerlei Trend aufweist oder signifikante Änderungen zeigt. Es ist davon auszugehen, dass auch durch weitere Messungen kein Erkenntnisgewinn hinsichtlich ausbaubedingter Wirkungen auf die Strömungsverhältnisse erzielt werden wird.

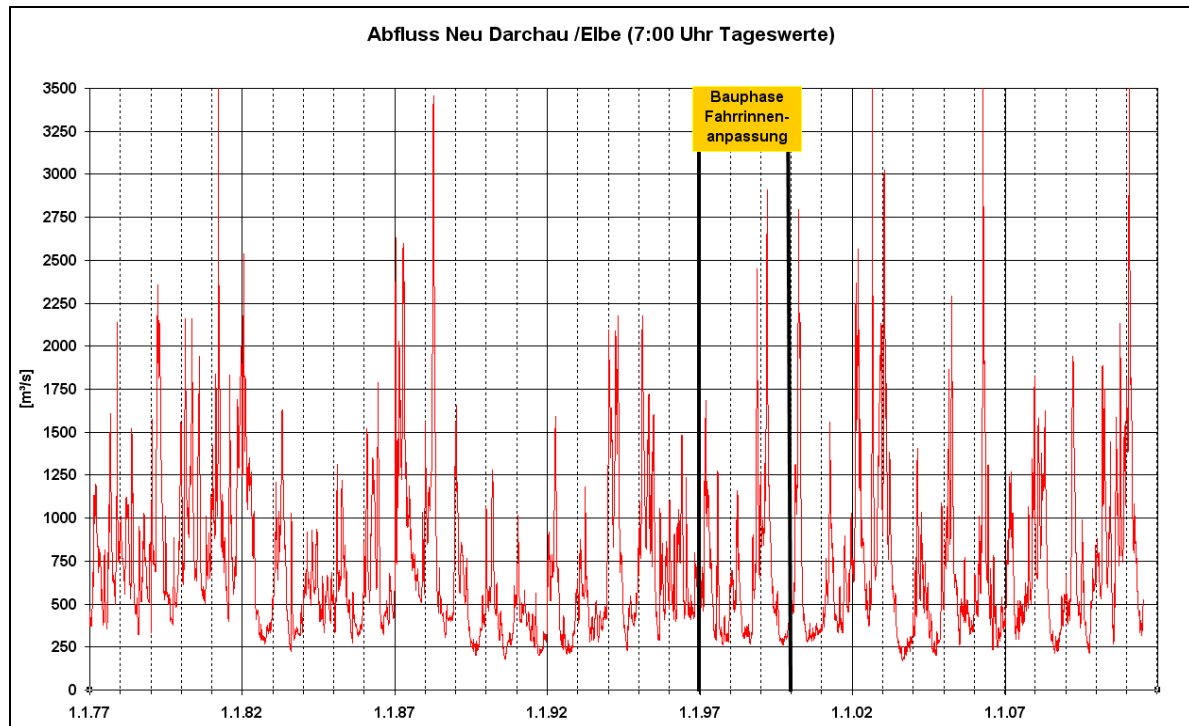
III.2.4 Durchflüsse

III.2.4.1 Oberwasserabfluss bei Neu Darchau

Der Oberwasserabfluss ist für die hydrologischen Verhältnisse in der Tideelbe von ausschlaggebender Bedeutung. Sein Einfluss nimmt nach See hin ab. Eine Zäsur bildet dabei das Hamburger Stromspaltungsgebiet, da ab hier aufgrund der größeren Tiefen und Breiten der Elbe die Oberwasserdominanz der Strömung immer geringer wird. Neben den hydrologischen Parametern sind aber das Schwebstoffregime, die Salzgehaltsverteilung und das Sauerstoffregime vom Oberwasser direkt betroffen. Bei einer Interpretation von Messergebnissen ist somit stets die Oberwassermenge mit zu beachten. Die Heterogenität des Oberwassers zeigt Abbildung III.2.4.1-1 für den Zeitraum vor, während und nach dem Ausbau bis heute.

Im Rahmen der Beweissicherung werden die täglichen Abflussdaten am Pegel Neu Darchau (Elbe-km 536,4) seit 1874 dokumentiert. Sie sind auf der DVD dargestellt sowie über die Internet-Adresse www.portal-tideelbe verfügbar.

Abb. III.2.4.1-1: Oberwassermengen bei Neu Darchau (01/1977 bis 07/2011)



III.2.4.2 Durchflüsse Hauptelbe (LZ1, D1 bis D4) und Nebelbeben

Aus den Querprofilströmungsmessungen in der Hauptelbe (vgl. III.2.1), den Strömungsmessungen in den Nebelbeben (vgl. III.2.2) sowie den in Ergänzung zu diesen durchgeführten Querprofilpeilungen lassen sich Durchflussmengen pro Tide ermitteln. Eine entsprechende Erfassung wird in den Anordnungen 3.2.1.2 zum Planfeststellungsbeschluss gefordert.

Die DVD-1 enthält grafische Darstellungen zu den in den Bereichen „Hauptelbe bei D1 / Hahnöfer Nebelbe (Hanskalbsand)“, „Hauptelbe bei D2 / Lühesander Süderelbe“, „Hauptelbe bei D3 / Pagensander Nebelbe / Schwarztonnensand“ und „Hauptelbe bei D4 / Glücksstädter Nebelbe (Rhinplatte) / Wischhafener Fahrwasser“ ermittelten Durchflüssen sowie Durchflussverhältnissen von Hauptelbe zu Nebelbeben.

Für die Hauptelbe wurden mittlere Durchflüsse Q_m je Halbtide zwischen 5.059 m³/s (D1, Flut, 10.03.99) und 16.439 m³/s (D4, Ebbe, 09.05.00) ermittelt. Aufgrund der Asymmetrie der Tidewelle (verkürzte Flutdauer) sind die mittleren Durchflüsse in der Ebbephase zumeist kleiner als die für die Flutphase ermittelten. Wie zu erwarten, ist die über die gesamte Tidedauer betrachtete Differenz Durchfluss Ebbe/Flut $Q_E - Q_F$ aber zumeist positiv. Gravierende Veränderungen der Durchflussverhältnisse Hauptelbe/Nebelbebe(n) oder andere, ggf. auch ausbaubedingte Veränderungen, sind nicht erkennbar.

Den ermittelten Mengen liegen Messungen aus lediglich einer Tide pro Jahr zugrunde. Beim Vergleich der Jahre zueinander ist daher zu bedenken, dass meist unterschiedliche äußere Bedingungen vorliegen (Einflussfaktoren u.a. astronomische Verhältnisse, Ober-

wasserzufluss, Windeinflüsse etc.), die zielgerichtete Untersuchungen und Vergleiche fast unmöglich machen.

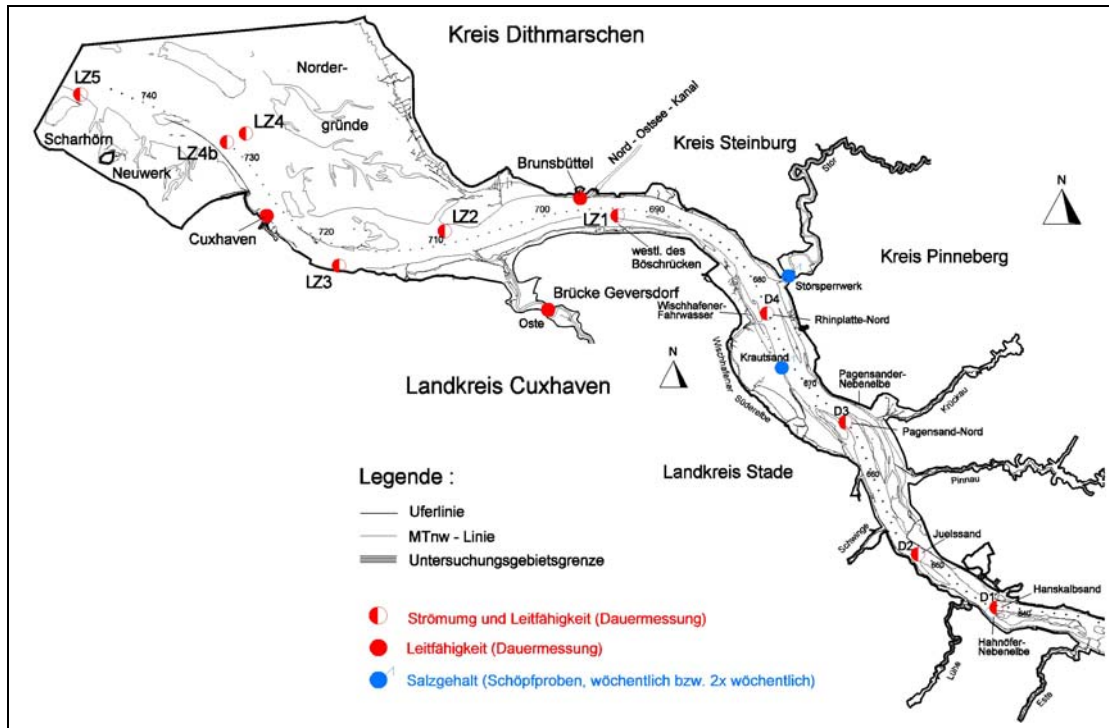
III.3 Ausbaubedingte Wirkungen auf die Leitfähigkeit (Salzgehalt)

Parameter	Prognose der UVU	Eingetretene Ausbauwirkung	Wirkung geht über die UVU-Prognose hinaus
Leitfähigkeit - (Messungen an den Dauermessstationen)	Anstieg um - 0,02 ‰ (Wedel) - 0,05 ‰ (Stadersand) - 0,1 ‰ (Glückstadt) Abnahme - <1 ‰ (seewärts von Brunsbüttel)	Keine Ausbauwirkung erkennbar	nein
Salzgehalt - (Schöpfproben Pegel Krautsand und Stör-Sperwerk)		Keine Ausbauwirkung erkennbar	nein

Die Brackwasserzone der Unterelbe, in welcher sich das einlaufende salzreiche Nordseewasser mit dem Oberwasser zu einem Gemisch mit einem Salzgehalt von etwa 1 ‰ bis 15 ‰ vermischt, hat eine Ausdehnung von rund 20 bis 30 km. Die jeweilige Lage der Brackwasserzone wird von der Größe und Dauer des Oberwasserabflusses, der Stärke der einschwingenden Tide (einschließlich des Windeinflusses) sowie von der Tidephase bestimmt. Sie unterliegt großen Schwankungen, die u. a. durch einen Tideweg von etwa 15 bis 20 km bei Ebbe und Flut beeinflusst werden. Eine feste Lage, aufgrund eines Gleichgewichts der Transportströme, kann ausgeschlossen werden. In Zeiten mit anhaltend niedrigem Oberwasserabfluss verlagert sich die Brackwasserzone langsam stromauf. Bei einem deutlichen Anstieg des Oberwasserabflusses kann die Brackwasserzone hingegen innerhalb weniger Tage deutlich stromab verschoben werden.

Die Prognose der hydronumerischen Modellrechnungen hat ergeben, dass sich durch den Fahrrinnenausbau die obere Grenze der Brackwasserzone geringfügig um ca. 500 m stromauf verschieben wird. Die prognostizierte Zunahme der Salzgehalte sollte demnach im Mittel bei Wedel etwa 0,02 ‰, bei Stadersand 0,05 ‰ und bei Glückstadt rund 0,1 ‰ betragen. Angesichts der sehr großen natürlichen räumlichen und zeitlichen Variabilitäten der Salzgehalte im Elbeästuar und der niedrigen Prognosewerte ist ein Nachweis dieser Prognosen durch in situ-Messungen nicht möglich. Dies insbesondere auch deshalb, da die Wasserstandsänderungen geringer ausgefallen sind als prognostiziert. In den Jahren 1997 bis 2001 sind trotzdem gemäß PF-Beschluss verschiedene Salzgehalts- und Leitfähigkeitsmessstellen eingerichtet worden, deren genaue Lage in Abbildung III.3-1 verzeichnet ist.

Abb. III.3 -1: Messpositionen der Leitfähigkeits- und Salzgehaltmessungen.



Die Auswertungen der Leitfähigkeits- und Salzgehaltsdaten sind in Tabelle III.3-1 zusammengefasst dargestellt.

Tab. III.3-1: Messungen von Leitfähigkeit und Salzgehalt bis Ende 2010.

Messortname	Ort (Elbe-km)	Betriebszeiten	Art der Messung	Auswertungen	Bemerkungen
LZ1 Krummendeich	693,6	Seit 1997	Dauermessung mit 5-Minuten-Mittelwerten	Ganglinie mit 5-Minuten-Mittelwerten für eine mittlere Tide; Statistik	Umrechnung in Salzgehalte
LZ2 Neufeld-Reede-West	708,9				
LZ3 Altenbrucher Bogen	718,2				
LZ4 Spitzsand	731,1				
LZ4b Steinriff	731,4				
LZ5 Scharhörn	745,1				
Cuxhaven Alte Liebe	724,5	Seit 1998	Dauermessung mit 5-Minuten-Mittelwerten	Ganglinie mit 5-Minuten-Mittelwerten; Werte zum Zeitpunkt Ke/Kf	
Brunsbüttel Mole 4	696,5				
Rhinplate Nord, D4	676,5				
Pagensand Nord, D3	664,7				
Lühesand West, D2	651,3				
Westspitze Hanskalbsand, D1	643,0				
Brücke Geversdorf	Oste	seit 5.7.2001	Dauermessung	Ganglinie mit 5 - 10-Minuten-Werten	
Stör-Sperrwerk	Stör 50,17	1 x wöchentlich bei Thw seit 1977	Schöpfproben	Laboranalysen seit 1977	Salzgehaltsermittlung mittels Titration und Leitfähigkeitsmessung
Krautsand	Elbe 671,7	1 x alle 14 Tage bei Thw seit 1977	Schöpfproben	Laboranalysen seit 1977	

*) unterbrochen nur in den Wintermonaten mit Eisgefahr

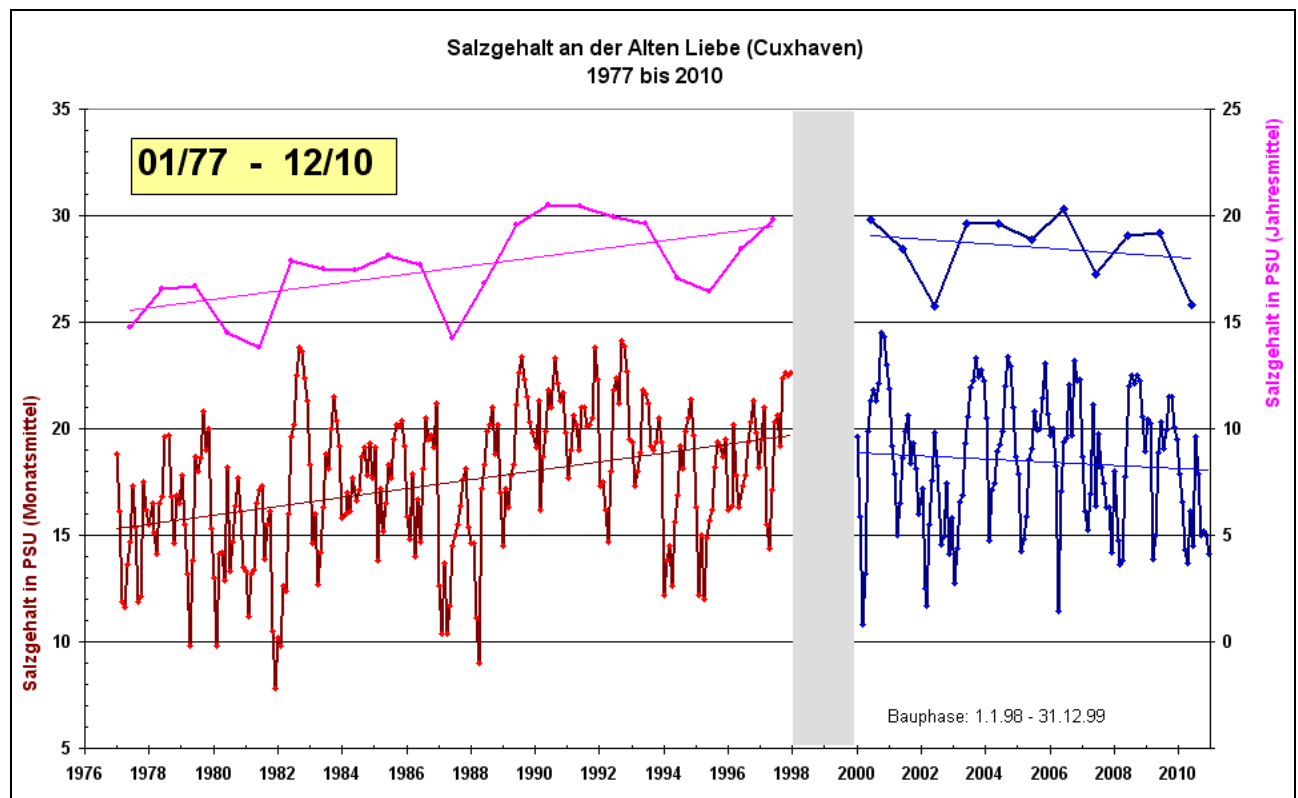
III.3.1 Dauermessungen der Leitfähigkeit

Am Rande des Hauptstroms werden parallel zu den Strömungsmessungen Dauermessungen der Leitfähigkeit durchgeführt. Gemäß Planfeststellungsbeschluss werden zusätzliche Messungen am Ufer und in der Oste vorgenommen, und zwar

- in Cuxhaven an der „Alten Liebe“,
- in Brunsbüttel am Messpfahl an der Mole 4,
- in der Oste an der Brücke Geversdorf.

Exemplarisch für alle Dauermessstationen zeigt Abbildung III.3.1-1 die Salzgehaltswerte im Monats- und Jahresmittel für die Station „Alte Liebe“ in Cuxhaven über den gesamten Auswertzeitraum seit 1977. Die in der Abbildung dargestellten Trends zeigen die Salzgehaltsentwicklungen vor und nach dem Ausbau. Auf der beiliegenden DVD finden sich Ergebnisdarstellungen aller Dauermessstationen.

Abb. III.3.1-1: Entwicklung des Salzgehaltes an der „Alten Liebe“, Cuxhaven seit 1977 (grauer Balken = ca. Bauphase).



Die vorliegenden Leitfähigkeitsdaten lassen aufgrund der vorgenannten Auswertproblematik keinerlei Rückschlüsse auf eine negative Veränderung bestehender Trends durch den Fahrrinnenausbau zu.

III.3.2 Einzelmessungen des Chloridgehalts (Schöpfproben)

In Fortsetzung der Messungen zum Beweissicherungsprogramm für den 13,5 m-Fahrrinnenausbau werden Leitfähigkeitsmessungen und Analysen des Chloridgehaltes am Pegel Krautsand und am Stör-Sperwerk für die Beweissicherung zum Fahrrinnenausbau '99/'00 durchgeführt. Somit liegen Ergebnisse der vierzehntägigen Einzelproben, die bei Thw genommen werden, seit 1977 vor. In den beiden nachfolgenden Graphiken III.3.2-1 und -2 ist die Bauphase der Fahrrinnenanpassung 99/00 als grauer Balken dargestellt.

Abb.III.3.2-1: Entwicklung des Chloridgehaltes am Pegel Krautsand seit 1977 (Bauphase = grauer Balken)

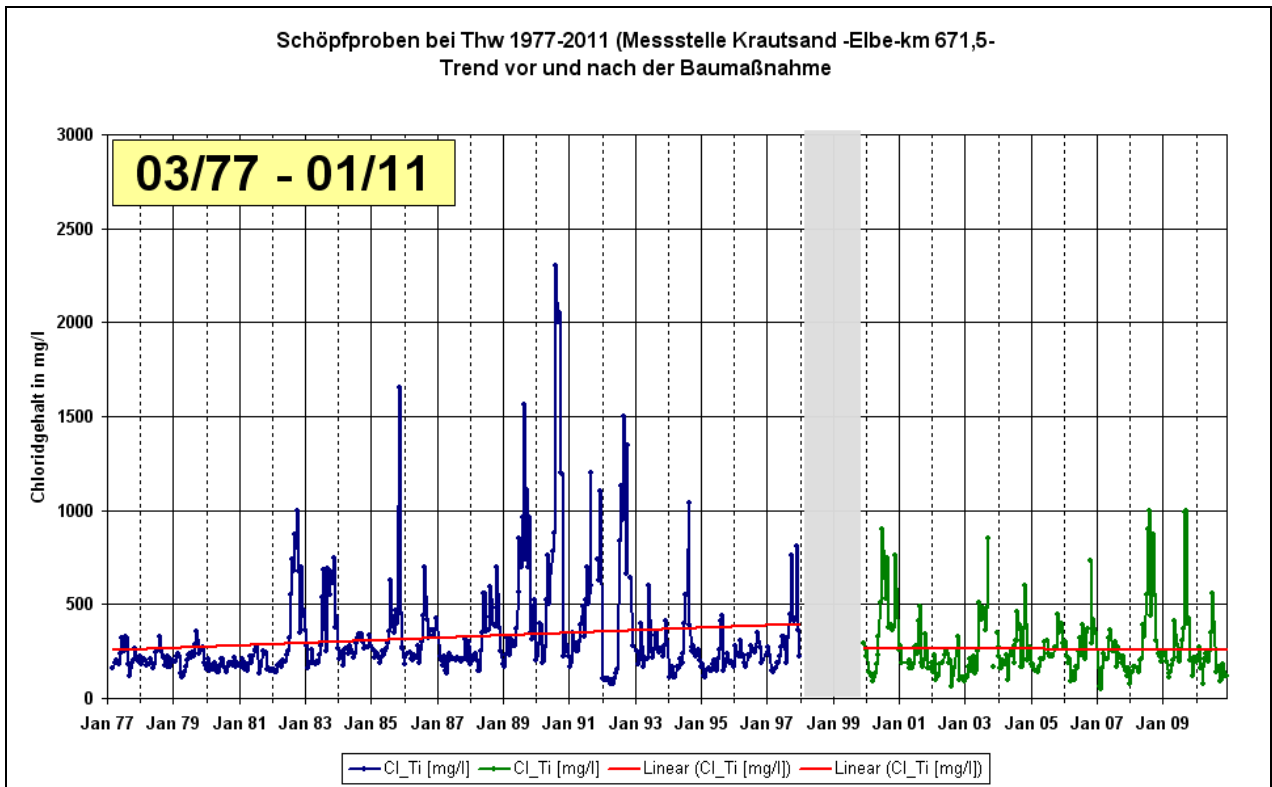
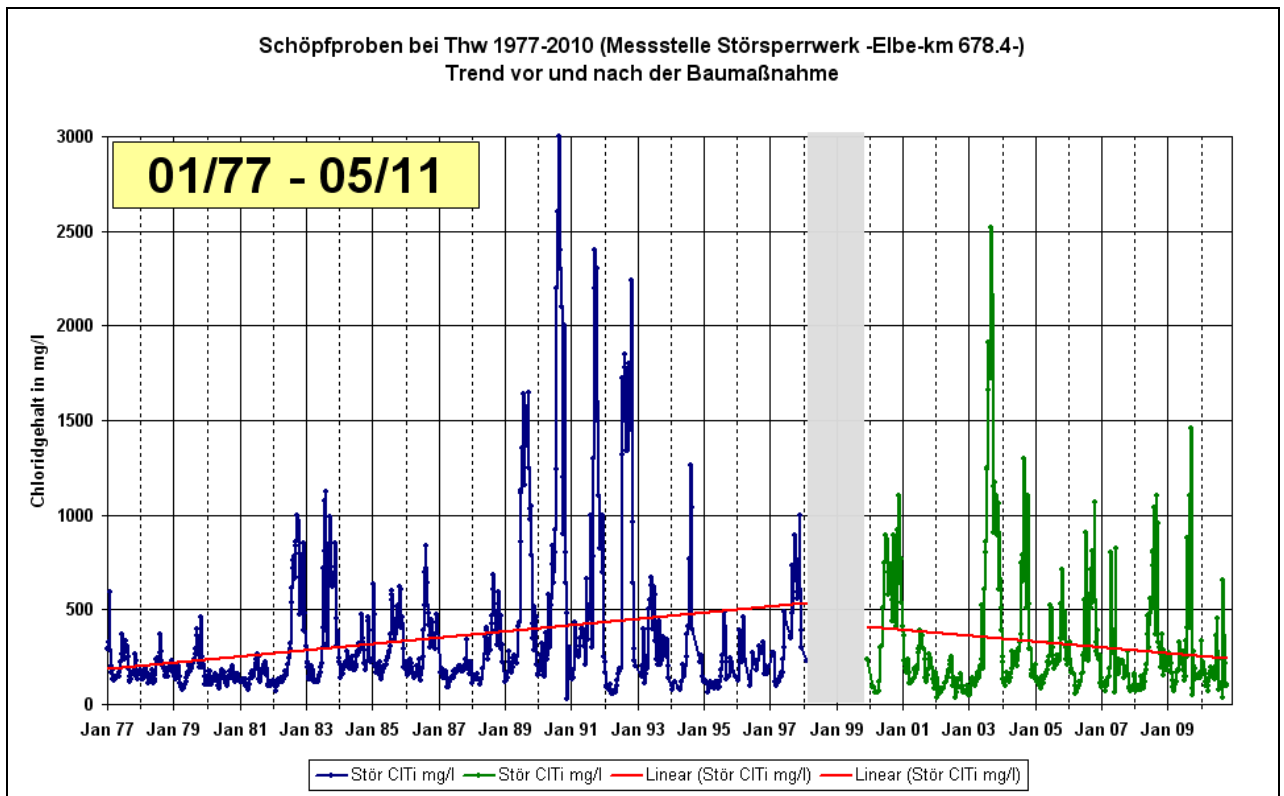


Abb. III.3.2-2: Entwicklung des Chloridgehaltes am Stör-Sperrwerk seit 1977 (Bauphase = grauer Balken)



In Abbildung III.3.2-1 ist die Entwicklung des Chloridgehaltes am Pegel Krautsand seit 1977 dargestellt. Die Spitzenwerte sind auf Sturmfluten oder geringes Oberwasser zurückzuführen. Niedrige Werte der Chloridgehalte treten hingegen bei längerfristigen Ostwindlagen oder hohem Oberwasser auf. Da die Proben zum Zeitpunkt des Thw entnommen wurden, zeigen die Ergebnisse den höchsten Chloridgehalt der jeweiligen Tide am Entnahmepunkt an. Abbildung III.3.2-2 zeigt entsprechend die Entwicklung des Chloridgehaltes am Stör-Sperrwerk.

III.4 Ausbaubedingte Wirkungen auf die Sauerstoffverteilung auf Basis der Daten der ARGE Elbe

Parameter	Prognose der UVU	Eingetretene Ausbauwirkung	Wirkung geht über die UVU-Prognose hinaus
Sauerstoffgehalte und Sauerstoffverteilung	nicht-signifikante Konzentrationsänderungen	nicht abzugrenzen gegenüber Veränderung der stofflichen Belastung aus der Mittelelbe	nicht zu ermitteln

Die Sauerstoffentwicklung wird im Planfeststellungsbeschluss als nicht beweissicherungsfähig eingestuft. Gleichwohl soll gemäß Planfeststellungsbeschluss der TdV die Daten der ARGE Elbe übernehmen und deren Entwicklung mit den Prognosen der UVU vergleichen.

Die Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Sauerstoffgehalte zeigt, dass es seit 1990 zu Veränderungen der Sauerstoffverhältnisse in der Unterelbe gekommen ist. Nachdem in den Jahren 1994 – 1996 nach der Wiedervereinigung und den damit verbundenen verringerten Belastungen im Einzugsgebiet der Mittelelbe die mittleren Sauerstoffgehalte in der Tideelbe angestiegen waren, haben sie sich in den anschließenden Jahren nach 1997 wieder verringert. Der Zeitraum 1997 bis 2008 weist statistisch gesehen Sauerstoffgehalte auf, wie sie in den Jahren 1991 – 1993 vorlagen. Eine Ausnahme ist das Jahr 2006, das wieder

günstigere Sauerstoffverhältnisse und in etwa vergleichbare Bedingungen wie die Jahre 1994 bis 1996 aufweist.

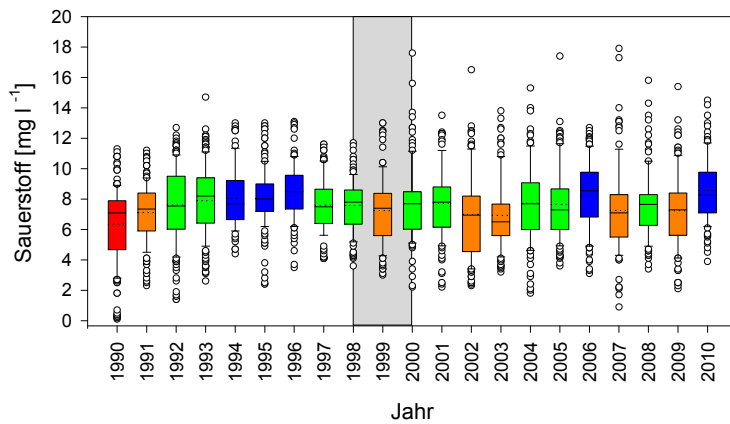
Die grundlegende Ursache für die Ausprägung des „Sauerstofftals“ in der Unterelbe ist im gegenwärtigen Zustand die seit Beginn der 90er Jahre angestiegene und heutzutage hohe Belastung mit lebender und abgestorbener Algenbiomasse aus der Mittelelbe. Der mikrobielle Abbau dieser pflanzlichen Biomasse im Bereich des Hamburger Hafens verbraucht Sauerstoff und hat dadurch die sogenannte Sekundärbelastung in der Unterelbe ansteigen lassen. Abflussarme Zeiten im Sommerhalbjahr bzw. in der Vegetationsperiode für Algen führen dazu, dass bei langen Aufenthaltszeiten und hohen Wassertemperaturen unterhalb des Hamburger Hafens regelmäßig sehr geringe Sauerstoffgehalte auftreten. Insbesondere in den Jahren 1996 bis 2000 sind die Algenbiomassen in der Mittelelbe und damit die das Sauerstoffloch in der Tideelbe verursachenden organischen Substanzen deutlich angestiegen. Somit kann nicht von einer gleichen Zufuhr an organischem Material in den Zeiträumen vor bzw. nach den erfolgten Ausbaumaßnahmen ausgegangen werden. Auch das Jahr 2006 belegt diesen Zusammenhang. Hier traten vergleichsweise günstige Sauerstoffverhältnisse in der Tideelbe auf und gleichzeitig war eine geringere Belastung aus der Mittelelbe, d.h. geringere Algenbiomassen, zu beobachten

Inwieweit die beobachteten Entwicklungen des Sauerstoffgehaltes in der Tideelbe zusätzlich durch den Ausbau beeinflusst sind, kann aus dem derzeit vorliegenden Datenmaterial nicht abgeleitet werden. Daher kann auch die in der UVU getroffene Aussage „Von den vorhergesagten nicht-signifikanten Konzentrationsänderungen aller gelösten Stoffe ist ebenfalls keine Beeinträchtigung zu erwarten“ zurzeit weder bestätigt noch widerlegt werden. Somit sind signifikante Wirkungen der Ausbaumaßnahme auf das Sauerstoffregime nicht zu ermitteln.

III.4.1 Entwicklung der Sauerstoffgehalte

Zur Analyse der zeitlichen Entwicklung der Sauerstoffgehalte in der Unterelbe werden die Längsprofilmessungen der ARGE-Elbe statistisch ausgewertet. Die statistische Datenanalyse der Werte aus den Sommermonaten Mai bis September der Jahre 1990 bis 2010 zeigt, dass es nach 1990 zunächst zu einer Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse in der Unterelbe gekommen ist (Abb. III.4.1-1). Die positive Entwicklung bis zum Jahr 1996 hat sich jedoch nach 1997 wieder umgekehrt und die Sauerstoffmittelwerte sind bis zum Jahr 2003 wieder rückläufig gewesen. Im anschließenden Zeitraum 2004 bis 2006 konnten wieder ansteigende Mittelwerte beobachtet werden. Insgesamt lassen sich die Jahre 1994 – 1996 und 2006 als die Jahre mit den höchsten mittleren Sauerstoffgehalten in der Unterelbe abgrenzen. Die übrigen Jahre im Zeitraum 1997 bis 2009 weisen demgegenüber mittlere Sauerstoffgehalte auf, wie sie auch in den Jahren 1991 – 1993 vorlagen.

Abb. III.4.1-1: Sommermittelwerte des Sauerstoffgehaltes im Hauptstrom der Tideelbe (km 586 - 757) in den Jahren 1990 – 2010 (Bauphase 1.1.98-31.12.99)



(auf Basis der monatlichen ARGE-Elbe-Hubschrauberbefliegungen). Boxplots mit arithmetischem Mittelwert. Der obere und untere Rand der Boxen markieren das 75 und 25 Perzentil, die Balken die Minimum- und Maximumwerte. Die Kreise weisen Ausreißer aus, die mehr als 1,5 Boxengrößen vom Rand der Box entfernt sind. Unterschiedliche Farben basieren auf folgender Klassifizierung der arithmetischen Sommerjahresmittelwerte

- mg O₂/l
- Rot : < 7,0
- Orange : < 7,5
- Grün : < 8,0
- Blau : > 8,0

Beim Vergleich der Sommermittelwerte der einzelnen Untersuchungsgebiete UG1 bis UG7 ist zu erkennen, dass Unterschiede zwischen den Jahren 1990-1993 vor Ausbau (= Ist-Zustand der UVU) und den Vergleichszeiträumen 2000 – 2003, 2004 - 2007 und 2008 - 2010 nach Ausbau bestehen (Tab. III.4.1-1).

Tab. III.4.1-1: Vergleich der Sommermittelwerte (Mai – September) des Sauerstoffgehalts in den einzelnen UG. Die Werte basieren auf den Messungen im Hauptstrom der Tideelbe während der Längsprofilbeprobungen der ARGE-Elbe 1990-2010.

Elbab-schnitt	km	Sommerwerte	Sommerwerte	Sommerwerte	Sommerwerte
		1990-93 mg O ₂ /l	2000-03 mg O ₂ /l	2004-07 mg O ₂ /l	2008-10 mg O ₂ /l
1	586 - 609	9,1	10,8	10,9	11,8
2	610 - 631	6,3	7,2	7,9	7,9
3	632 – 650	5,2	5,3	5,7	5,7
4	651 – 676	6,1	6,1	6,4	6,6
5	677 - 704	7,8	7,5	7,8	7,7
6	705 - 727	8,3	7,7	8,0	7,9
7	728 - 758	8,8	8,2	8,5	8,7

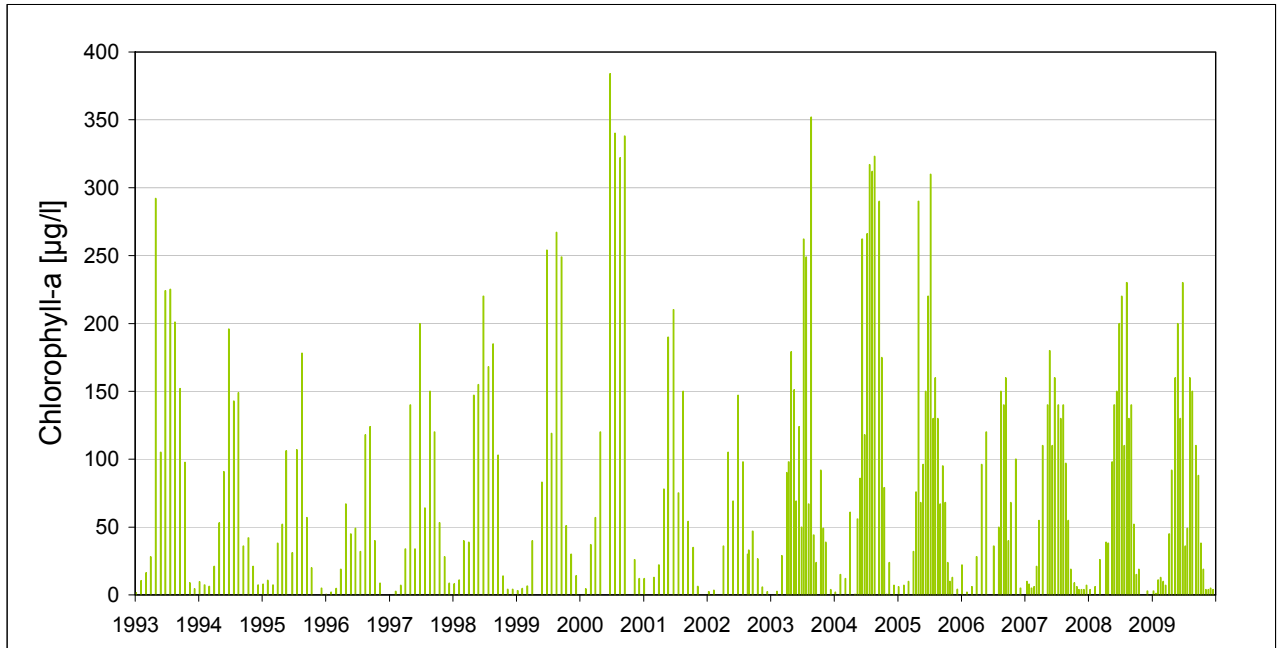
Die stärksten Änderungen mit einer Erhöhung der Sauerstoffgehalte um 1,7 mg/l bis 2,7 mg/l sind im UG1 festzustellen; also im durch die Mittelelbe am stärksten beeinflussten Bereich der Tideelbe. Hierfür dürfte die im Vergleich zum Zeitraum 1990 –1993 deutlich angestiegene Primärproduktion bzw. Bildung von Algenbiomasse in der Mittelelbe und der damit verbundene biogene Sauerstoffeintrag ursächlich sein (Abb. III.4.1-2). Besonders deutlich wird diese Entwicklung auch an den sehr hohen Sauerstoffgehalten bei Elbe-km 586, der zur Mittelelbe am nächsten gelegenen Messstelle (Abb. III.4.1-3).

Der im Vergleich zu den Bedingungen im Zeitraum 1990 bis 1993 verstärkte biogene Sauerstoffeintrag bewirkt auch noch im UG2 einen um 0,9 mg/l erhöhten mittleren Sauerstoffgehalt für den Zeitraum 2000 bis 2003 und einen um 2,0 mg/l erhöhten Gehalt für den Zeitraum 2004 bis 2006 (Tab. III.4.1-1).

Die UG 3 und 4 mit den geringsten mittleren Sauerstoffgehalten aller Abschnitte zeigten nach Ausbau (die drei Zeiträume nach 2000) im Vergleich zu den Sommermittelwerten des

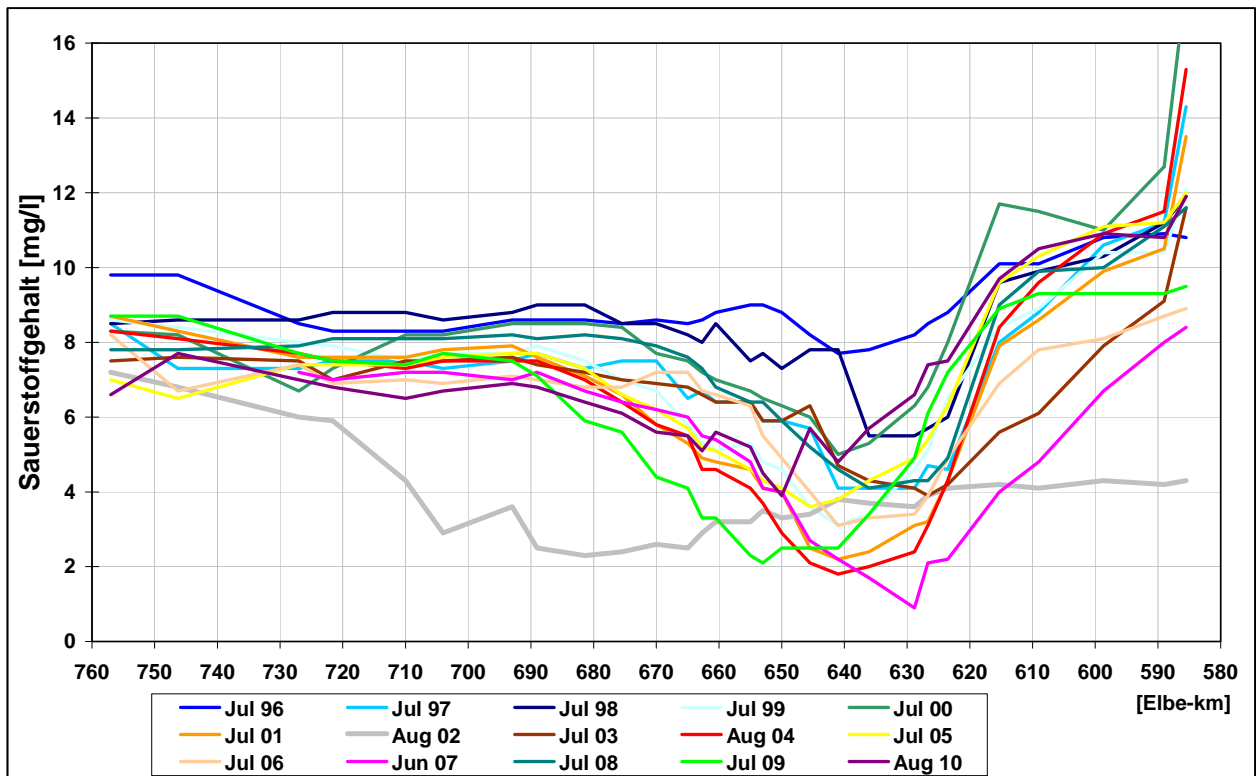
Zeitraums 1990 - 1993 keine bzw. nur geringe Zunahmen der Sauerstoffwerte ($\leq 0,5$ mg/l) auf. In den Elbabschnitten V-VII traten gegenüber dem Vergleichszeitraum 1990-1993 überwiegend geringe Abnahmen der mittleren Sauerstoffgehalte um 0,1 – 0,6 mg/l auf. Auch dieser leichte Rückgang dürfte teilweise auf die erhöhte Sauerstoffzehrung als Folge der zugenommenen organischen Belastung (bedingt durch Zunahme der Algenfracht in der Mittelelbe) in der Tideelbe zurückzuführen sein. Hinzu kommen für den Zeitraum 2000 - 2003 die Auswirkungen des August-Hochwassers des Jahres 2002, das zu extrem geringen Sauerstoffgehalten in den UG 4 - 6 führte (Abb. III.4.1-3).

Abb. III.4.1-2: Chlorophyllkonzentration in der Elbe in Schnackenburg (km 474) im Zeitraum von 1993 bis 2009



Die räumliche Ausdehnung des "Sauerstofftals" in der Tideelbe kann mit Hilfe der Längsprofilmessungen der Monate Juni, Juli und August der Jahre 1996 bis 2010 beschrieben werden (Abb. III.4.1-3). Dabei sind in der Regel Sauerstoffgehalte unter 6 mg O₂/l innerhalb eines Bereiches von Elbe-km 620 bis Elbe-km 670 zu beobachten. Im Juli 2001, August 2004, Juni 2007 und Juli 2009 wurden die niedrigsten Werte aller dargestellten Messkampagnen registriert; dabei traten oberflächennah Sauerstoffgehalte unter 3 mg/l auf. Das Längsprofil des Sauerstoffs während des Hochwassers im August 2002 (26.08.2002) zeigt eine extreme Situation. Zu diesem Zeitpunkt weist die gesamte Tideelbe ab dem Wehr Geesthacht bis km 710 geringe Sauerstoffgehalte von nur 2,3 - 4,3 mg O₂/l auf.

Abb. III.4.1-3: Längsprofile des Sauerstoffgehaltes in der Tideelbe im Juli bzw. August der Jahre 1996 bis 2010 (auf Basis der monatlichen ARGE-Elbe-Hubschrauberbefliegungen)



III.4.2 Sauerstoffgehalte in der Hahnöfer Nebelbe

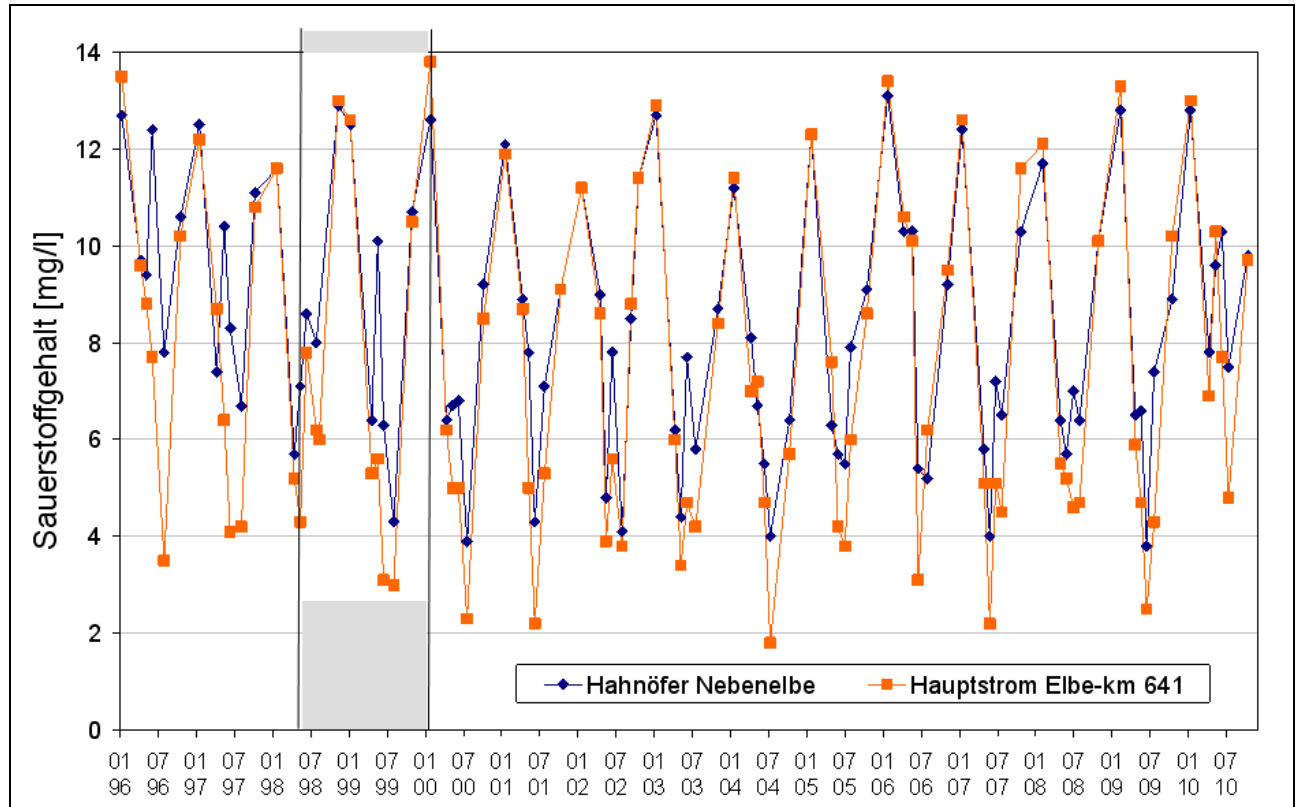
Die Entwicklung der Sauerstoffgehalte in den Nebelbecken der Tideelbe ist von hoher ökologischer Bedeutung, da die randlichen Gewässerbereiche wichtige Lebensräume für Tiere und das Phytoplankton und Phytobenthos darstellen. Die hohe ökologische Wertigkeit ist gerade durch die im Vergleich zum Hauptstrom günstigeren Sauerstoffgehalte begründet. Vergleichende Messungen zwischen Hauptstrom und Nebelbe (NE) werden in der Hahnöfer NE und weiteren Nebelbecken (u.a. der Lühesander NE, der Pagensander NE und der Glückstädter NE) durchgeführt.

In der Hahnöfer NE war bereits vor der Ausbaumaßnahme im Zeitraum von 1996 bis 1999 eine deutliche Abnahme der sommerlichen Sauerstoffgehalte zu beobachten (Abb. III.4.2-1). Ab 1999 bis 2009 traten in der Hahnöfer NE im Sommer regelmäßig Sauerstoffgehalte nahe 4 mg/l auf. Allerdings zeigten die Einzelmessungen der Jahre 2005, 2006, 2008 und 2010 verbesserte Bedingungen mit Sauerstoffwerten immer über 5 mg/l an. Bis 1999 konnten deutlich positive Differenzen im Sauerstoffgehalt (über 4 mg/l) zwischen Nebelbecken und Hauptstrom gemessen werden. Diese Unterschiede haben in den Jahren 2000 bis 2009 abgenommen und die jährlichen maximalen Differenzen erreichten nur noch 1,8 bis 3,1 mg/l. Die Daten zeigen aber auch, dass gerade bei sehr geringen Sauerstoffgehalten im Hauptstrom die Hahnöfer NE noch immer als sauerstoffreicherer Rückzugsgebiet für Tiere zur Verfügung steht.

Die schlechten sommerlichen Sauerstoffverhältnisse in der Nebelbecken von 1999 bis 2004 fallen in den Zeitraum, in dem auch die Baumaßnahmen: Fahrrinnenanpassung ('98/'99), Aufschüttung und Polderung des Airbus-Geländes im Mühlenberger Loch ('01/'02) sowie die Baggerung der Ausgleichsrinne (2002/03) stattfanden. Inwieweit anteilig diese, oder die generelle Entwicklung der Nährstoffverhältnisse in der Tideelbe und damit zusammenhän-

gende Limitierungen des Phytoplanktons in der Hahnöfer NE, hierzu einen wesentlichen Beitrag geleistet haben, kann nicht abschließend ermittelt werden.

Abb. III.4.2-1: Sauerstoffgehalte in der Hahnöfer Nebelbe und im Hauptstrom der Tideelbe (km 641) von 1996 bis 2010 (auf Basis der monatlichen ARGE-Elbe-Hubschrauberbefliegungen). Bauphase (grauer Balken): 1.1.1998 bis 31.12.1999



III.5 Ausbaubedingte Wirkungen auf die Topografie

Gebiet / Ort *)	Prognosen der UVU für die einzelnen Gebiete	Eingetretene Ausbauwirkung	Wirkung geht über die UVU - Prognose bzw. die Schwellenwerte hinaus
UG 1	keine	keine	nein
UG 2	keine	Vertiefungen sind relativ stabil in den Ausbaubereichen	nein
UG 3	keine	Vertiefungen sind stabil in den Ausbaubereichen. Ein morphologischer Nachlauf ist nicht erkennbar.	nein
UG 4	keine	Vertiefungen sind stabil in den Ausbaubereichen. Ein morphologischer Nachlauf ist nicht erkennbar.	nein
UG 5	keine	Vertiefungen sind stabil in den Ausbaubereichen. Ein morphologischer Nachlauf ist nicht erkennbar. Die Verflachung der Nebelbe Wischhafener Fahrwasser von 2002 auf 2003 ist bedingt durch lokale Entwicklungen. Seit 2003 hat sich keine weitere Verflachung eingestellt	nein

Gebiet / Ort *)	Prognosen der UVU für die einzelnen Gebiete	Eingetretene Ausbauswirkung	Wirkung geht über die UVU - Prognose bzw. die Schwellenwerte hinaus
UG 6	keine	Vertiefungen sind stabil in den Ausbaubereichen. Ein morphologischer Nachlauf ist nicht erkennbar.	nein
UG 7 **)	keine	keine	nein
Baggergut-ablagerungsflächen (BAF)	BAF bleiben stabil und führen zur Konzentration der Strömung auf die Fahrrinne	Wie prognostiziert	nein
Hafenbereiche	keine	Aussagen, inwieweit die Entwicklung der Verschlickungsraten auf die Baumaßnahme 99/00 zurückzuführen sind, lassen die verfügbaren Datenbestände nicht zu.	---
Nebengewässer (Nebenelben)	Keine Änderungen bestehender Trends	Nicht erkennbar	nein
Nebenflüsse	Leichte Erhöhung der Tidedynamik	Nicht erkennbar	nein
Schichtenuntersuchungen	keine	Absenkung der Elbsohle nach Ausbau im Bereich der Rhinplate mit anschließender Stabilisierung auf neuem Niveau.	Bezogen auf die Vergleichstopografien 2001/1.Hj. und die Modelltopografie Z1 werden die Schwellenwerte teilweise überschritten, jedoch ohne einen Trend dabei zu zeigen.

*) Die Bereiche der Untersuchungsgebiete (UG) zeigt Abbildung III.5.1-1

**) Das UG 7 bedarf gemäß der Anordnungen im PF-Beschluss eigentlich keiner BS-Untersuchung

Die Topografie ist ein Primärparameter der BS, da er direkt durch die Baumaßnahmen betroffen ist. Insgesamt wurden in der UVU zur Fahrrinnenanpassung keine gravierenden Veränderungen der topografischen Verhältnisse prognostiziert, was angesichts des Umfangs der baulichen Maßnahmen, die nur bereichsweise Veränderungen der Fahrrinnentiefen und -breiten betrafen und des vergleichsweise geringen Ausmaßes der vorhergesagten maßnahmebedingten Änderungen der Tidedynamik auch nicht verwundert. Zentraler Untersuchungsinhalt ist die Entwicklung der flächenmäßigen Verteilung der topografischen Strukturelemente Vorland, Watt sowie Flach- und Tiefwasser. Im PF-Beschluss wurde dazu folgendes festgelegt:

„Es wird als Schwellenwert eine Veränderung der Verteilung von Watt, Flach- und Tiefwasser um jeweils >10 % im Untersuchungsgebiet zwischen Geesthacht und Brunsbüttel (nach Ausbau) als Folge des Ausbaus festgelegt, es sei denn, die Datenlage gestattet auch eine Genauigkeit von >5 %. Hinsichtlich der Vorlandbereiche (MThw - Deichoberkante) wird die Veränderungsschwelle auf >5 % im Untersuchungsgebiet zwischen Geesthacht und Brunsbüttel sowie dem Neufelder Watt und der Zufahrt zum Hafen Neufeld (nach Ausbau) festgelegt. Zu den Schwellenwerten gelten folgende Gesichtspunkte:

- *Die Veränderungen zu den Flächenverteilungen von Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser werden gebietsorientiert vorgenommen. Dabei werden als Gebiete die Untersuchungsbereiche der Umweltverträglichkeitsstudie vorgeschlagen.*

- Die Untersuchungen werden im 2., 6. und 10 Jahr nach Ausbauende vorgenommen.“

Die angegebenen Schwellenwerte werden auch im zehnten Jahr nach Ausbauende nicht überschritten, wie die Ausführungen zu den einzelnen UG nachfolgend zeigen. Die Ergebnisse der BS-Untersuchungen zeigen ausgesprochen geringfügige Schwankungen der Verteilung der definierten Struktureinheiten. Ein klarer Entwicklungstrend ist nicht auszumachen. Trotz der großen Morphodynamik der Unter- und Außenelbe bleibt die generelle prozentuale Verteilung der topografischen Einheiten ausgesprochen stabil. Daran hat augenscheinlich auch die Fahrrinnenanpassung '99/'00 nichts geändert. Die Ergebnisse der Untersuchungen der topografischen Änderungen in den UG 1 bis UG 6 lassen keine ausbaubedingten Änderungen erkennen.

III.5.1 Entwicklung der Verteilungen der topografischen Einheiten in den UG 1 bis 7 (Geesthacht bis See)

Die Verteilung der unterschiedlichen topografischen Einheiten Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser wird für die verschiedenen UG der BS im Einzelnen dokumentiert. Diese UG und ihre Nummerierungen orientieren sich an den Unterteilungen, die für die UVU vorgenommen wurden. Ihre Einteilung basiert auf den unterschiedlichen Milieubedingungen für die Tier- und Pflanzenwelt. Die unterschiedlichen Charakterisierungen der UG sind in der nachfolgenden Tabelle III.5.1-1 zusammengestellt.

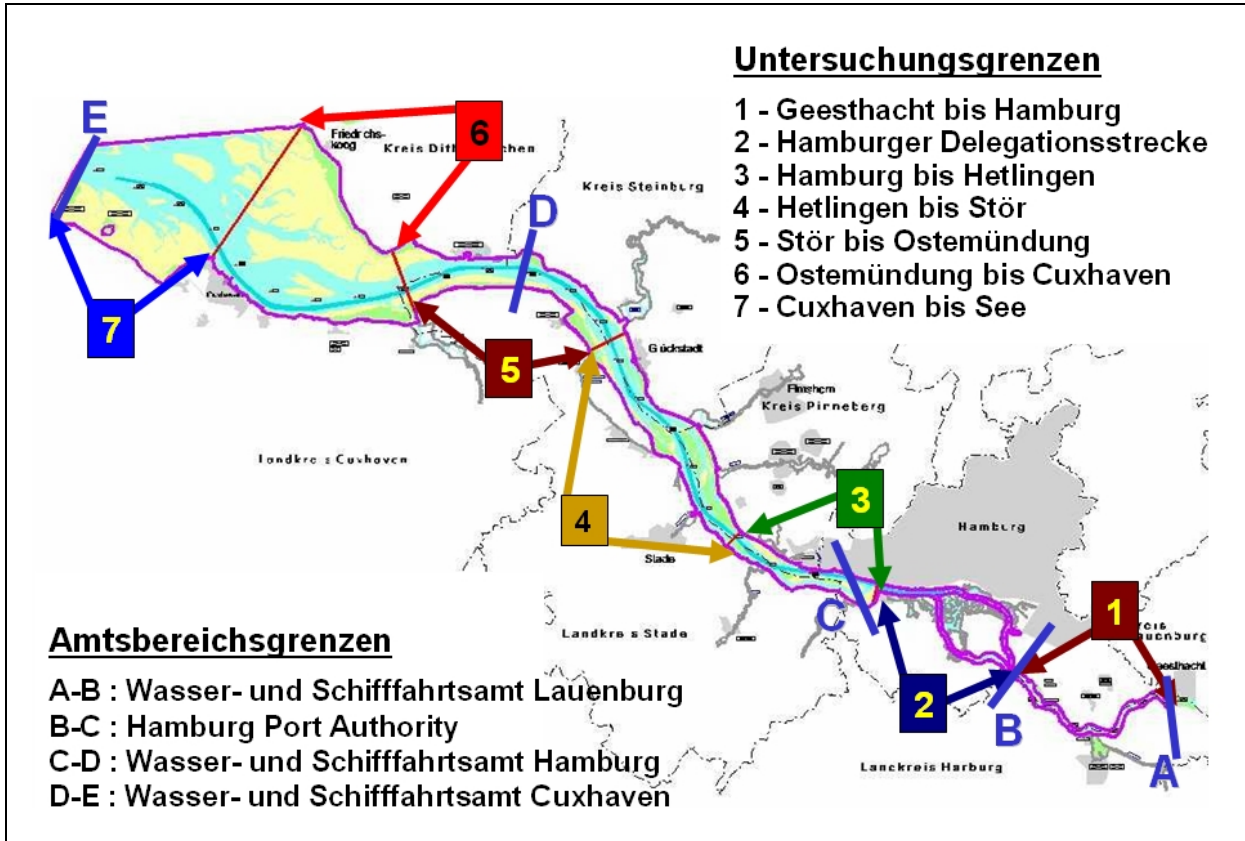
Tab. III.5.1-1: Untersuchungsabschnitte (UG) der UVU zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe

UG	Lage		Strom- km (A)	Charakterisierung		Nebeneiben	Nebenflüsse mit Tideeinfluss
				Hydrografie/Morphologie	Salinität		
1	obere Tideelbe	Wehr Geest- hacht bis Bunthaus Spitze	586 - 610	Überlagerung von Ober- wasserzufluss und Gezei- tenbewegung Strömungsgeschwindigkei- ten abhängig vom Verhält- nis Oberwasserzu- fluss/Gezeitenbewegung	limnisch Salzgehalt < 0,5 ‰		Ilmenau, Luhe
2	Hambur- ger Strom- spaltungs- gebiet	Bunthaus Spitze bis Niensted- ten	610 - 632	Aufspaltung in Norder- und Süderelbe große Verweilzeiten der Wasserkörper geringe spezifische Ober- fläche (geringe Wasser- oberfläche bei großem Wasservolumen) intensive anthropogene Überprägung durch Hafен- nutzung	limnisch Salzgehalt < 0,5 ‰		
3	mittlere Tideelbe	Nien- stedten bis Lühesand- Nord	632 - 650	Wasserstände und Strö- mungen im Wesentlichen von der Gezeitenbewegung geprägt Verweilzeit der Wasserkör- per abhängig von der Höhe des Oberwasserzuflusses geringe spezifische Ober- fläche	limnisch Salzgehalt < 0,5 ‰	Hahnöfer Ne- belbe, Lühesander Süderelbe, Hellingner Bin- nelbe	Lühe, Este, Wedeler Au

UG	Lage		Strom- km (A)	Charakterisierung		Nebenelben	Nebenflüsse mit Tideeinfluss
				Hydrografie/Morphologie	Salinität		
4	mittlere Tideelbe	Lühesand- Nord bis zur Stör- mündung	650 - 677	zunehmende Aufweitung des Stroms Wasserstände und Strö- mungen im Wesentlichen von der Gezeitenbewegung geprägt Verweilzeit der Wasserkör- per abhängig von der Höhe des Oberwasserzuflusses geringe spezifische Ober- fläche	Brackwassereinfluss bei geringen Oberwasserzu- flüssen (bis maximal Lühesand-Nord nach- gewiesen) limnisch bis mixo- oligohalin durchschnittlicher Salz- gehalt: < 0,5 ‰ (lim- nisch) maximale Salzgehalte: 0,5 - 5 ‰ (oligohalin)	Haseldorfer Binnenelbe, Bützflether Sü- derelbe, Ruthenstrom, Pagensander Nebenelbe, Wischhafener Süderelbe, Glückstädter Nebenelbe	Schwinge, Pinnau, Krückau
5	untere Tideelbe	Störmün- dung bis zur Oste- mündung	677 - 704	Aufweitung des Mün- dungsgebietes auf eine Breite von ca. 5 km zentraler Bereich der Trü- bungszone	Brackwasserzone: stark schwankende Salzge- halte durch die Vermi- schung von Fluss- und Salzwasser mixo-mesohalin (bra- ckisch) Salzgehalt: > 5 - 18 ‰ (mesohalin)	Wischhafener Fahrwasser, Freiburger Hafenpriel	Stör
6	untere Tideelbe	Ostemün- dung bis Cuxhaven	704 - 727	weiter Ästuar-Trichter mit Sanden und Watten tiefe Hauptstromrinne, flache Randgebiete	Brackwasserzone: stark schwankende Salzge- halte durch die Vermi- schung von Fluss- und Salzwasser mixo-mesohalin bis euhalin maximale Salzgehalte: > 18 - 50 ‰ (euhalin)	Neufelder Rin- ne	Oste
7	Außenelbe	Cuxhaven Kugelbake bis Schar- hörn	727 - 756	Übergang des Ästuars in die Nordsee Vorherrschen von Bedin- gungen des marinen Milie- us	mixo-mesohalin bis polyhalin durchschnittlicher Salz- gehalt: > 18 ‰ - 30 ‰ (euhalin) maximale Salzgehalte: > 30 ‰ (polyhalin)		

Die Abbildung III.5.1-1 zeigt die UG-Abschnitte, für die in den nachfolgenden Kapiteln die Verteilungen von Vorland, Watt, Flach- und Tiefwasser dargestellt werden. Eine umfangreiche Dokumentation der einzelnen Ergebnisse der topografischen Untersuchungen ist auf der DVD vorhanden. Überschreitungen der Schwellenwerte, wie sie im PF-Beschluss angegeben werden, werden in keinem UG erreicht, wie die Tabelle III.5.1-2 für die Untersuchungen im 2., 6. und 10. Jahr nach Ausbau zeigt. Lediglich bei einer Betrachtung jährlicher Daten wird für das Watt ein Schwankungswert von 5,1% erreicht. Hinsichtlich der Vorlandbereiche (MThw bis Deichoberkante) wird die Veränderungsschwelle von >5% in keinem UG zwischen Geesthacht und Brunsbüttel erreicht (siehe Tab. III.5.1-2).

Abb. III.5.1-1: Einzeluntersuchungsgebiete (UG) und Amtsbereiche des Gesamtgebietes der Beweissicherung



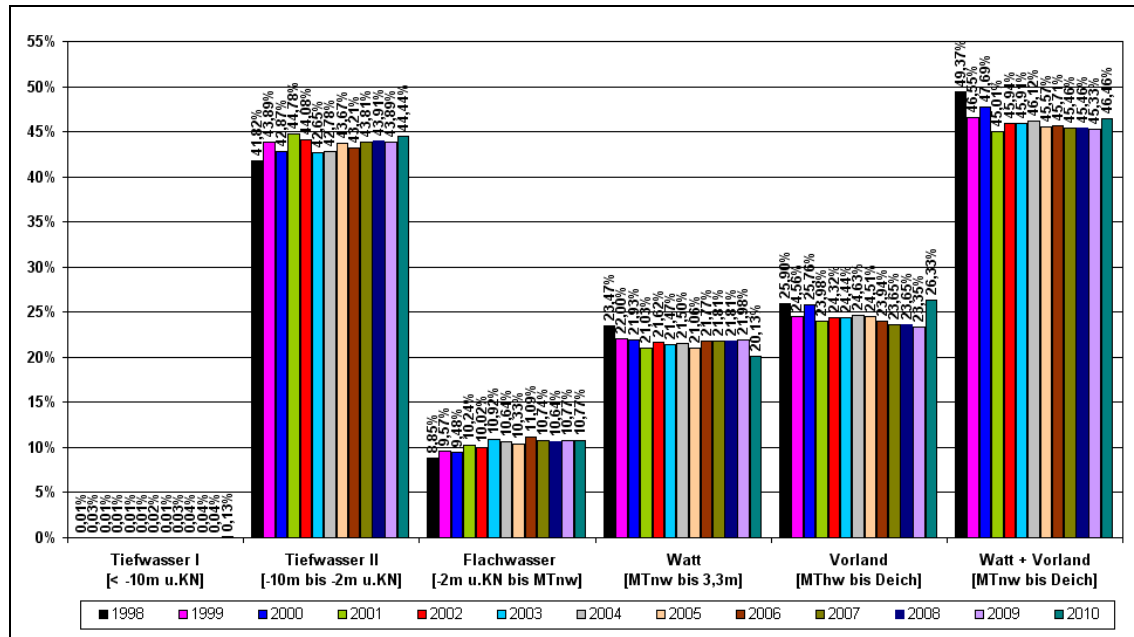
Tab. III.5.1-2: Schwankungsbreiten der verschiedenen topographischen Einheiten für die UG im Vergleich der jährlichen Untersuchungen 2000 bis 2010 zu denen der Untersuchungen im 2., 6. und 10. Jahr nach Ausbau.

		Tiefwasser I	Tiefwasser II	Flachwasser	Watt	Vorland
UG1	A - Schwankungsbreite 2000 - 2010	0,12%	2,13%	2,07%	1,86%	2,98%
UG1	B - Schwankungsbreite 2.,6.,10. Jahr	0,12%	1,22%	2,07%	1,64%	2,39%
UG2	A - Schwankungsbreite 2000 - 2010	3,73%	2,73%	0,78%	1,83%	1,84%
UG2	B - Schwankungsbreite 2.,6.,10. Jahr	1,92%	1,18%	0,13%	1,83%	1,66%
UG3	A - Schwankungsbreite 2000 - 2010	1,08%	1,64%	2,39%	3,57%	3,47%
UG3	B - Schwankungsbreite 2.,6.,10. Jahr	0,56%	0,59%	1,47%	2,15%	0,13%
UG4	A - Schwankungsbreite 2000 - 2010	0,79%	1,06%	0,59%	3,32%	3,30%
UG4	B - Schwankungsbreite 2.,6.,10. Jahr	0,72%	0,58%	0,22%	1,98%	2,53%
UG5	A - Schwankungsbreite 2000 - 2010	0,96%	1,78%	0,85%	2,19%	2,51%
UG5	B - Schwankungsbreite 2.,6.,10. Jahr	0,96%	1,78%	0,75%	0,60%	1,33%
UG6	A - Schwankungsbreite 2000 - 2010	0,51%	0,97%	3,49%	5,10%	2,28%
UG6	B - Schwankungsbreite 2.,6.,10. Jahr	0,49%	0,41%	3,31%	4,01%	0,75%
UG7	A - Schwankungsbreite 2000 - 2010	0,72%	1,16%	3,30%	4,67%	1,27%
UG7	B - Schwankungsbreite 2.,6.,10. Jahr	0,50%	0,70%	0,35%	0,57%	0,13%

III.5.1.1 Untersuchungsgebiet 1 (Geesthacht bis Bunthaus)

Das UG 1 hat eine Fläche von 19,8 km². Dies entspricht 2,3 % des gesamten Beweissicherungsgebietes (ohne Nebenflüsse). Die nachfolgende Abbildung III.5.1.1-1 zeigt, dass, obwohl die Änderungen der Flächenanteile der verschiedenen Tiefenstufen in diesem UG, in dem keine Ausbaumaßnahmen durchgeführt wurden, flächenmäßig gering sind, es relativ große prozentuale Änderungen im Vergleich zu den anderen UG gibt. Dies begründet sich aus der kleinen Fläche im Vergleich zu den anderen UG. Signifikante Entwicklungen sind in den Verteilungen nicht gegeben.

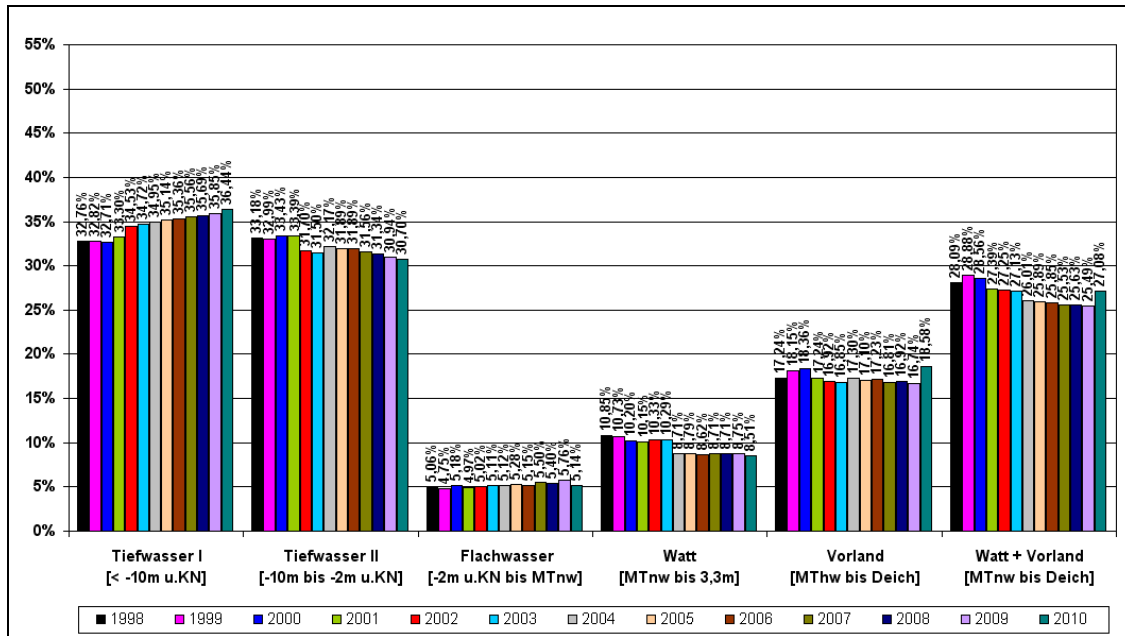
Abb. III.5.1.1-1 Verteilungen der Flächenanteile im UG 1 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010



III.5.1.2 Untersuchungsgebiet 2 (Bunthaus bis Hamburg-Nienstedten)

Das UG 2 ist das kleinste UG mit einer Fläche von 15,7 km². Dies entspricht 1,9 % des gesamten BS-Gebietes (ohne Nebenflüsse). Die nachfolgende Abbildung III.5.1.2 zeigt, dass die Flächenanteile der verschiedenen Tiefenstufen in diesem UG noch geringer sind, als die im UG 1. Sie schwanken im Mittel um rund 1,5 %. Die geringen Schwankungen erklären sich aus dem großen Anteil der Hafentflächen sowie den befestigten Ufern, die keine natürlichen Entwicklungen zulassen. Die Zunahme des Bereichs Tiefwasser I (zusammen mit Tiefwasser II) ist bedingt durch die Restarbeiten zur Fahrrinnenanpassung 1999/2000 sowie der Erstellung weiterer Liegeplätze für tiefgehende Schiffe im Hamburger Hafen. Die Ursache für den sprunghaften Rückgang des Watts ab 2004 um ca. 1,7 % konnte bislang nicht geklärt werden.

Abb. III.5.1.2-1: Verteilungen der Flächenanteile im UG 2 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010

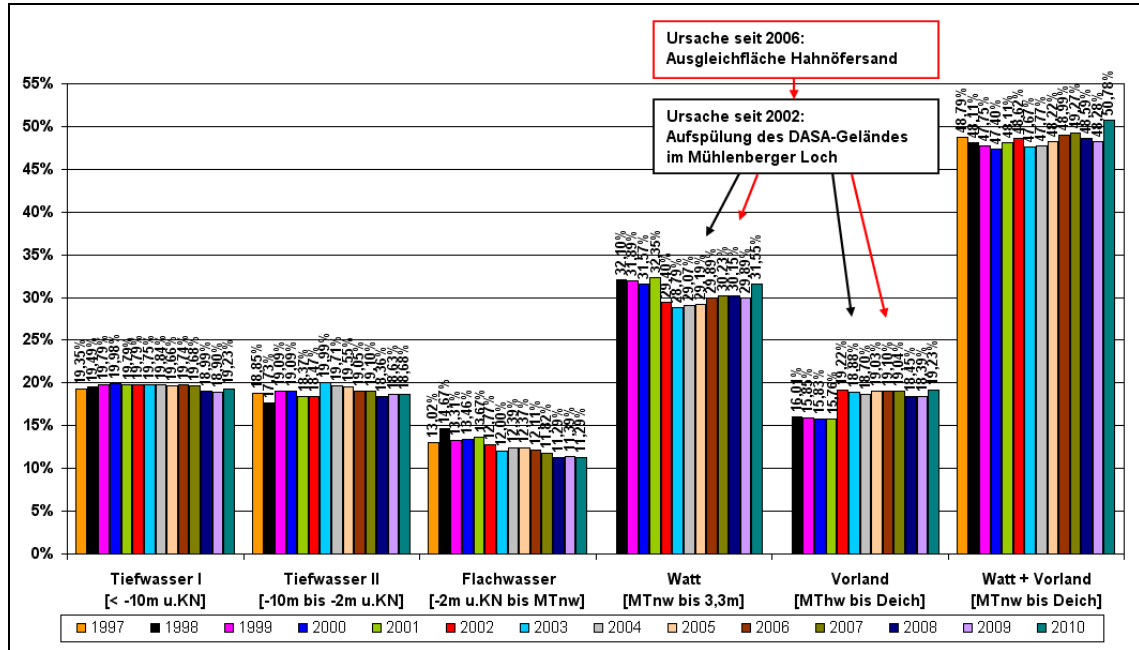


III.5.1.3 Untersuchungsgebiet 3 (Hamburg-Nienstedten bis Hetlingen)

Das UG 3 hat eine Fläche von 40,8 km² Fläche. Dies entspricht 4,8 % des gesamten BS-Gebietes (ohne Nebenflüsse). Die nachfolgende Abbildung III.5.1.3-1 zeigt, dass die Flächenanteile der verschiedenen Tiefenstufen in diesem UG trotz der durchgeführten Ausbaumaßnahmen geringer sind als im UG 1. Sie erreichen maximale Differenzen von rund 2 %.

Die Baumaßnahmen im Mühlenberger Loch zur DASA-Erweiterung lassen eine Abnahme des Watts in 2002 und einer Zunahme des Vorlandes erkennen. Die Herstellung der Ausgleichsrinne in der Hahnöfer Nebenelbe und dem Mühlenberger Loch, die in 2003 endgültig fertig gestellt werden konnte, zeigt ab diesem Zeitpunkt eine deutliche Zunahme der Anteile am Tiefwasser II-Bereich. Die sich in den Folgejahren anschließend einstellende Minderung des Anteils korrespondiert mit der Versandung der Rinne.

Abb. III.5.1.3-1: Verteilungen der Flächenanteile im UG 3 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010

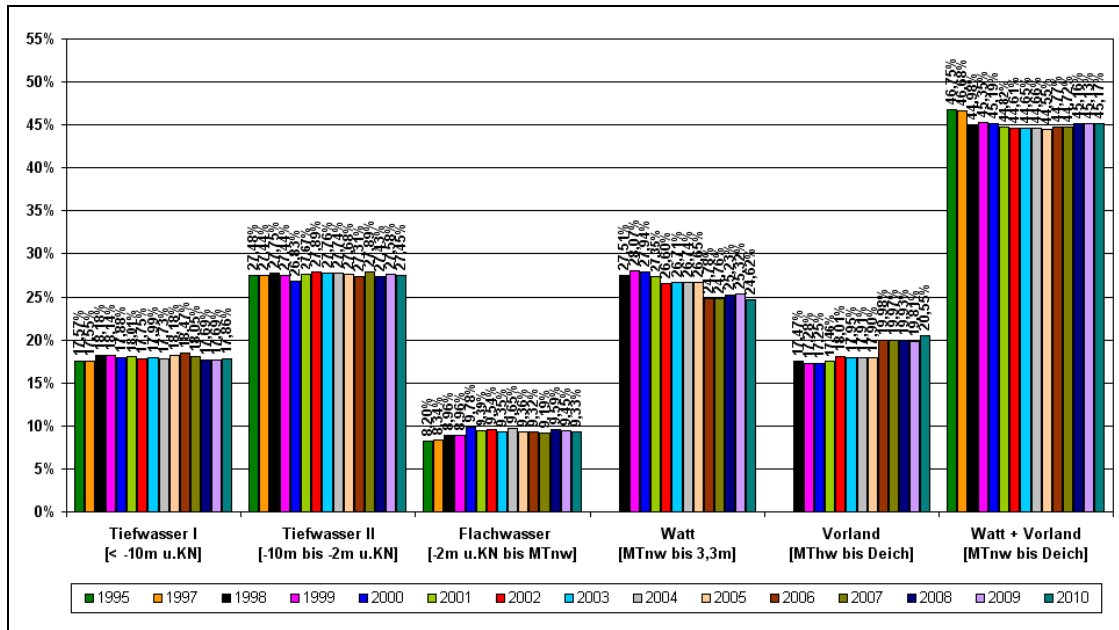


(Die Abnahme der Watt- und Flachwassergebiete und die Zunahme des Vorlandes ab 2002 beruht auf der Aufspülung des DASA-Geländes im Mühlenberger Loch)

III.5.1.4 Untersuchungsgebiet 4 (Hetlingen bis Stör)

Das UG 4 hat eine Fläche von 95,5 km². Dies entspricht 11,3 % des gesamten BS-Gebietes (ohne Nebenflüsse). Es ähnelt damit dem UG 5, hat jedoch einen geringeren Anteil an Tiefwasserbereichen $< -10\text{ m u. KN}$ (Tiefwasser I). Die nachfolgende Abbildung III.5.1.4-1 zeigt, dass die prozentualen Flächenanteile der verschiedenen Tiefenstufen in diesem UG, trotz der durchgeführten Ausbaumaßnahmen, gering sind. Sie schwanken im Mittel um 1,5 %. Erkennbar in diesem Gebiet ist eine augenscheinliche Zunahme des Flachwasseranteils seit 1995, der aber ab 2002 stagniert.

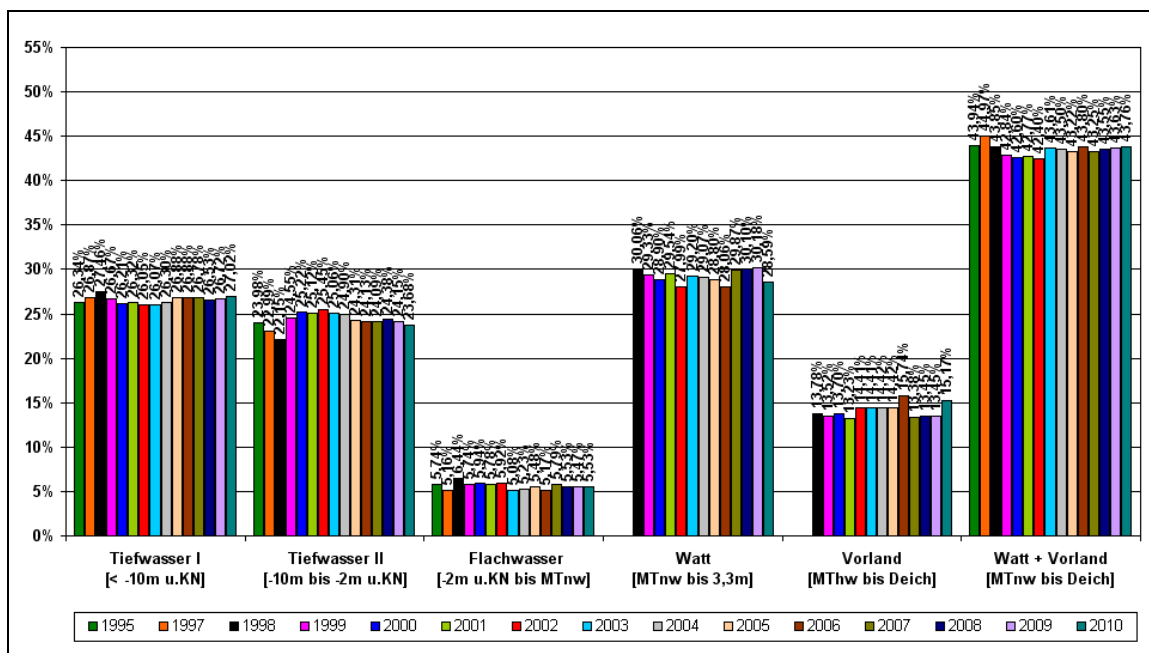
Abb. III.5.1.4-1: Verteilungen der Flächenanteile im UG 4 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010



III.5.1.5 Untersuchungsgebiet 5 (Stör bis Ostemündung)

Das UG 5 hat eine Fläche von 104,7 km². Dies entspricht 12,3 % des gesamten BS-Gebietes (ohne Nebenflüsse). Es ähnelt damit dem UG 4, hat jedoch einen größeren Anteil an Tiefwasserbereichen <-10 m u. KN (Tiefwasser I). Die nachfolgende Abbildung III.5.1.5-1 zeigt, dass die Flächenanteile der verschiedenen Tiefenstufen in diesem UG um bis zu 3 % schwanken.

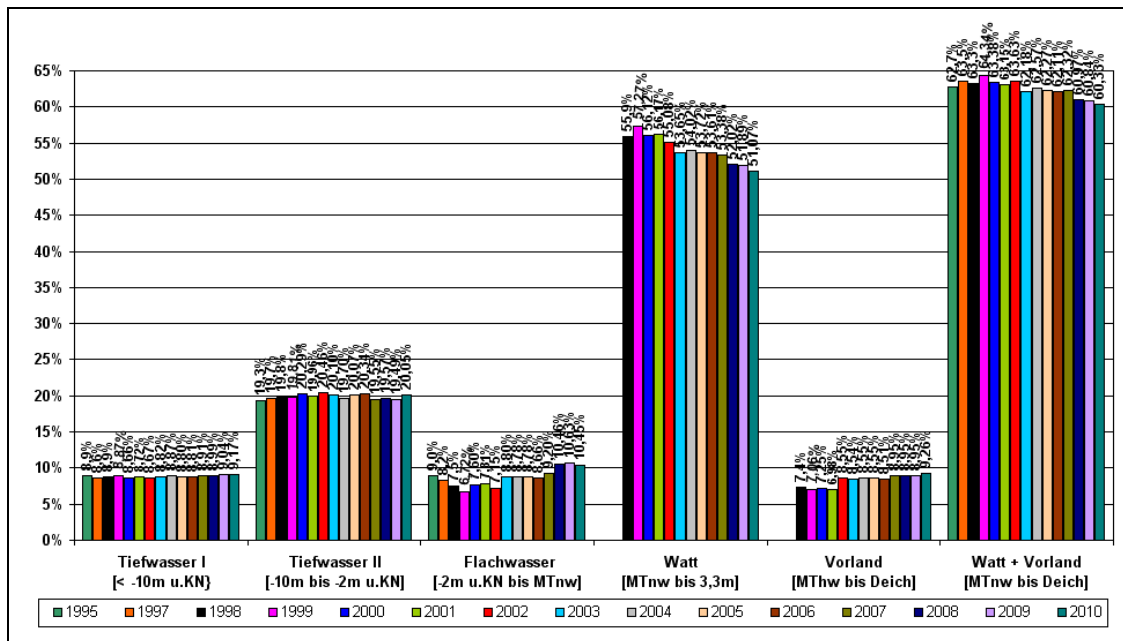
Abb. III.5.1.5-1: Verteilungen der Flächenanteile im UG 5 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010



III.5.1.6 Untersuchungsgebiet 6 (Ostemündung bis Cuxhaven)

Das UG 6 hat eine Fläche von 284,6 km². Dies entspricht 33,5 % des gesamten BS-Gebietes (ohne Nebenflüsse). Es ähnelt in der Flächenzusammensetzung dem UG 7. Beide UG zusammen bilden den äußeren Ästuarbereich. Die nachfolgende Abbildung III.5.1.6-1 zeigt, dass die Flächenanteile der verschiedenen Tiefenstufen in diesem UG um bis zu maximal 4 % (Watt) schwanken. Die Abnahme der Wattbereiche seit 1999 kommt auch bis dato nicht zum Stillstand. Die sprunghaften Veränderungen im Vorland und Watt in 2002 resultieren wahrscheinlich aus der zu diesem Zeitpunkt vorgenommenen verbesserten Vermessung des Bereichs mit Hilfe der Laserscanningtechnologie.

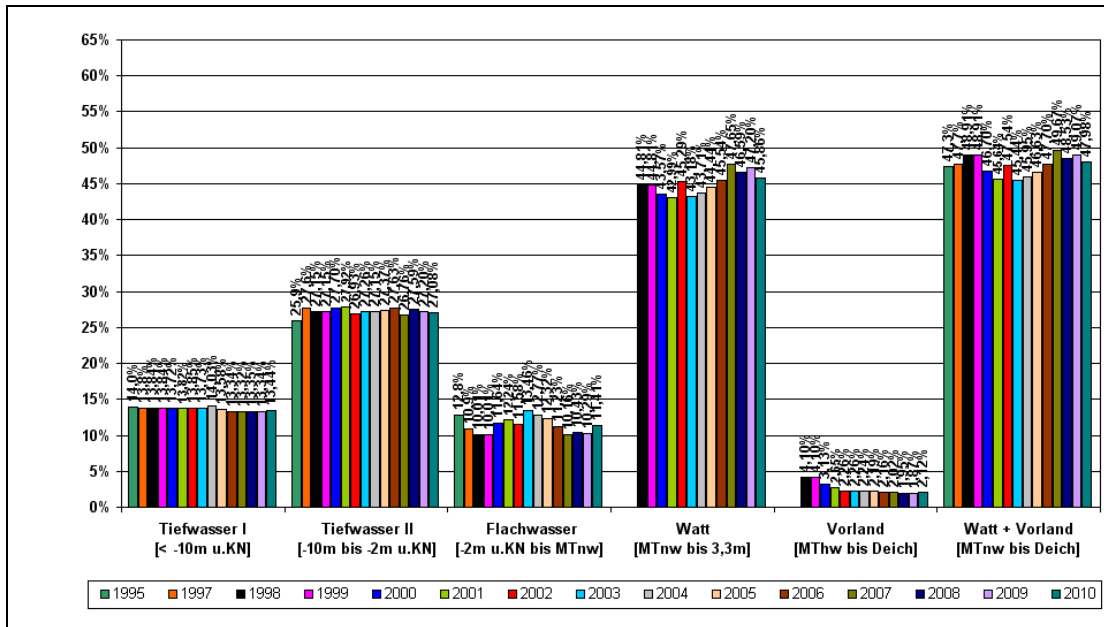
Abb. III.5.1.6-1: Verteilungen der Flächenanteile im UG 6 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010



III.5.1.7 Untersuchungsgebiet 7 (Cuxhaven bis See)

Das UG 7 hat eine Fläche von 287,3 km². Dies entspricht 33,9 % des gesamten BS-Gebietes (ohne Nebenflüsse). Es ähnelt in der Flächenzusammensetzung dem UG 6. Beide UG zusammen bilden den äußeren Ästuarbereich. Die nachfolgende Abbildung III.5.1.7-1 zeigt, dass die Flächenanteile der verschiedenen Tiefenstufen in diesem UG um bis zu 3 % schwanken. Über den Untersuchungszeitraum von 12 Jahren sind keine Entwicklungstrends erkennbar.

Abb. III.5.1.7-1: Verteilungen der Flächenanteile im UG 7 des BS-Gebietes in der Zeit von 1998 - 2010



III.5.2 Baggergutablagerungsflächen (BAF)

Die Erstellung der BAF wurde Ende 2000 abgeschlossen. Wirkungen der BAF auf die Morphodynamik in der Umgebung zeigen sich in einer Verminderung der Sedimentation im Fahrwasser der Elbe (insbesondere im Bereich der Rhinplate), wie dies auch in der UVU prognostiziert wurde. Die Topographien der BAF selbst sind außer der von Scheelenkuhlen stabil und weisen keine größeren Entwicklungen auf, die zu Eingriffen Anlass geben würden. Ein sich seit 2002 entwickelnder Kolk an der Randschwelle der BAF Krautsand-Süd wurde im September durch Stärkung der Randschelle 2009 gesichert und zeigt seither keine weitere Entwicklung.

In die BAF Scheelenkuhlen musste nach ihrer Erstellung im Jahre 2000 bis 2004 ca. 760.000 m³ Baggergut nachträglich eingespült werden, um ihren Bestand zu wahren, da die BAF im Bereich des Prallhanges der Elbe liegt und daher erheblichen Strömungen ausgesetzt ist. Seit 2004 bis heute wurden keine wesentlichen Einspülungen mehr vorgenommen. Die Auswertungen der DGM zeigen für diesen Zeitraum eine Erosion um 250.000 m³ Material aus der BAF an. Wann die Erosionstendenz zum Abschluss kommen wird, kann derzeit nicht gesagt werden.

Die topographischen und mengenmäßigen Entwicklungen aller BAF sind auf der beiliegenden DVD im Kapitel „Topographie II“ dokumentiert.

III.5.3 Hafengebiete

Die Verschlickung der Hafenzufahrten und Häfen ist ein Phänomen, dass in den Nebengewässern und Nebenflüssen der Elbe seit den 70er Jahren durch den 13,5 m-Ausbau, verbunden mit den Sperrwerksbauten und den Eindeichungen, verstärkt auftritt. Eine erhebliche Zunahme dieser Entwicklung durch die Fahrrinnenanpassung 1999/2000 ist auf Grundlage der bestehenden Datenbasis nicht erkennbar. Die meisten Häfen werden in irgendeiner Weise, z.B. durch eggen, spülen oder baggern künstlich auf Tiefe gehalten. Die Auswertungen der jährlichen topografischen Aufnahmen sind auf der beiliegenden DVD doku-

mentiert. Die dargestellten Entwicklungen sind durch die anthropogenen Maßnahmen überprägt und zeigen daher meist keine Entwicklungen auf, die durch natürliche Maßnahmen oder die Vertiefung der Elbe herühren. Im Internet auf der Webseite www.portaltideelbe.de sind zusätzlich sämtliche bekannten Informationen zu den Häfen über das Kartentool verfügbar. Dies schließt auch Informationen zur Verschlickung ein.

III.5.4 Nebanelben (NE)

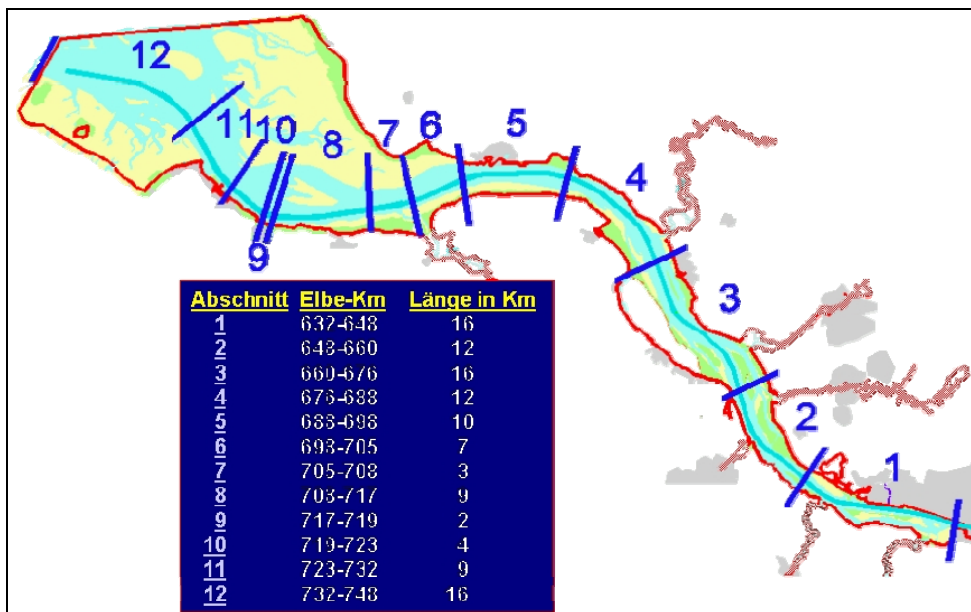
Die vorliegenden Ergebnisse sind auf der DVD-1 dokumentiert. Die Besonderheiten der Entwicklung des Systems Hahnöfer Nebanelbe / Mühlenberger Loch, verbunden mit der Ausgleichsrinne und der DASA-Erweiterung werden gesondert im Kapitel V.2.1 behandelt.

III.5.5 Schichtenuntersuchungen

Bei der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe wurden unterschiedliche Fahrrinntiefen hergestellt, die im Kapitel II.1 beschrieben werden. Die Solltiefen der Fahrrinne schwanken zwischen 14,40 m unter Kartennull (KN) im zentralen Abschnitt der Unterelbe zwischen Lühesand und Otterndorf (Sockelbereich) und 15,30m bzw. 15,20m unter KN an den Enden der Ausbaustrecke (Rampenbereiche). Insbesondere dem Sockelbereich der Elbe wurde im Zuge des Genehmigungsverfahrens besondere Aufmerksamkeit zuteil, da von Dritten Befürchtungen bezüglich der dauerhaften Stabilität dieses nur vergleichsweise gering vertieften Fahrrinnenabschnitts geäußert wurden. Für den Fall einer sukzessiven Erosion des Sockels wurden größere Strömungs- und Wasserstandsänderungen befürchtet. Daher gilt es im Zuge des Beweissicherungsverfahrens die Stabilität des Sockels zu kontrollieren.

Die Ergebnisse der Stabilitätsüberprüfung werden nachfolgend beschrieben. Die dafür angewendete Methodik wird auf der beiliegenden DVD-1 im Verzeichnis Materialien detailliert beschrieben. Im Planfeststellungsbeschluss vom 22.02.1999 wurde angeordnet, dass der TdV zweimal jährlich Peilungen innerhalb und bis 50 m außerhalb des Tonnenstrichs durchzuführen hat. Über die Peildaten ist für die Abschnitte 1 bis 8 (Abb. III.5.5-1) das Teilvervolumen von 1m - Schichtdicken zu ermitteln und deren Veränderung zum Nachweis der Sockelstabilität zu erfassen.

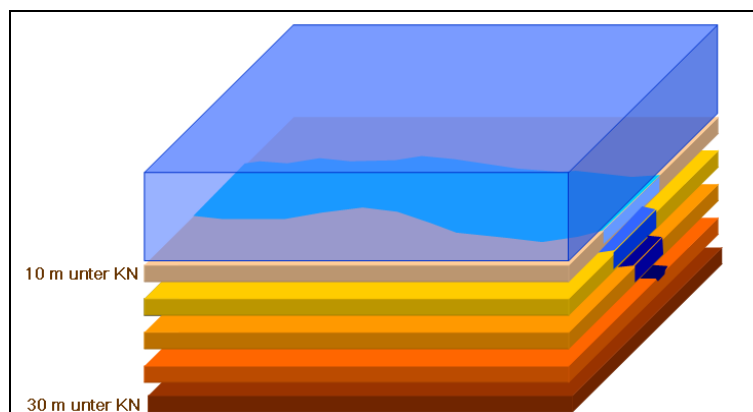
Abb. III.5.5-1: Unterteilung des UG in Teilbereiche (Sockelstabilität = Abschnitt 1-8, Rampenstabilität = Abschnitt 9-12)



Zum Nachweis der Rampenstabilität (Abschnitte 9 bis 12) sind Verkehrssicherungspeilungen auszuwerten. Diese finden zweimal jährlich innerhalb des Tonnenstrichs statt. Bei der Auswertung der Peildaten wird einheitlich vorgegangen:

- (1) Die Auswertung der Peildaten erfolgt abschnittsweise mit Hilfe von digitalen Geländemodellen (DGM). Die DGMs bilden den Bereich innerhalb bis max. 50 m außerhalb des Tonnenstrichs ab. Die Lage der Tonnen ist von Abschnitt zu Abschnitt verschieden. Für die Lage der Tonnen wird oberhalb des NOK eine Wassertiefe von 7,5 m unter LAT und unterhalb des NOK eine Tiefe von 9,5 m unter LAT angestrebt.
- (2) Mit Hilfe der DGMs wird das (zur Erreichung eines Tiefenhorizonts) abzutragende Bodenvolumen errechnet. Die Ermittlung von Teilvolumen beginnt ab einer Tiefe von 10 m unter KN bis zu einer Tiefe von 30 m unter KN. Das Teilvolumen der 1 m - Schichten ergibt sich aus der Differenz der Abtragsvolumen zweier benachbarter Höhenschichten. Der Bereich oberhalb von 10 m unter KN wird als eine Schicht (ohne Tiefendifferenzierung) betrachtet.
- (3) Die Ermittlung der (absoluten und prozentualen) Teilvolumenänderung erfolgt abschnitts- und schichtenweise. In Abstimmung mit der BLAGBSEA werden als Referenz die Z1-Modelltopografie und der nach Fertigstellung des Ausbaus angetroffene Zustand im 1. Halbjahr 2001 verwandt.

Abb. III.5.5-2: Unterteilung des Wasser- und Erdkörpers in 1m-Schichten



Das Ergebnis der Peildatenauswertung ist auf der DVD-1 zum Bericht dokumentiert. Der BS-Bericht fasst die Ergebnisse der Abschnitte 1 bis 8 zusammen. Für diese Abschnitte schreibt der Planfeststellungsbeschluss vor, dass Änderungen des Teilvolumens der 1m-Schichten von mehr als 15% durch geeignete Maßnahmen, wie z.B. durch Materialzufuhr, zu kompensieren sind. Im Fall einer kontinuierlichen Erosion des Sockels sind vom TdV Vorschläge für geeignete Gegenmaßnahmen zu erarbeiten und den Planfeststellungs- und Einvernehmensbehörden zur Entscheidung vorzulegen.

Bei einer Änderung des Teilvolumens von weniger als 15 % ist anzunehmen, dass der Sockel stabil ist. Der Nachweis der Sockelstabilität ist auf 1m - Schichten, die nach Fertigstellung des Ausbaus (im 1. Halbjahr 2001) ein Volumen von mindestens 1% des Gesamtvolumens aufwiesen, beschränkt. Hierdurch wird sichergestellt, dass eine Überschreitung des Schwellenwertes auch mit einer signifikanten Veränderung des Gesamtvolumens einhergeht. Nur in diesem Fall ist anzunehmen, dass die Auswirkungen des Ausbaus unterschätzt worden sind.

Abbildung III.5.5-3 verdeutlicht, welche der 1m - Schichten in den Abschnitten 1 bis 8 das geforderte Mindestvolumen von 1% des Gesamtvolumens aufgewiesen haben. 1m - Schichten, die das Mindestvolumen nicht erreicht haben, sind rot gekennzeichnet. Rot gekennzeichnete Schichten werden bewertet, indem sie zu einer Schicht zusammengeführt werden. Der Bezugshorizont, ab dem Teilvolumenänderungen von 1 m - Schichtdicke ermittelt werden, wird zu diesem Zweck herabgesetzt; bei Abschnitt 5 beispielsweise von 10 m unter KN auf 14 m unter KN.

Abb. III.5.5-3: Volumenanteil der 1m-Schichten am Gesamtvolumen (Volumenanteil von mehr als 1% = grün, weniger als 1% = rot)

1m-Schicht zwischen den Tiefenlinien (bezogen auf KN)	...	16-15	15-14	14-13	13-12	12-11	11-10	<10
Abschnitt 1 (km 632 – 648)								
Abschnitt 2 (km 648 – 660)								
Abschnitt 3 (km 660 – 676)								
Abschnitt 4 (km 676 – 688)								
Abschnitt 5 (km 688 – 698)								
Abschnitt 6 (km 698 – 705)								
Abschnitt 7 (km 705 – 708)								
Abschnitt 8 (km 708 – 717)								

Die Ermittlung der Teilvolumenänderung erfolgt, wie gehabt, abschnitts- und schichtenweise. In Abstimmung mit der BLAGBSEA werden als Referenz die Z1-Modelltopografie und der nach Fertigstellung des Ausbaus angetroffene Zustand im 1. Halbjahr 2001 verwandt.

Bei der Z1-Modelltopografie handelt sich um einen von der BAW-DH für die Prognose der ausbaubedingten Änderungen angenommenen Zustand der Unter- und Außenelbe nach Ausbau der Fahrrinne. Signifikante Abweichungen von diesem Zustand sind so zu interpretieren, dass die Auswirkungen des Ausbaus über- bzw. unterschätzt worden sind. Unterschätzt worden sind die Ausbaufolgen, wenn im Modell ein kleinerer Durchflussquerschnitt als nach dem Ausbau tatsächlich vorhanden untersucht worden ist. Das bedeutet, im Modell ist „zu viel Boden“ bzw. nach dem Ausbau im Gerinne „zu wenig Boden“ vorhanden.

Bei Überschreitung des Schwellenwertes von 15 % ist zu prüfen, ob Indizien, wie z.B. Überschreitung der Prognosen bei den hydrologischen Parametern, für eine Unterschätzung der Ausbaufolgen vorliegen. Demgemäß gehen aus **der Abbildung III.5.5-4** nur die

Schichten der Abschnitte 1 bis 8 hervor, bei denen eine Volumenabnahme von mehr als 15% zur Z1-Modelltopografie festgestellt worden ist.

Der Farbcode verdeutlicht, in welcher 1m-Tiefenschicht der Schwellenwert von 15 % überschritten wird. Die vergleichsweise flacheren Bereiche, bis zu einer Tiefe von 13 m unter KN, sind durch die Farbe „grün“ gekennzeichnet worden. Für den übertiefen Bereich wurde die Farbe „blau“ gewählt. Der maßgebliche Bereich von 13 m bis 20 m unter KN wird über Signalfarben von magenta bis gelb gekennzeichnet. Dieser Bereich schließt den Eingriffsbereich der Fahrrinnenanpassung ein. Im Sockelbereich wurde von 13,5 m unter KN auf 14,4 m unter KN vertieft.

Über die Zeitachse ist die Entwicklung ablesbar. **Zu einer wiederholten Überschreitung des Schwellenwertes ist es in den Abschnitten 3, 4 und 8 gekommen:**

- Im **Abschnitt 3** ist es mit dem 2. Halbjahr 2010 erstmals zu einer wiederholten Überschreitung des Schwellenwertes gekommen. Der Schwellenwert von 15 % ist im 1. und 2. Halbjahr 2010 in der Schicht zwischen 14 m und 15 m unter KN als auch in der sich anschließenden Schicht zwischen 15 m und 16 m unter KN überschritten worden. Die Verluste betragen im Maximum 17 %.
- In **Abschnitt 4** ist der Schwellenwert von 15% bereits mit der Fertigstellung des Ausbaus im 1. Halbjahr 2001 überschritten worden. Die Überschreitung ist oberhalb von 10 m unter KN aufgetreten und betrug 16 %. Bis zum 1. Halbjahr 2003 nahmen die Verluste bis auf 34% zu. Seit dieser Zeit ist es zu keinen Bodenverlusten mehr gekommen. Es hat ein beständiger Wechsel zwischen Bodenauf- und Bodenabtrag stattgefunden. Vom 1. Halbjahr 2005 bis zum 2. Halbjahr 2005 sind die Verluste von 33 % auf 24 % zurückgegangen. Zum 1. Halbjahr 2006 ist es zu einem Auftrag an Boden gekommen. Die Volumenverluste sind auf 20% zurückgegangen, im 2. Halbjahr 2006 betragen sie bereits wieder 32 %. Zum 1. Halbjahr 2007 sind die Verluste auf 25 % zurückgegangen. Seit dieser Zeit sind geringfügige Veränderungen in der Größenordnung von maximal 3 % aufgetreten. Im 2. Halbjahr 2010 betrug die Abweichung zur Z1-Modelltopografie 27%.
- Im **Abschnitt 8** wird seit dem 1. Halbjahr 2007 der Schwellenwert von 15 % beständig im Bodenkörper oberhalb von 12 m unter KN überschritten. Die Volumenverluste sind von 17 % im 1. Halbjahr 2007 bis auf 48 % im 1. Halbjahr 2009 angestiegen. Seit dem 1. Halbjahr 2009 kommt es darüber hinaus zu einer beständigen Überschreitung des Schwellenwertes in der angrenzenden 1 m - Schicht zwischen 12 und 13 m unter KN. Die Abweichung zur Z1-Modelltopografie betrug im 1. Halbjahr 2009 23 %. Seit dem 1. Halbjahr 2009 ist die Entwicklung rückläufig. Es sind schwache Volumenzuwächse zu verzeichnen. Bis zum Abschluss der Untersuchungen im 2. Halbjahr 2010 ist der Verlust oberhalb von 12 m unter KN auf 27 % und in der 1m - Schicht zwischen 12 und 13 m unter KN auf 17 % zurückgegangen.

Abb. III.5.5-4: Prozentuale Abnahme des Bodenvolumens je Abschnitt und Schicht bei Überschreitung des Schwellenwertes von 15% (Referenzzustand: Z1-Modelltopographie)

Bezug UVU-Z1-Modelltopographie der BAW

Schichten (Nummer, Bereich und Kilometer)

	1 632-648 16 km	2 648-660 12 km	3 660-676 16 km	4 676-688 12 km	5 688-698 10 km	6 698-705 7 km	7 705-708 3 km	8 708-717 9 km
1998					-19%	-32%		
1999								
2000							-20%	
2001/1.HJ				-16%	-16%			
2001/2.HJ				-16%				
2002/1.HJ				-22%				
2002/2.HJ								
2003/1.HJ			-15%	-34%				
2003/2.HJ				-27%		-16%		
2004/1.HJ				-32%				
2004/2.HJ				-26%				
2005/1.HJ				-33%				
2005/2.HJ				-24%				-17%
2006/1.HJ				-20%				
2006/2.HJ				-32%				
2007/1.HJ				-25%				-17%
2007/2.HJ				-25%				-21%
2008/1.HJ				-27%				-25%
2008/2.HJ				-27%				-32%
2009/1.HJ				-28%				-48%
								-23%
2009/2.HJ				-26%				-38%
								-18%
2010/1.HJ			-15%	-26%				-26%
			-17%					-19%
2010/2.HJ			-17%	-27%				-27%
			-17%					-17%

Schicht [m unter KN]

30-29	29-28	28-27	27-26	26-25	25-24	24-23	23-22
22-21	21-20	20-19	19-18	18-17	17-16	16-15	15-14
14-13	13-12	12-11	11-10	<10			

Welche Volumenverluste tatsächlich nach Abschluss der Ausbaurbeiten aufgetreten sind, soll nachfolgend durch Abgleich mit dem im 1. Halbjahr 2001 angetroffenen Zustand geklärt werden. Im Unterschied zur Z1-Modelltopografie handelt es sich bei diesem Referenzzustand nicht um einen fiktiven, sondern um einen vermessenen Zustand. Es ist der mit der BLAGBSEA abgestimmte Zustand nach Fertigstellung des Ausbaus. Volumenverluste gegenüber diesem Zustand, die den Schwellenwert von 15% übersteigen,

gehen aus der Abbildung III.5.5-5 hervor. Die Darstellungsweise entspricht der vorangegangenen Abbildung II.5.5-4.

Abb. III.5.5-5: Prozentuale Abnahme des Bodenvolumens je Abschnitt und Schicht bei Überschreitung des Schwellenwertes von 15% (Referenzzustand: Ausbauzustand 1. Halbjahr 2001).



Über den Vergleich der Abbildungen III.5.5-4 und III.5.5-5 wird deutlich, dass das Bodenvolumen der 1m-Schichten in der Modelltopografie sowohl über- als auch unterschätzt worden ist.

Betrachtet man die in Abbildung III.5.5-4 auffälligen Abschnitte ist festzustellen:

- Im **Abschnitt 3** ist es zu keiner Überschreitung des Schwellenwertes gekommen. Das Bodenvolumen der 1m-Schichten zwischen 14 und 16 m unter KN ist im Modell überschätzt worden, was auf eine Unterschätzung der Ausbaufolgen hindeutet. Wie diese Unterschätzung insgesamt zu bewerten ist, wird nachfolgend durch weitere Betrachtungen erläutert.
- Bei **Abschnitt 4** kommt es beim Abgleich mit dem tatsächlich vermessenen Ausbauzustand zu keiner beständigen Überschreitung des Schwellenwertes. Das Bodenvolumen der Schicht oberhalb von 10 m unter KN wurde im Modell überschätzt. Es ist im Modell „zu viel Boden“ vorhanden gewesen, was auf eine Unterschätzung der Ausbaufolgen hindeutet. Wie diese Unterschätzung insgesamt zu bewerten ist, wird nachfolgend durch weitere Betrachtungen erläutert.
- Für den **Abschnitt 8** lässt sich aus der Abbildung III.5.5-5 ablesen, dass das Bodenvolumen in der Z1-Modelltopografie unterschätzt worden ist. Im Modell war „zu wenig Boden“ vorhanden. Tatsächlich ist es in diesem Elbabschnitt seit Ausbau der Fahrrinne zu Bodenverlusten gekommen. Da eine Unterschätzung des Bodenvolumens im Modell dazu führt, dass die Ausbaufolgen überschätzt werden, haben die aus Abbildung III.5.5-5 hervorgehenden beständigen Überschreitungen des Schwellenwertes keine Relevanz für die zu klärende Frage der Sockelstabilität. Erst mit der aus Abbildung III.5.5-4 hervorgehenden beständigen Überschreitung des Schwellenwertes im 1. Halbjahr 2007 muss davon ausgegangen werden, dass eine Unterschätzung der Ausbaufolgen vorliegt.

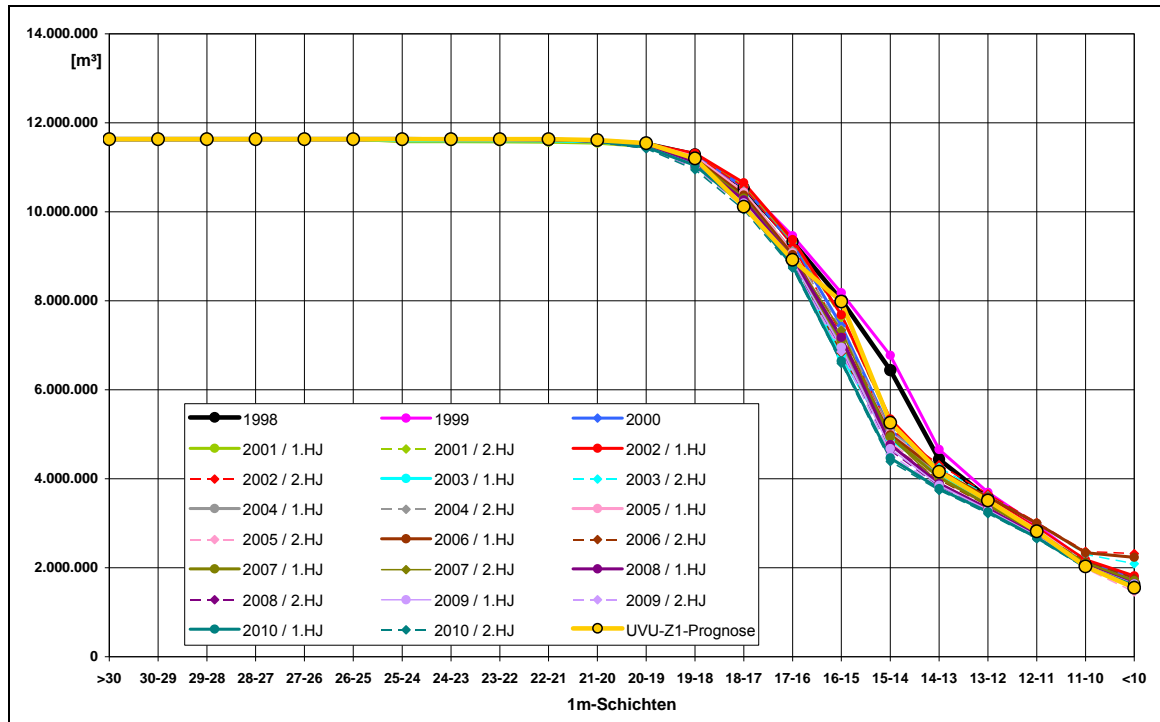
Der Frage, wie die aus Abbildung III.5.5-4 ersichtlichen, beständigen Überschreitungen im Hinblick auf die Stabilität des Sockels zu bewerten sind, wird im Weiteren nachgegangen.

Für den **Abschnitt 3** lassen sich die Ergebnisse aus der Betrachtung der Teilvolumenänderungen wie folgt zusammenfassen:

- Der Schwellenwert von 15 % ist erstmals wiederholt im 2. Halbjahr 2010 in der Schicht zwischen 14 m und 15 m unter KN als auch in der sich anschließenden Schicht zwischen 15 m und 16 m unter KN überschritten worden. Die Verluste betragen im Maximum 17 %.
- Beim Vergleich mit dem tatsächlich vermessenen Ausbauzustand wird deutlich, dass das Bodenvolumen der Schichten im Modell überschätzt worden ist. Aus der Abbildung III.5.5-5 geht keine Überschreitung des Schwellenwertes hervor.

Abbildung III.5.5-6 stellt die Entwicklung der Teilvolumen in **Abschnitt 3** der Z1-Modelltopografie gegenüber. Aus der Abbildung wird deutlich, dass die gelb dargestellte Z1-Modelltopografie in tieferen Schichten „zu wenig“ Boden vorsieht.

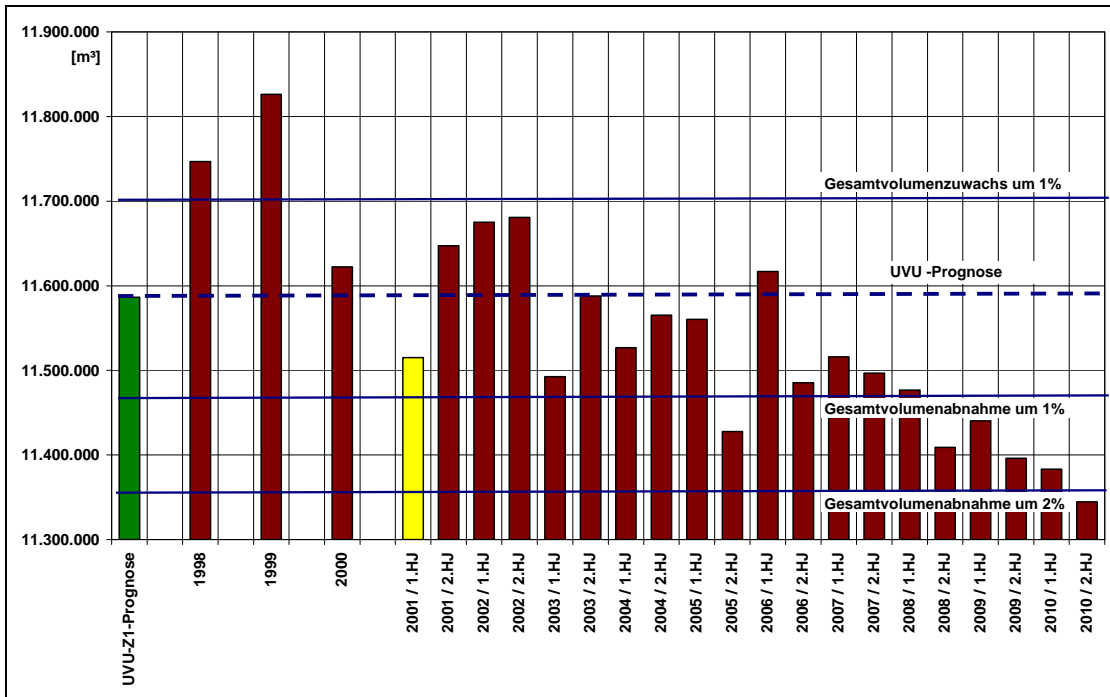
Abb. III.5.5-6: Entwicklung der Teilvolumen in Abschnitt 3 (Elbe-km 660 - 676)



Aus der Abbildung III.5.5-7 geht die Entwicklung des Gesamtvolumens pro Stromkilometer über die Zeit hervor. Das Gesamtvolumen/km unterschreitet bereits nach Fertigstellung des Ausbaus (1. Halbjahr 2001) den Prognoseansatz. Die Unterschreitung beträgt weniger als 1%.

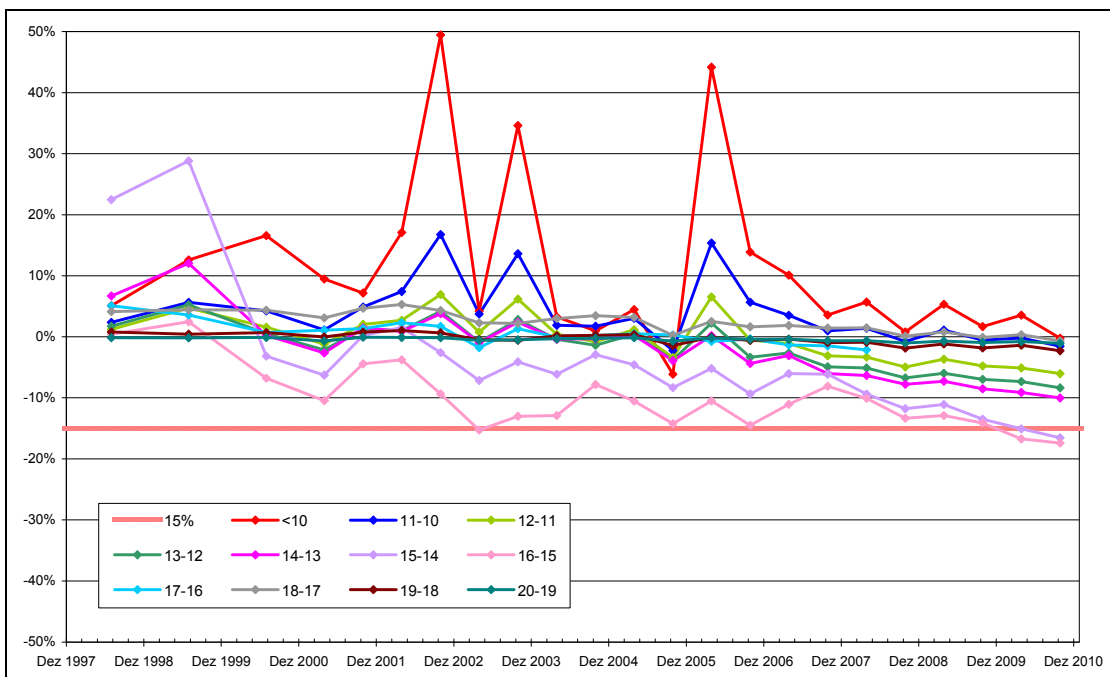
Schaut man sich die Entwicklung des Gesamtvolumens pro Stromkilometer an, so lässt sich feststellen, dass das Gesamtvolumen/km nach Fertigstellung des Ausbaus bis zum Jahr 2007 in der Regel überschritten und nur vereinzelt unterschritten worden ist. Zeitweise ist der Prognoseansatz überschritten worden. Seit dem Jahr 2007 besteht ein deutlicher Trend zur Abnahme des Gesamtvolumens. Die Unterschreitung beträgt mittlerweile 2 %.

Abb. III.5.5-7: Entwicklung des Gesamtvolumens/km im Abschnitt 3 (Elbe-km 660 -676)



Die Entwicklung der Teilvolumenänderung in den 1 m - Schichten geht aus der Abbildung III.5.5-8 hervor. Bodenverluste von mehr als 15 % traten im Bereich zwischen 14 m und 16 m unter KN auf. Dieser Bereich befindet sich unterhalb der heutigen Sollsohle mit einer Solltiefe von 14,4 m unter KN. Aus den Daten lässt sich ein deutlicher Trend zur Aufweitung des Querschnittes mit dem Jahr 2007 ableiten. In den angrenzenden flacheren Bereichen besteht dieser Trend bereits seit mit dem Jahr 2006.

Abb. III.5.5-8: Entwicklung der Teilvolumenänderungen gegenüber der Z1-Modelltopografie im Abschnitt 3



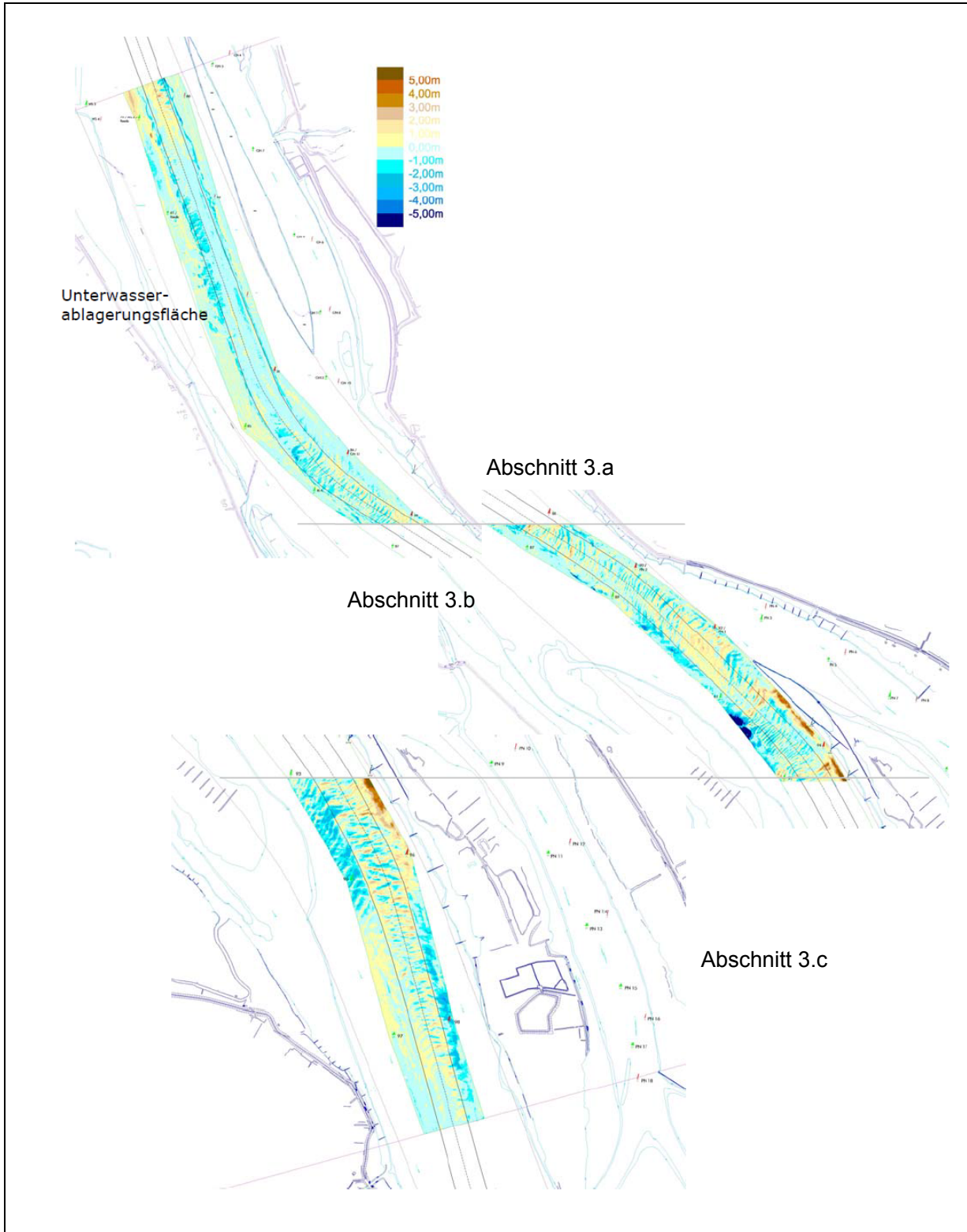
Aus der Abbildung III.5.5-9 geht die Entwicklung von 2001 zu 2010 hervor. Die Abbildung verdeutlicht, dass es insgesamt zu keiner flächigen Vertiefung der Rinne gekommen ist. Im Bereich der Rhinplate auf Höhe der im Zuge des Fahrinnenausbaus errichteten Unterwasserablagerungsstelle erscheint die Fahrrinne stabil. Stromauf, im Bereich Pagensand

scheint es zu einem verstärkten Aufwachsen der Riffel bei gleichzeitiger Vertiefung der Täler gekommen zu sein. Die größten Veränderungen sind außerhalb der Fahrrinne aufgetreten. Besonders auffällig ist der Verlust südlich der Fahrrinne auf Höhe der Nordspitze Pagensand (siehe "Abschnitt 3b"), wo sich ein Kolk ausgebildet hat. Nördlich der Fahrrinne sind Volumenzuwächse zu verzeichnen. Zu vermuten ist, dass diese auf die Umlagerungen von Baggergut zurückgehen.

Bis zum Jahr 2006 sind im Bereich Pagensand jährlich mehr als 1 Mio. m³ Baggergut verbracht worden. Im Jahr 2005 waren es 2,8 Mio. m³, in den Jahren 2006 und 2007 nur noch ca. 0,6 Mio. m³. In den letzten Jahren ist kaum noch (max. 180.000 m³) bzw. gar kein Sediment mehr bei Pagensand verbracht worden. Das Baggergut wird nunmehr weiter Unterstrom umgelagert, um den Stromauftransport von Sedimenten zu unterbinden.

Es ist anzunehmen, dass der in den Jahren 2006/2007 einsetzende Trend der verstärkten Querschnittsaufweitung im Abschnitt 3 mit der veränderten Unterhaltungsstrategie im Zusammenhang steht.

Abb. III.5.5-9: Differenzplan der Topografien von 2001 und 2010 im Abschnitt 3



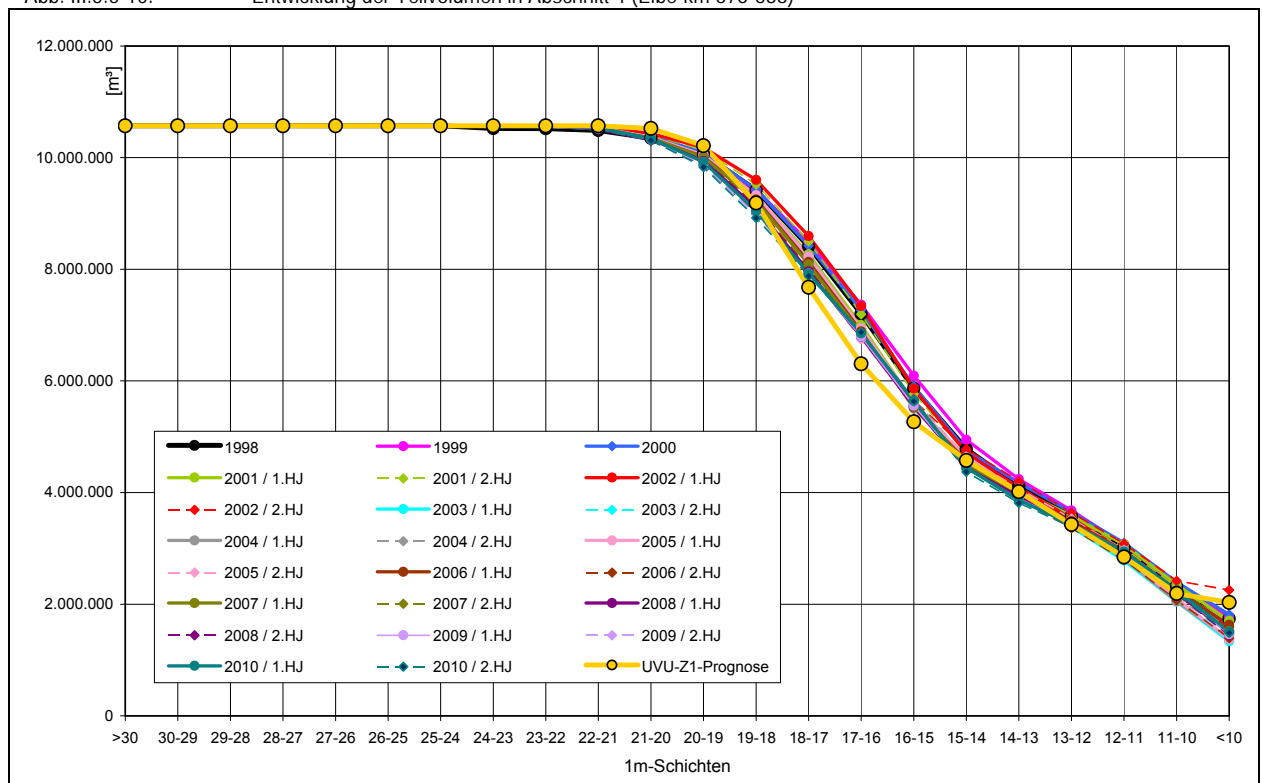
Für den **Abschnitt 4** lassen sich die Ergebnisse aus der Betrachtung der Teilvolumenänderungen wie folgt zusammenfassen:

- Der Schwellenwert von 15% ist bereits mit der Fertigstellung des Ausbaus im 1. Halbjahr 2001 überschritten worden. Die Überschreitung ist oberhalb von 10 m unter KN aufgetreten und betrug zum Abschluss der Untersuchungen (2.Halbjahr 2010) 27 %.

- Beim Vergleich mit dem tatsächlich vermessenen Ausbauzustand wird deutlich, dass das Bodenvolumen der Schicht oberhalb von 10 m unter KN im Modell überschätzt worden ist.

Abbildung III.5.5-10 stellt die Entwicklung der Teilvolumen in **Abschnitt 4** der Z1-Modelltopografie gegenüber. Aus der Abbildung wird deutlich, dass die gelb dargestellte Z1-Modelltopografie oberhalb von 10 m unter KN „zu viel Boden“, in tieferen Schichten gleichzeitig jedoch „zu wenig“ Boden vorsieht.

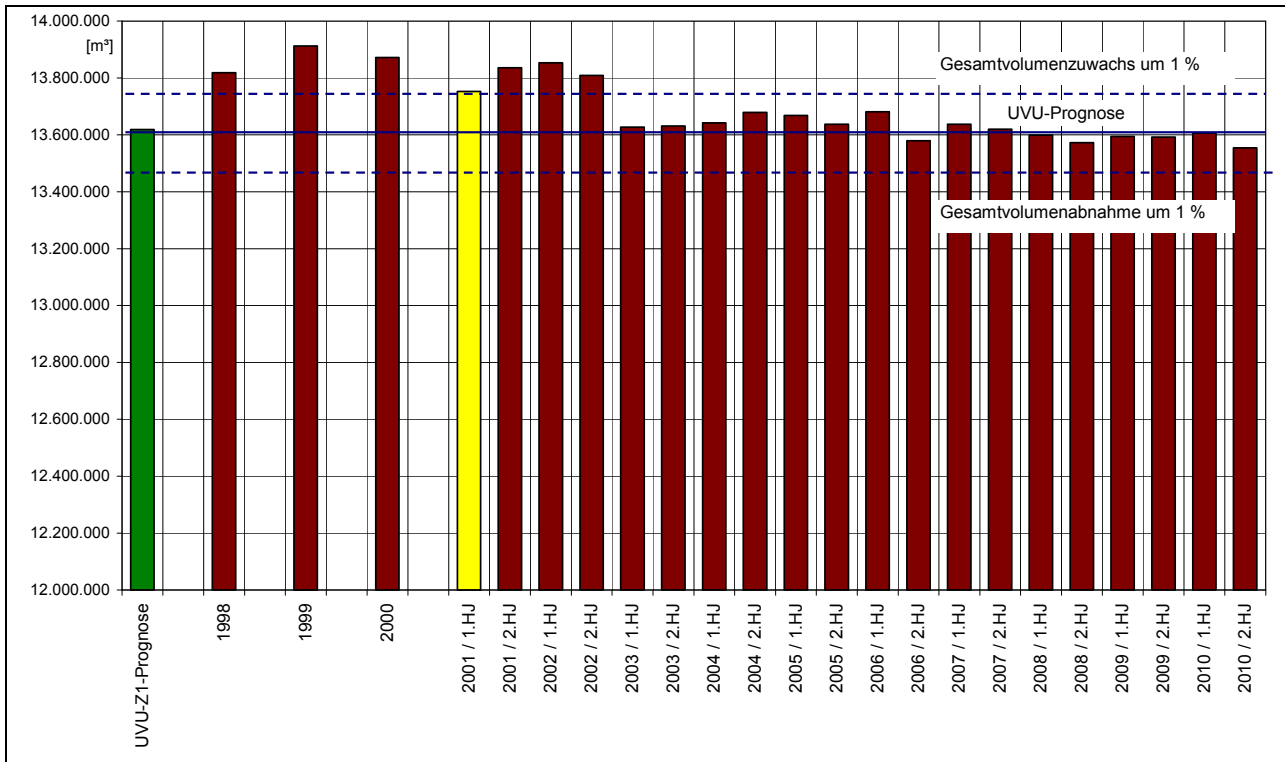
Abb. III.5.5-10: Entwicklung der Teilvolumen in Abschnitt 4 (Elbe-km 676-688)



Aus der Abbildung III.5.5-11 geht die Entwicklung des Gesamtvolumens pro Stromkilometer über die Zeit hervor. Das Gesamtvolumen/km übersteigt nach Fertigstellung des Ausbaus den Prognoseansatz, was für eine Überschätzung der Ausbaufolgen spricht.

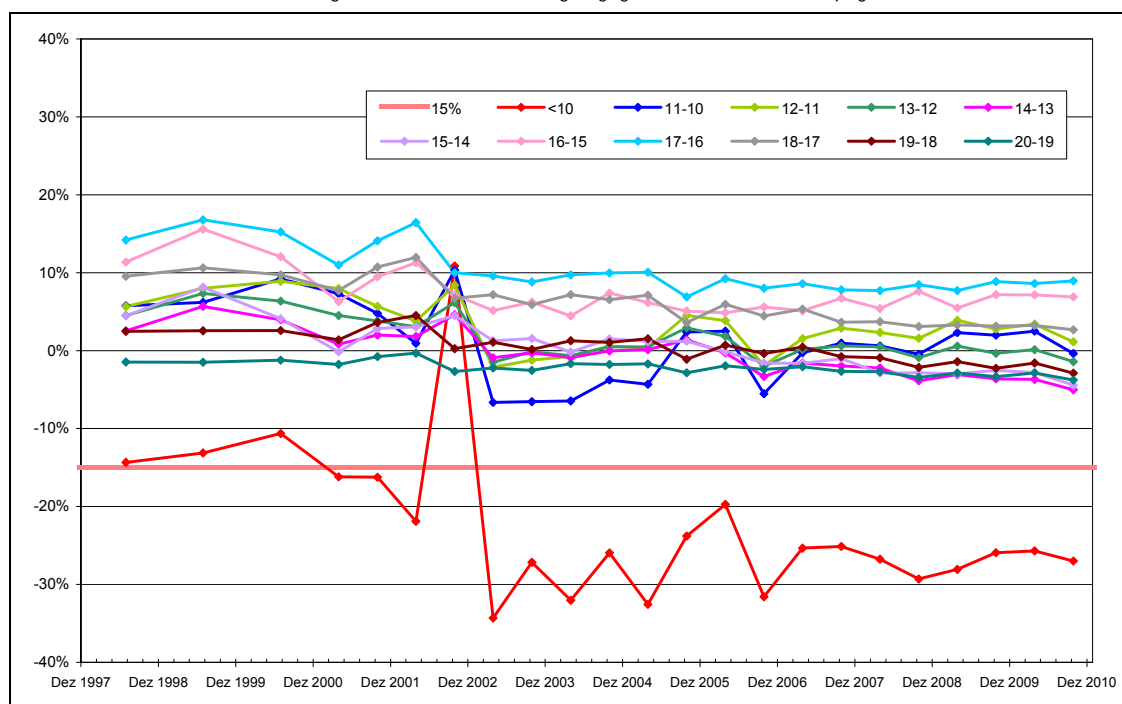
Schaut man sich die Entwicklung des Gesamtvolumens pro Stromkilometer an, so lässt sich feststellen, dass das Gesamtvolumen/km bis zum 2. Halbjahr 2006 über dem Prognoseansatz liegt. Seit dem 2. Halbjahr 2006 ist es wiederholt zu einer Unterschreitung des Prognoseansatzes gekommen. Die Unterschreitung betrug jeweils weniger als 1%.

Abb. III.5.5-11: Entwicklung des Gesamtvolumens/km im Abschnitt 4 (Elbe-km 676-688)



Die Entwicklung der Teilvolumenänderung in den 1 m - Schichten geht aus der Abbildung III.5.5-12 hervor. Bodenverluste von mehr als 15 % traten ausschließlich im Bereich oberhalb von 10 m unter KN auf. In der Regel liegt das Volumen der 1 m - Schichten oberhalb bzw. im Bereich der Prognose. Ein deutlicher Trend zur Aufweitung des Querschnittes im Abschnitt 4 lässt sich aus den Daten nicht ableiten. Eine Unterschätzung der Ausbaufolgen ist damit weitestgehend ausgeschlossen.

Abb. III.5.5-12: Entwicklung der Teilvolumenänderungen gegenüber der Z1-Modelltopografie im Abschnitt 4

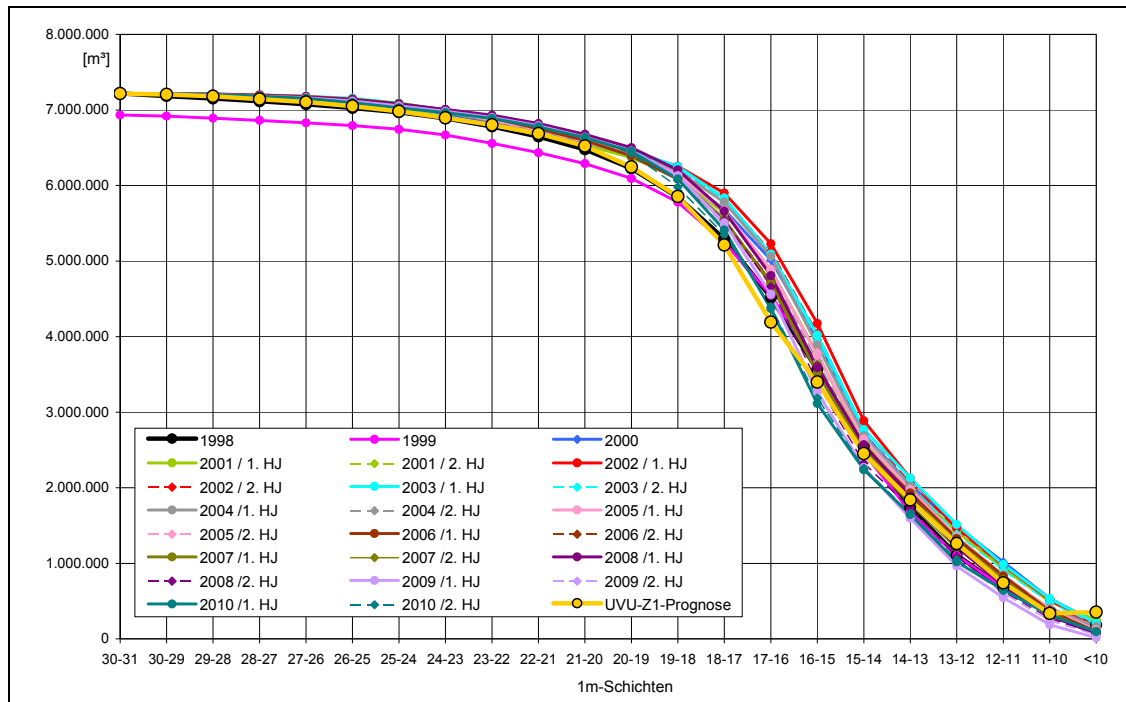


Für den **Abschnitt 8** lassen sich die Ergebnisse aus der Betrachtung der Teilvolumenänderungen wie folgt zusammenfassen:

- Im **Abschnitt 8** wird seit dem 1. Halbjahr 2007 der Schwellenwert von 15 % beständig im Bodenkörper oberhalb von 12 m unter KN überschritten. Seit dem 1. Halbjahr 2009 kommt es darüber hinaus zu einer beständigen Überschreitung des Schwellenwertes in der angrenzenden 1 m - Schicht zwischen 12 und 13 m unter KN. Die Abweichung zur Z1-Modelltopografie betrug zum Abschluss der Untersuchungen (im 2. Halbjahr 2010) 27 % oberhalb von 12 m unter KN und in der angrenzenden 1m - Schicht zwischen 12 und 13 m unter KN 17 %.
- Für den **Abschnitt 8** lässt sich aus der Abbildung III.5.5-5 ablesen, dass das Bodenvolumen in der Z1-Modelltopografie unterschätzt worden ist. Im Modell war „zu wenig Boden“ vorhanden. Tatsächlich ist es in diesem Elbabschnitt seit Ausbau der Fahrerinne zu Bodenverlusten gekommen.

Abbildung III.5.5-13 stellt die Entwicklung der Teilvolumen in **Abschnitt 8** der Z1-Modelltopografie gegenüber. Aus der Abbildung wird deutlich, dass sich der Querschnitt aufgeweitet hat. In den flacheren Bereichen wird die Prognose unterschritten, in tieferen Bereichen wird die Prognose noch überschritten.

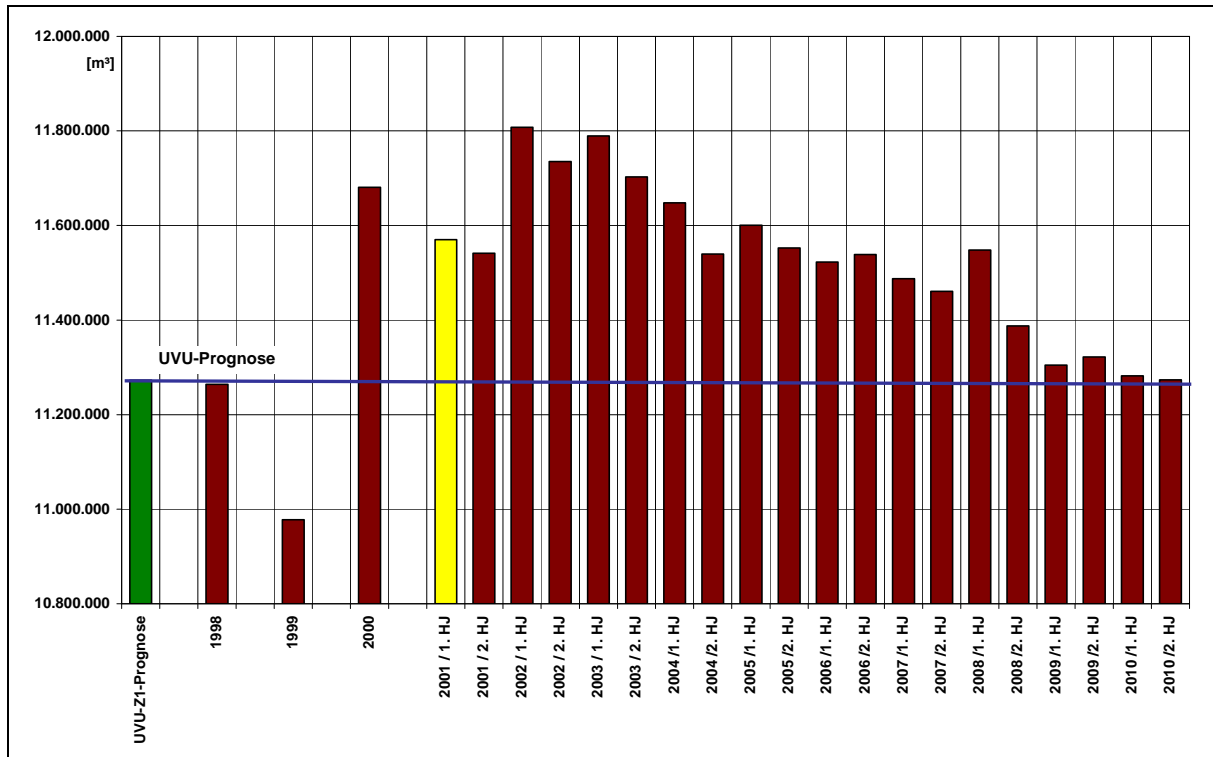
Abb. III.5.5-13: Entwicklung der Teilvolumen in Abschnitt 8 (Elbe-km 708 - 717)



Aus der Abbildung III.5.5-14 geht die Entwicklung des Gesamtvolumens pro Stromkilometer über die Zeit hervor. Das Gesamtvolumen/km übersteigt nach Fertigstellung des Ausbaus den Prognoseansatz, was für eine Überschätzung der Ausbaufolgen spricht.

Schaut man sich die Entwicklung des Gesamtvolumens pro Stromkilometer an, so lässt sich feststellen, dass das Gesamtvolumen/km bis zum Abschluss der Untersuchungen (im 2. Halbjahr 2010) über dem Prognoseansatz liegt. Eine Unterschätzung der Ausbaufolgen ist damit weitestgehend ausgeschlossen.

Abb. III.5.5-14: Entwicklung des Gesamtvolumens/km im Abschnitt 8 (Elbe-km 608 - 717)



Fazit der Untersuchung

Zu Bodenverlusten von mehr als 15 % ist es wiederholt in den Abschnitt 3, 4 und 8 gekommen.

In den Abschnitten 4 und 8 ist der Schwellenwert von 15 % in den flacheren Bereichen oberhalb der Sollsohle überschritten worden. Die Unterschreitung des Gesamtvolumens pro Stromkilometer beträgt bei Abschnitt 4 weniger als 1 %. In Abschnitt 8 liegt keine Unterschreitung vor. Eine Unterschätzung der Ausbaufolgen ist damit weitestgehend ausgeschlossen. Zumal Indizien, die für einen Funktionsverlust des Sockels sprechen, wie eine klare Überschreitung der Prognosen bei den BS - Parametern Tidehub und Strömung, fehlen.

Abschnitt 3 nimmt eine Sonderstellung ein. In Abschnitt 3 wurde der Schwellenwert erstmals im Jahr 2010 überschritten. Das Gesamtvolumen pro Stromkilometer nimmt indes kontinuierlich seit Anbeginn der Untersuchungen, seit dem Jahr 2007 verstärkt ab. Der Verlust beträgt zum Abschluss der Untersuchungen im 2. Halbjahr 2010 etwas mehr als 2 %. Zur durchgehenden Erosion des Sockels ist es nicht gekommen. Erosions- und Sedimentationsbereiche wechseln sich ab, was darauf hindeutet, dass es innerhalb des Abschnittes zu einer stärkeren Ausprägung von Sohlstrukturen (Riffelbildung) gekommen ist. Die veränderte Unterhaltungsstrategie der WSV, die auf eine Unterbindung des residuellen Stromauftransportes von umgelagerten Sedimenten abzielt, scheint mit der Verstärkung des Trends im Jahr 2007 im Zusammenhang zu stehen.

III.5.6 Nebenflüsse

Auf der DVD-1 im Ordner \DVD-Materialien\Nebenflussentwicklungen\ werden die topographischen Entwicklungen der Nebenflüsse auf der schleswig-holsteinischen Elbseite der Tideelbe beschrieben. Grundlage der Beschreibungen sind die Querschnittsmessungen, die seit 2002 regelmäßig durchgeführt werden und die auf der DVD-1 in den Ergebnispräsentationen unter „Profile der Nebenflüsse“ dokumentiert sind. Analog zu den Beschreibungen der schleswig-holsteinischen Nebenflüsse folgt nachfolgend die Beschreibung für die niedersächsischen Nebenflüsse der Tideelbe.

III.5.6.1 Nebenflüsse auf der niedersächsischen Elbseite

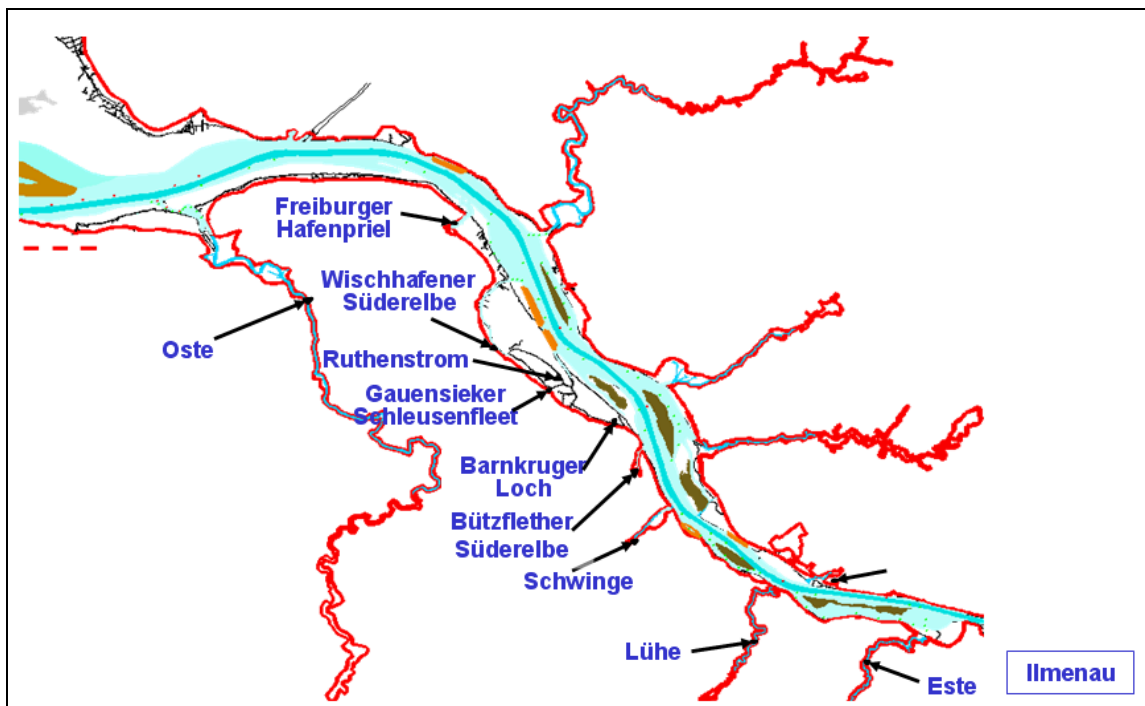
Der Planfeststellungsbeschluss für die „Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt“ vom 22.02.1999 beinhaltet im Abschnitt III.8 Schutzauflagen, die einen Ausgleich nachteiliger Auswirkungen der Baumaßnahme auf Rechte Dritter festschreiben. Ziffer 8 besagt dazu:

„8. Nebengewässer und Außentiefs

Falls es infolge des Ausbaues zu nachteiligen Querschnittsveränderungen der Nebengewässer (Landes- und Verbandsgewässer) kommt, hat der TdV die ausbaubedingten Mehrkosten der Gewässerunterhaltung zu übernehmen. Zur Ermittlung des Verursacheranteils hat der TdV die Veränderungen der Gewässerabmessungen anhand repräsentativer Querschnittsflächen bzw. die Entwicklung der Unterhaltungsaufwendungen der Länder bzw. der Verbände heranzuziehen....“

Der vorliegende Bericht beschreibt die Querschnittsentwicklungen in den niedersächsischen Nebenflüssen Ilmenau, Este, Lühe, Schwinge, Bützflether Süderelbe, Barnkruger Loch, Gauensieker Süderelbe, Ruthenstrom, Wischhafener Süderelbe, Freiburger Hafenpriel und Oste. Den Untersuchungsumfang auf niedersächsischer Seite verdeutlicht die Abbildung III.5.6.1-1. Die Untersuchungsergebnisse sind im Internet unter <http://www.portaltideelbe.de> dokumentiert.

Abb. III.5.6.1-1: Übersicht der Nebenflüsse der Tideelbe auf der niedersächsischen Elbseite, die im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung von 1999 untersucht wurden.



Für die Feststellung, ob es in den niedersächsischen Nebenflüssen zu ausbaubedingten Veränderungen der Topographie gekommen ist, wurde im Planfeststellungsbeschluss angeordnet, dass im 2., 6. und 10. Jahr nach Ausbaubeginn Querschnittsvermessungen in 100 m-Abständen durchzuführen sind.

Da davon auszugehen war, dass die vorgegebenen Erfassungszeiten für eine Diskussion ausbaubedingter Veränderungen nicht ausreichen, hat sich der TdV mit Zustimmung der BLAGBSEA dazu entschlossen, in den Jahren zwischen den angeordneten Erfassungszeiten ergänzend ein reduziertes Vermessungsprogramm durchzuführen. Hierbei handelte es sich um:

- Querschnittsmessungen im Abstand von 0,5 km auf den ersten 5 km ab der Mündung der Nebenflüsse.
- Querschnittsmessungen in 1 km Abstand die nächsten 5 km stromauf und
- Querschnittsmessungen von dort dann in 5 km Abständen bis zur Tidegrenze der Nebenflüsse.

Für die Wischhafener Süderelbe wurde in der Schutzauflage III.8 folgende gesonderte Festlegung getroffen:

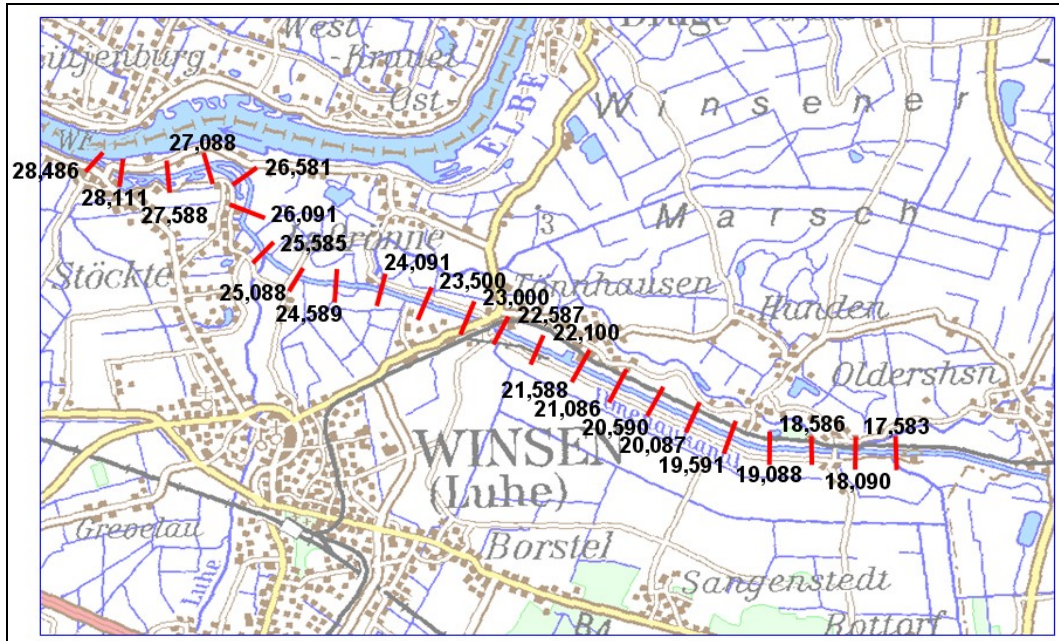
„Im Fall der Wischhafener Süderelbe sind als Beweissicherungsgrundlage die Hauptquerschnitte der „Beweissicherung Vordeichung Krautsand“ (Landeskilometer 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000, 10.000) heranzuziehen.“

III.5.6.1.1 Ilmenau

In der Ilmenau wurden von 2003 bis 2010 regelmäßig 23 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.1-1). Für den Vergleich der Querschnittsflächen mit Bezugsjahr 1994 können 22 Profile von BWaStr-Km 17,583 bis 27,588 herangezogen werden. Von 1995 bis 2002 liegen keine Messdaten vor. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.1-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (einzelne Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.1-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.1-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.1-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen (reduzierte Profilanzahl)

Abb. III.5.6.1.1-1: Übersicht der in der Ilmenau gemessenen Querprofile.



Für die Ilmenau liegt kein Ist-Zustand (Messung kurz vor der Baumaßnahme) vor. Somit kann auch keine Aussage hinsichtlich der Wirkung der Ausbaumaßnahme auf die Topographie der Ilmenau getroffen werden.

Da sich jedoch seit 1994 kein Entwicklungstrend zeigt, sondern die Messungen vielmehr wechselnde Zustände wiedergeben, kann ggf. nur mit weiteren Untersuchungen die Entwicklungsrichtung der Topographie der Ilmenau erfasst werden. Eine Aussage hinsichtlich einer ausbaubedingten Wirkung der Baumaßnahme 1999 / 2000 wäre allerdings auch dann nicht möglich.

Abb. III.5.6.1.1-2: Längsschnitte verschiedener Jahre der Ilmenau; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.

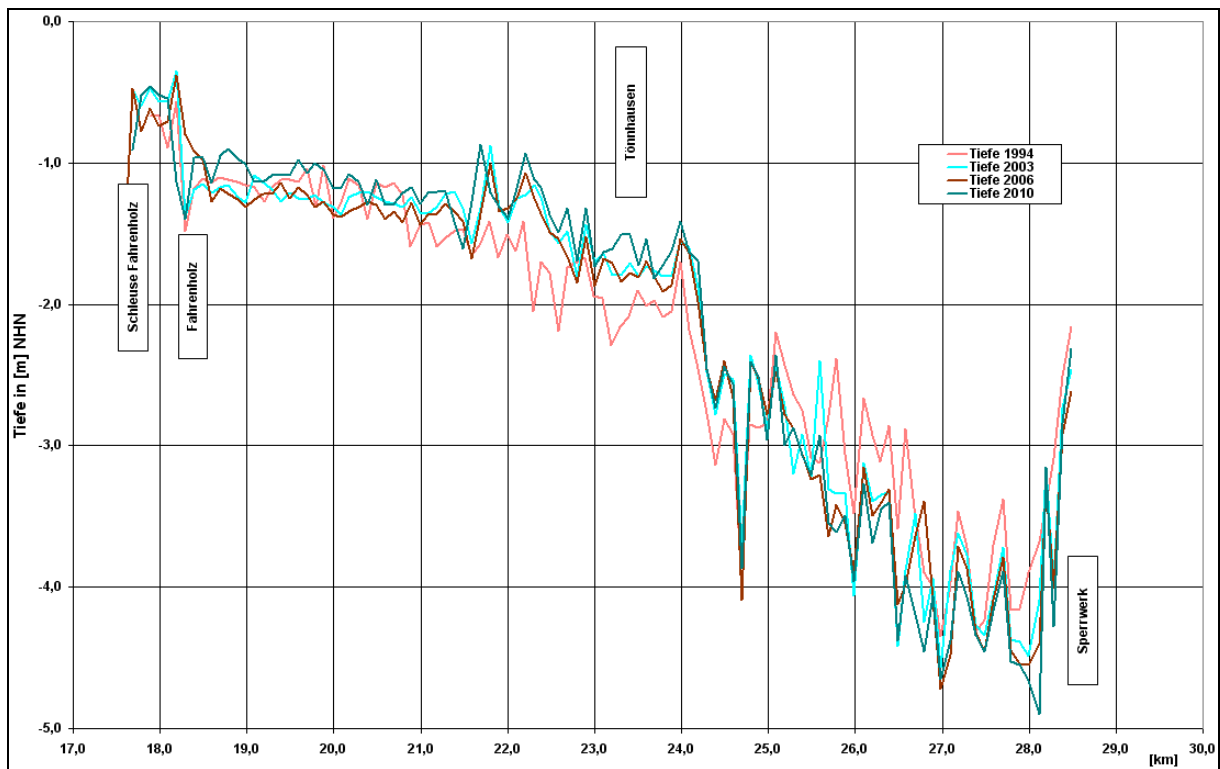
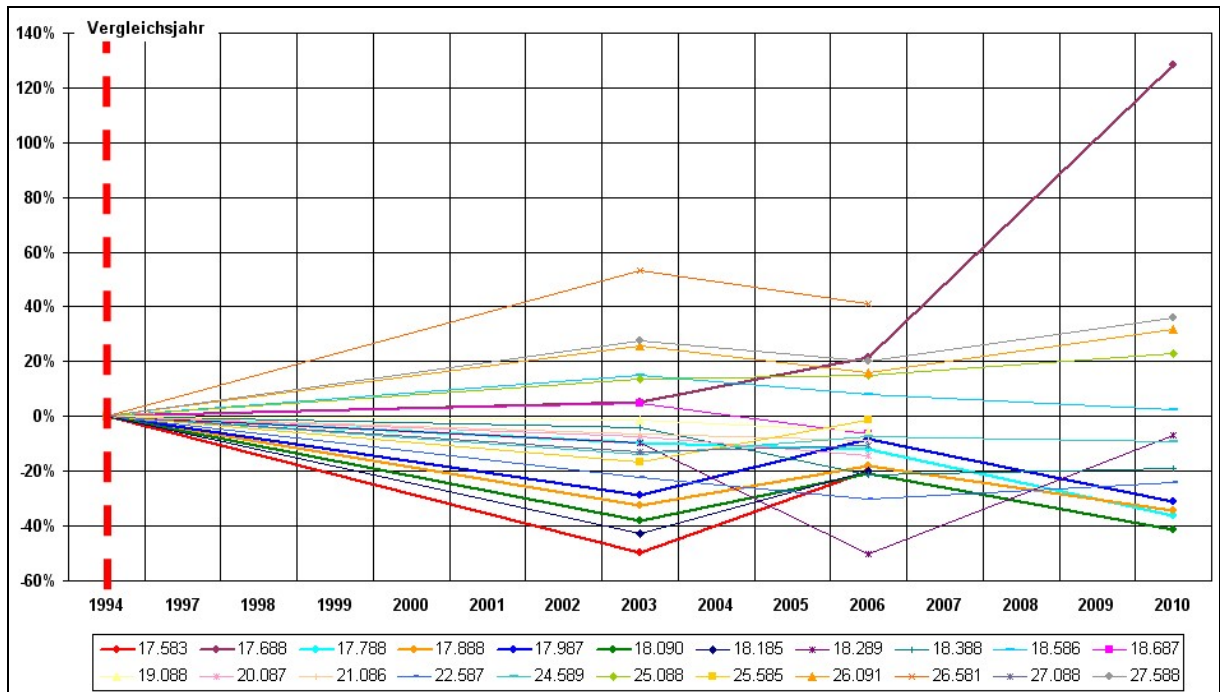
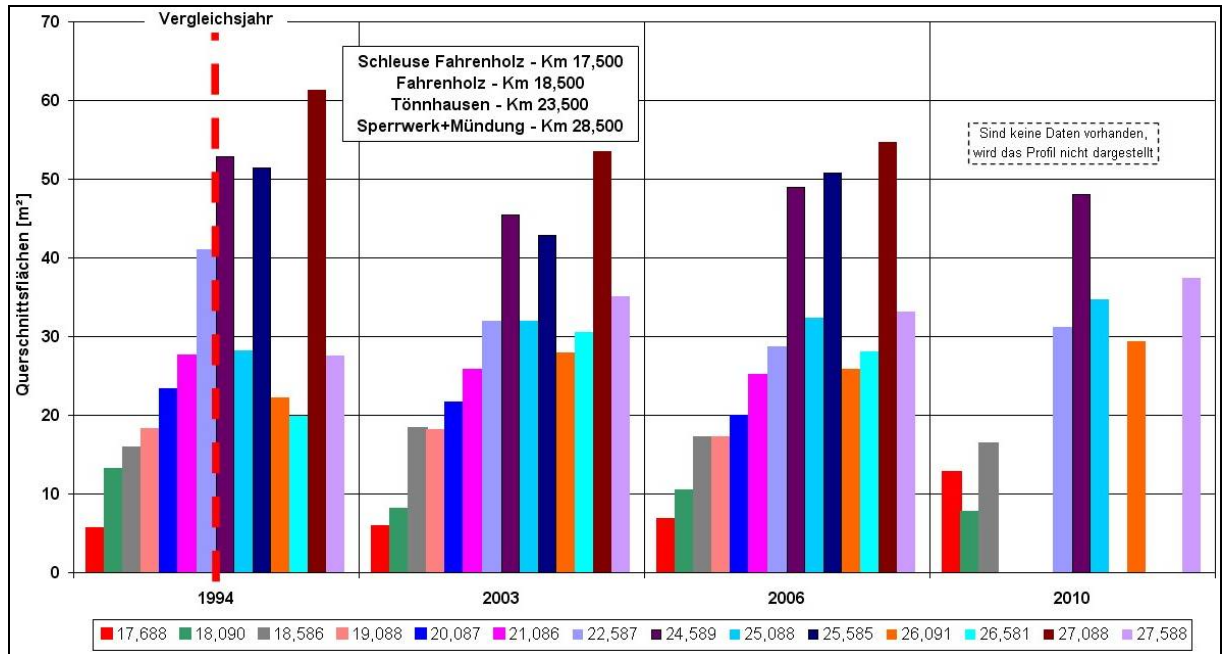


Abb. III.5.6.1.1-3: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Ilmenau in Bezug zum Zustand 1994.



Warum die Querschnittsentwicklungen bei Kilometer 17,688 und 18,289 signifikant andere Dynamiken zeigen, als alle anderen Querschnittsentwicklungen kann nicht erklärt werden.

Abb. III.5.6.1.1-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Ilmenau.



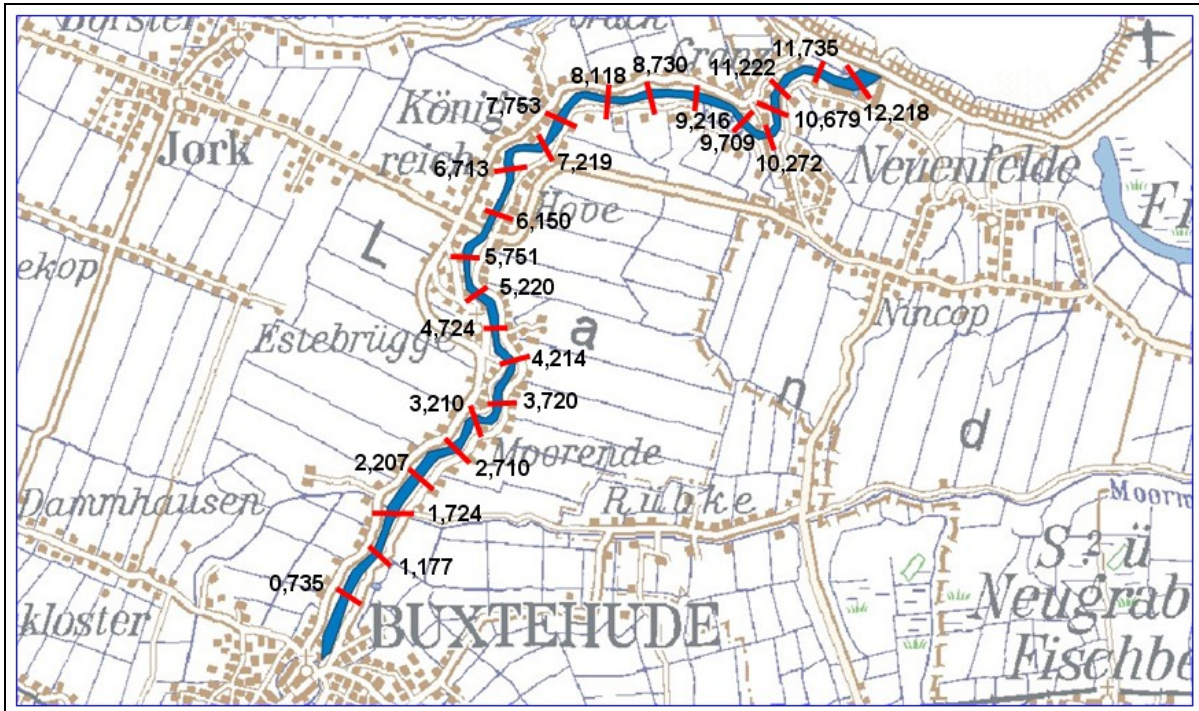
III.5.6.1.2 Este

In der Este wurden von 2002 bis 2010 regelmäßig 24 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.2-1). Zum Vergleich mit dem Bezugsjahr 1997 können nur 5 Profile von BWaStr-Km 2,207 bis 7,219 herangezogen werden, da auswertbare Messungen vor 2002 nur in deutlich verringertem Umfang vorliegen (Auswertungen des Profils bei km 5,220 liegen aufgrund des Baus einer Spundwand ab 2008 nicht vor).

Als weitere Problematik beim Vergleich der Querschnittsflächen zeigt sich die Baggertätigkeit, die unter anderem an den stabilen Querschnitten stromauf beteiligt ist. Die Baggerungen erfolgten zuletzt 2006 mit einem Wasserinjektionsgerät im Mündungsbereich. Ob auch Baggerungen Dritter durchgeführt wurden ist nicht bekannt. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.2-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (einzelne Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.2-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.2-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.2-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen

Abb. III.5.6.1.2-1: Übersicht der in der Este gemessenen Querprofile.



Die Schwankung des Längsschnitts der Este ist gering, wie Abbildung III.5.6.1.2-2 zeigt. Ein Trend seit Vorliegen der Messungen im Jahre 1997 ist nicht erkennbar.

Abb. III.5.6.1.2-2 Längsschnitte verschiedener Jahre der Este; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten

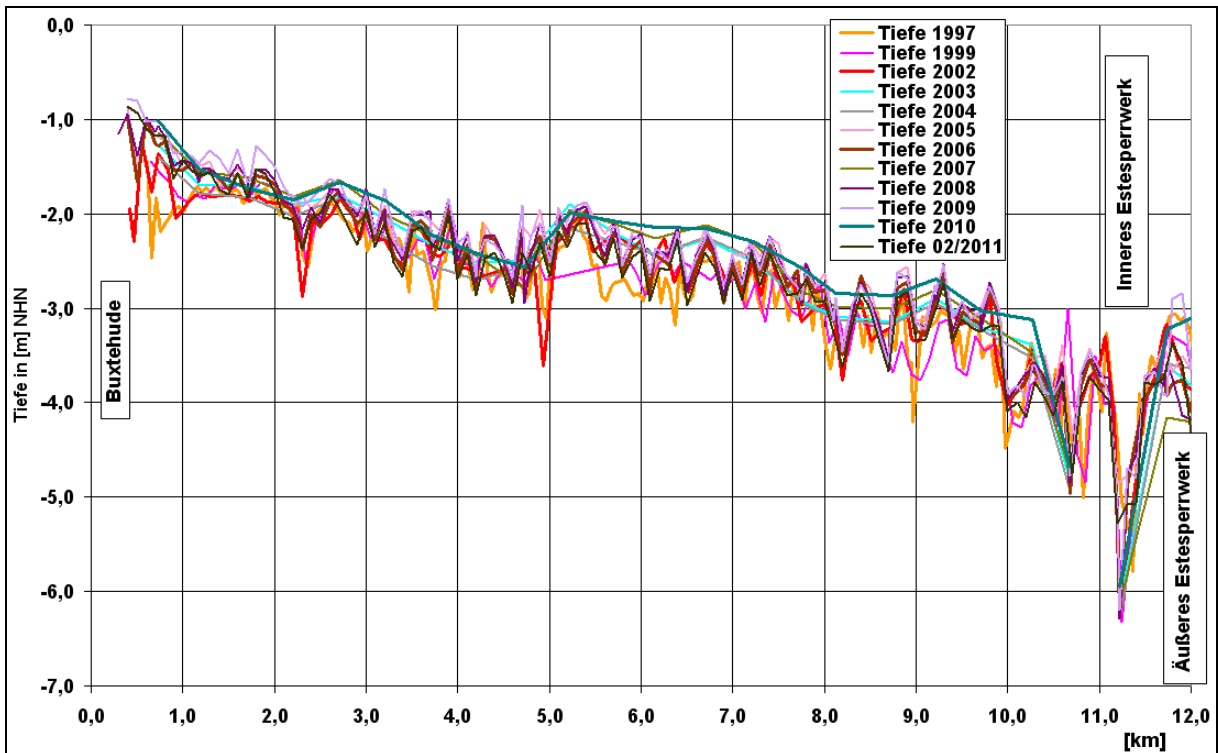
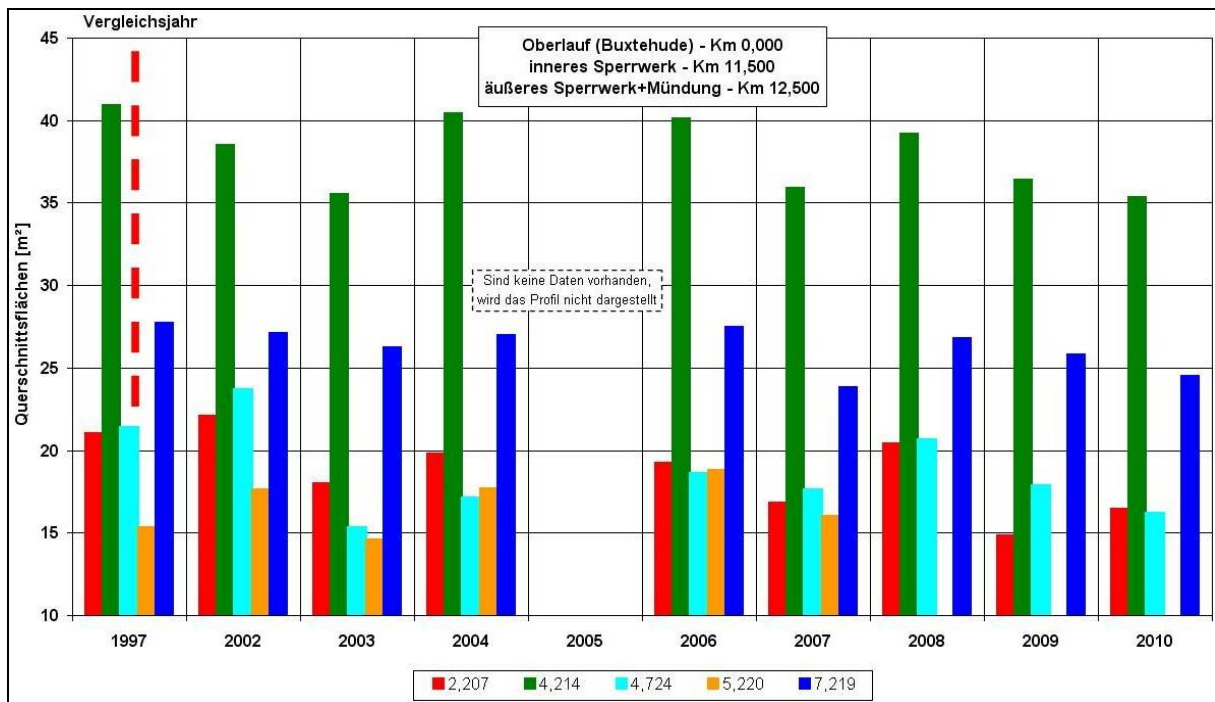


Abbildung III.5.6.1.2-3 zeigt eine tendenzielle Abnahme der Querschnittsflächen seit 1997 um wenige Prozente. Aufgrund der sehr geringen Entwicklungsrichtung wären jedoch langfristige Vermessungen und Peilungen erforderlich um diese Aussage zu stützen. Eine Aussage, warum die Querschnittsentwicklungen bei Kilometer 2,207 und 4,724 zeitweise andere Dynamiken zeigen, als die anderen Querschnittsentwicklungen, lassen die vorliegenden Daten nicht zu.

Abb. III.5.6.1.2-3: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Este in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).



Abb. III.5.6.1.2-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Este. (Profil bei km 5.220 in 2008 bis 2010 nicht ausgewertet –Spundwand -).



III.5.6.1.3 Lühe

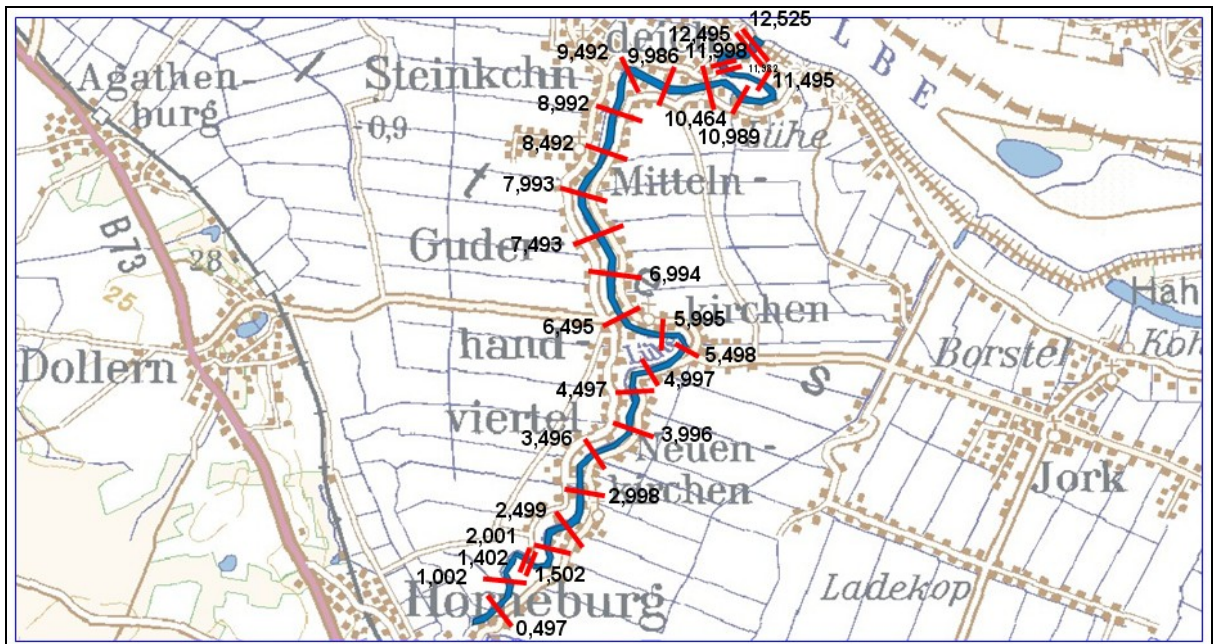
In der Lühe wurden von 2002 bis 2010 regelmäßig 28 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.3-1). Für den Vergleich der Querschnittsflächen zum Bezugsjahr 1997, können 8 Profile von BWaStr-Km 1,002 bis 9,986 herangezogen werden, da auswertbare Messungen vor 2002 nur in deutlich verringertem Umfang vorliegen.

Der Vergleich der Querschnittsflächen wird zudem beeinflusst durch die Baggertätigkeiten, die unter anderem wohl auch zu den stabilen Verhältnissen stromauf beigetragen haben. Die nahezu jährlichen, mit einem Wasserinjektionsgerät durchgeführten Unterhaltungsbaggerungen, erfolgten im Mündungsbereich. Ob auch Baggerungen Dritter durchgeführt wurden ist nicht bekannt.

Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.3-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (einzelne Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.3-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.3-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.3-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen

Abb. III.5.6.1.3-1: Übersicht der in der Lühe gemessenen Querprofile.



Die Längsschnittsentwicklungen (Abb. III.5.6.1.3-2), wie Querschnittsentwicklungen (Abb. III.5.6.1.3-3 und Abb. III.5.6.1.3-4) lassen keinen Entwicklungstrend erkennen. Aufgrund der mangelhaften Datenlage der Querschnittsmessungen lassen sich auch keine abschließend gesicherten Aussagen treffen.

Die Querschnittsentwicklungen (Abb. III.5.6.1.3-4) bei Kilometer 1,002 und 6.495 zeigen signifikant andere Dynamiken als die anderen Querschnitte. Hier könnten die Größen der betrachteten Querschnitte ggf. eine Rolle spielen, da diese, im Vergleich zu den anderen Querschnitten, nur geringe Flächen aufweisen.

Abb. III.5.6.1.3-2: Längsschnitte verschiedener Jahre der Lühe; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den geteilten Querschnitten.

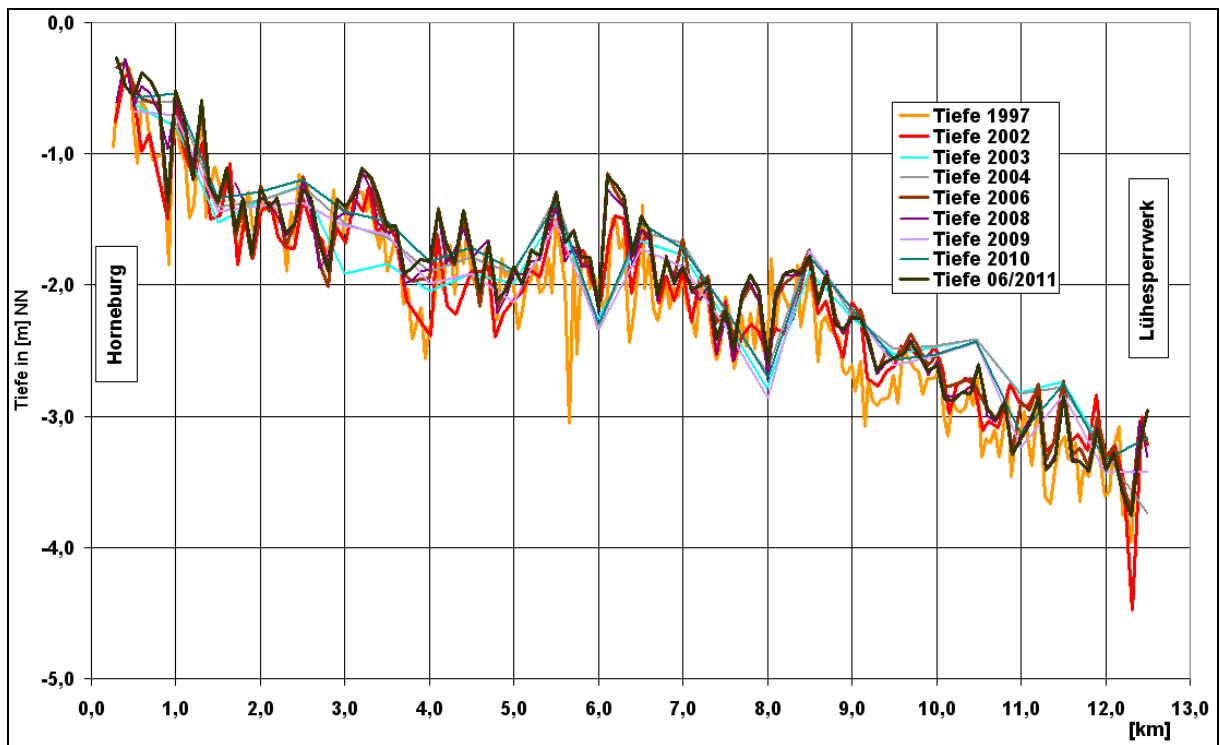


Abb. III.5.6.1.3-3: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Lühe in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).

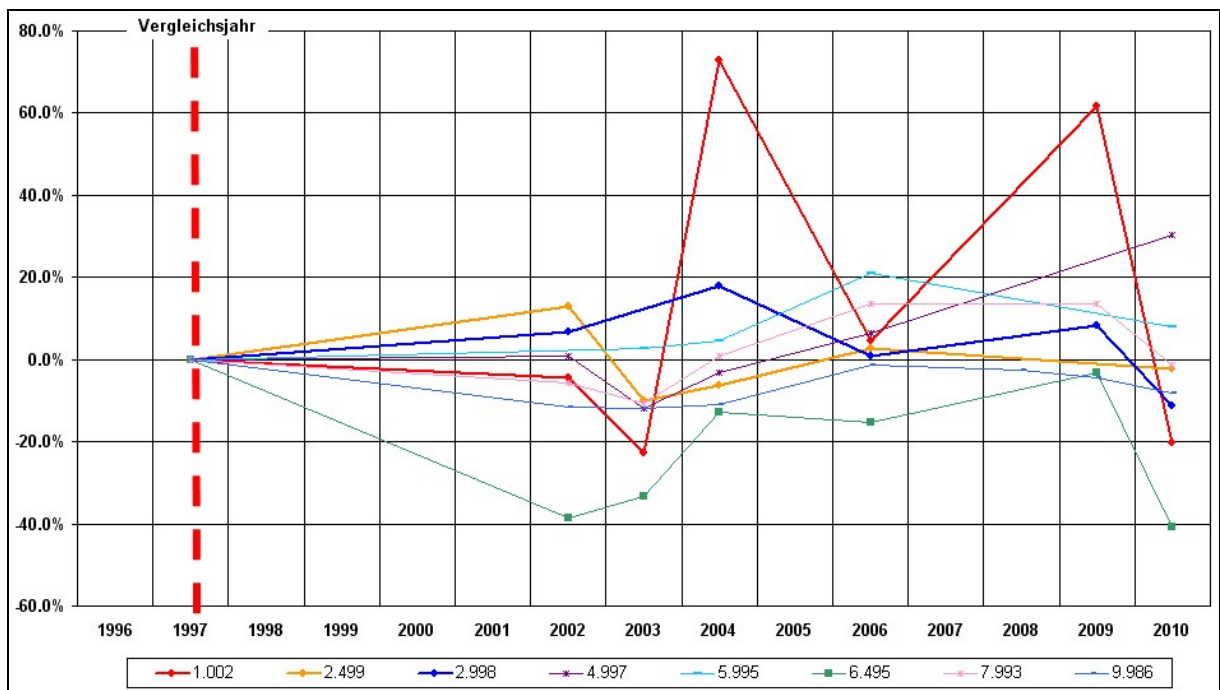
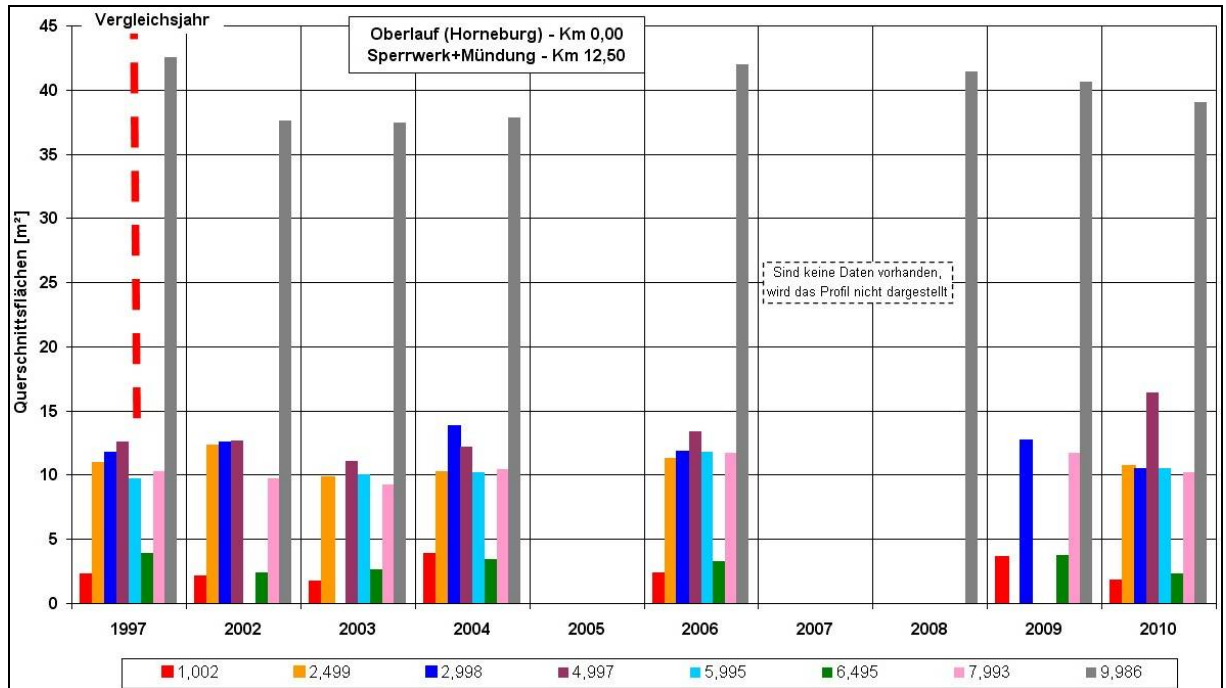


Abb. III.5.6.1.3-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Lühe.



III.5.6.1.4 Schwinge

In der Schwinge wurden auf Basis verwertbarer Querpeilungen aus 1997 und 1999 siebzehn Querschnitte festgelegt und zwischen 2001 und 2010 vermessen (s. Abb. III.5.6.1.4-1). Die Messungen wurden teilweise als Querpeilungen und teilweise als Fächerlotpeilungen ausgeführt. Aus 1997 können drei Profile verwendet werden (s. Abb. III.5.6.1.4-3).

Die Messdaten in der Schwinge sind häufig nur in der Rinne und weniger bis zum Gewässerrand erfasst worden. Eine grafische Extrapolation zu vorhandenen Altmessungen zum Zweck der Flächenermittlung wurde daher nicht durchgeführt. Ein Grund für den Datenmangel in den Randbereichen ist die Umstellung des Messverfahrens auf Fächerlotpeilung. Prinzipiell erlauben diese flächenhaft erhobenen Daten einen wesentlich besseren Einblick in die Gewässermorphologie. Die ab 2004 im Regiebetrieb eingesetzten Fahrzeuge des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburgs waren aufgrund ihrer Größe kaum in der Lage, Daten bis in flache Randbereiche hinein fehlerfrei aufzunehmen (s. Abb. III.5.6.1.4-6 bis III.5.6.1.4-8).

Eine weitere Problematik beim Vergleich der Querschnittsflächen ist die Baggertätigkeit. Die jährlichen Unterhaltungsbaggerungen mit einem Wasserinjektionsgerät erfolgten von 1999 bis 2003 von der Wendestelle bis zur im Mündung. Danach, ab 2005, alle zwei Jahre vom Stader Hafen bis zur Mündung. Bei Bedarf wird im Mündungsbereich auch häufiger gebaggert. Ob auch Baggerungen Dritter durchgeführt wurden ist nicht bekannt. Somit ist eine ungestörte Auswertung hinsichtlich ausbaubedingter Veränderungen nicht möglich.

Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.4-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (einzelne Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.4-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.4-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.4-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen BWaStr-Km 0,597 bis 2,353

- Abb. III.5.6.1.4-5 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen BWaStr-Km 2,815 bis 4,432
- Abb. III.5.6.1.4-6 bis -8 Auszug aus 17 vorhandenen Querschnittsdarstellungen, hier bei km 1,013, 2,017 und 4,432

Abb. III.5.6.1.4-1: Übersicht der in der Schwinde gemessenen Querprofile.

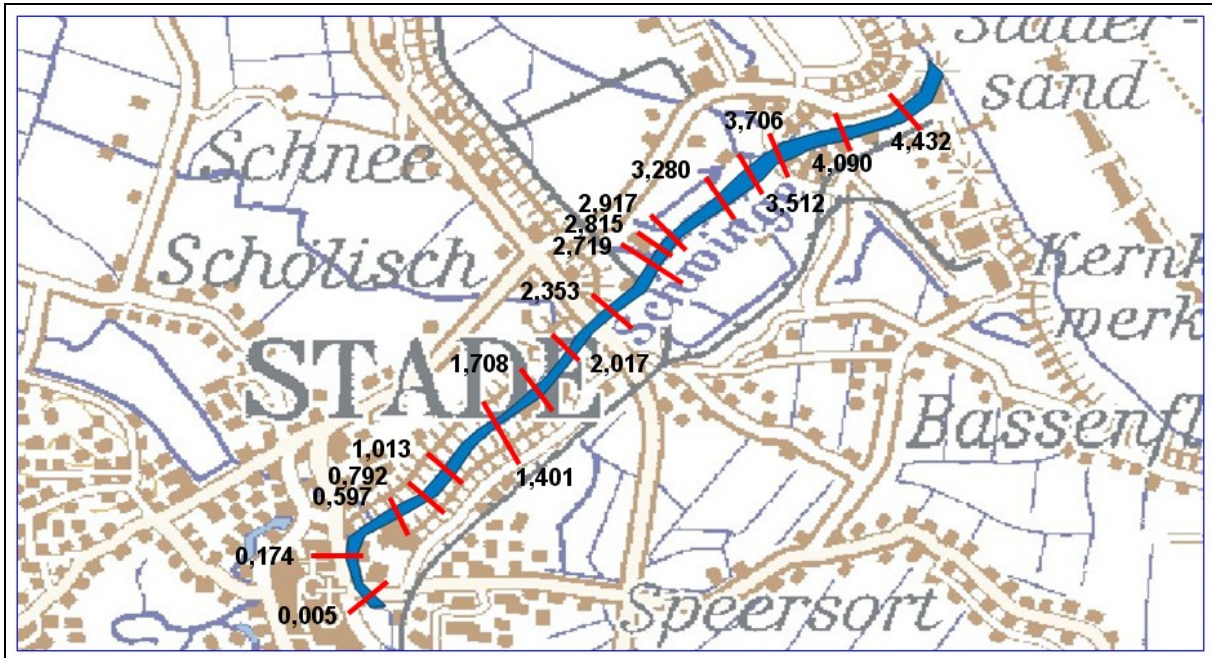


Abb. III.5.6.1.4-2: Längsschnitte verschiedener Jahre der Schwinde (Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den geteiltten Querschnitten).

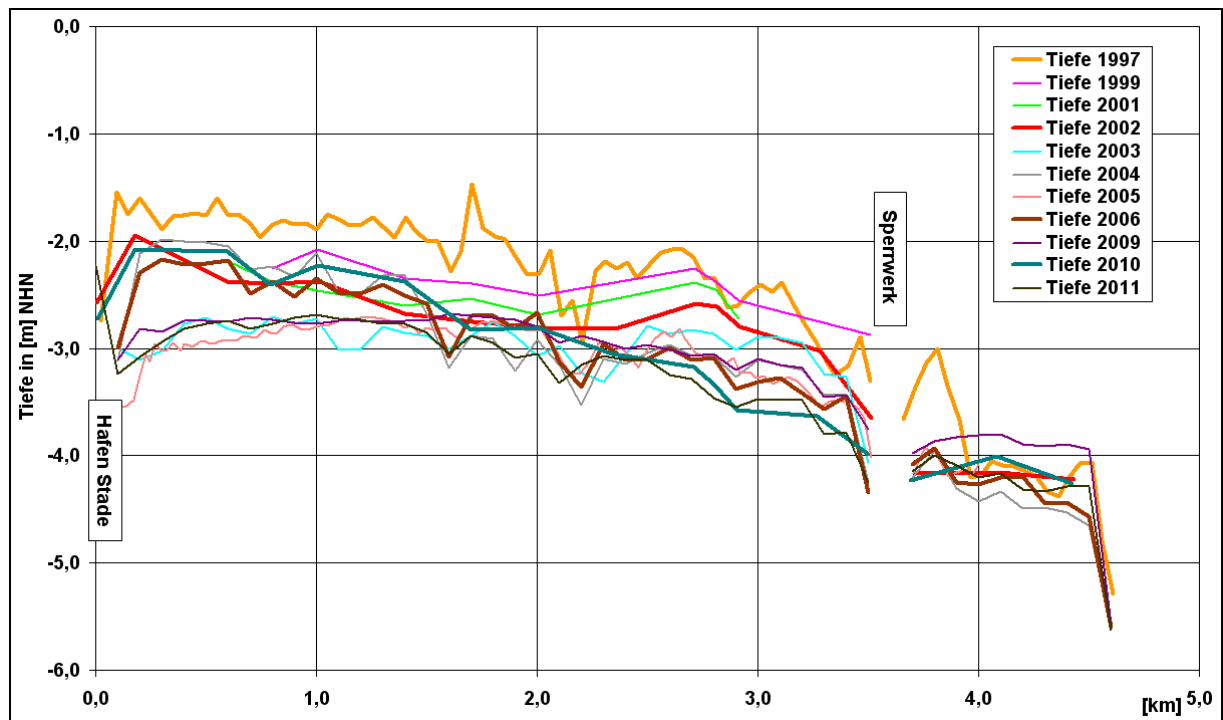


Abb. III.5.6.1.4-3: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Schwinge in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).

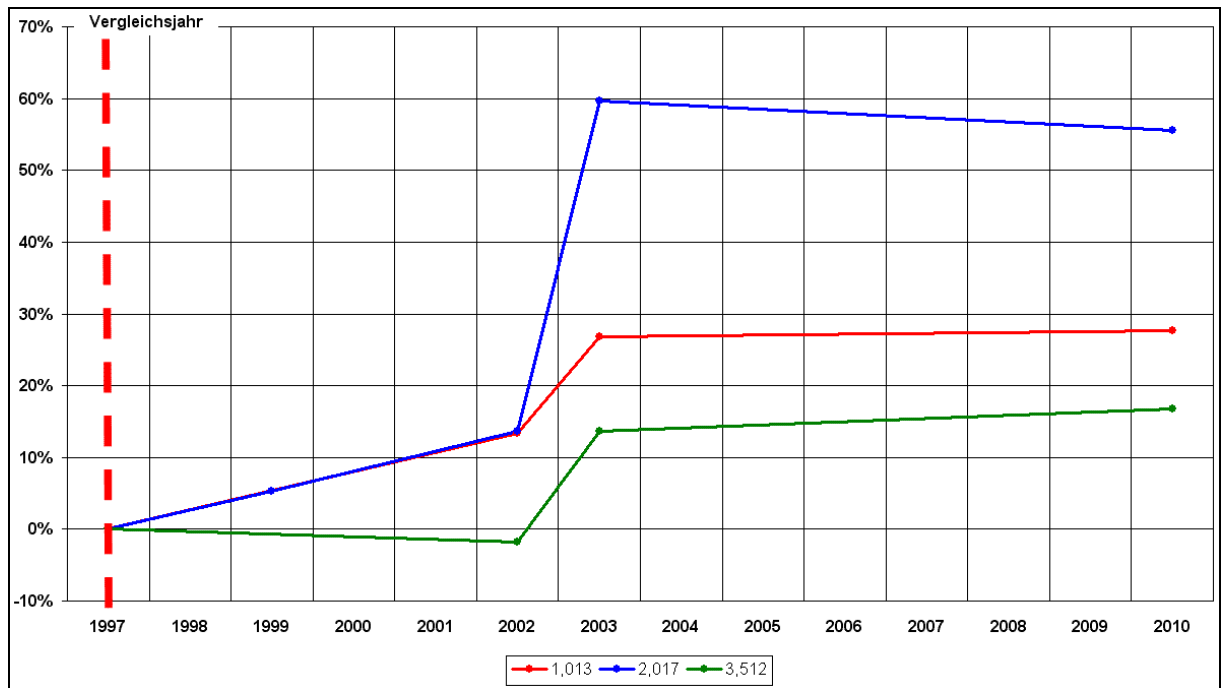


Abb. III.5.6.1.4-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Schwinge für die Kilometer 0,597 bis 2,353 (Grauer Balken = Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe: 1999 bis 2000).

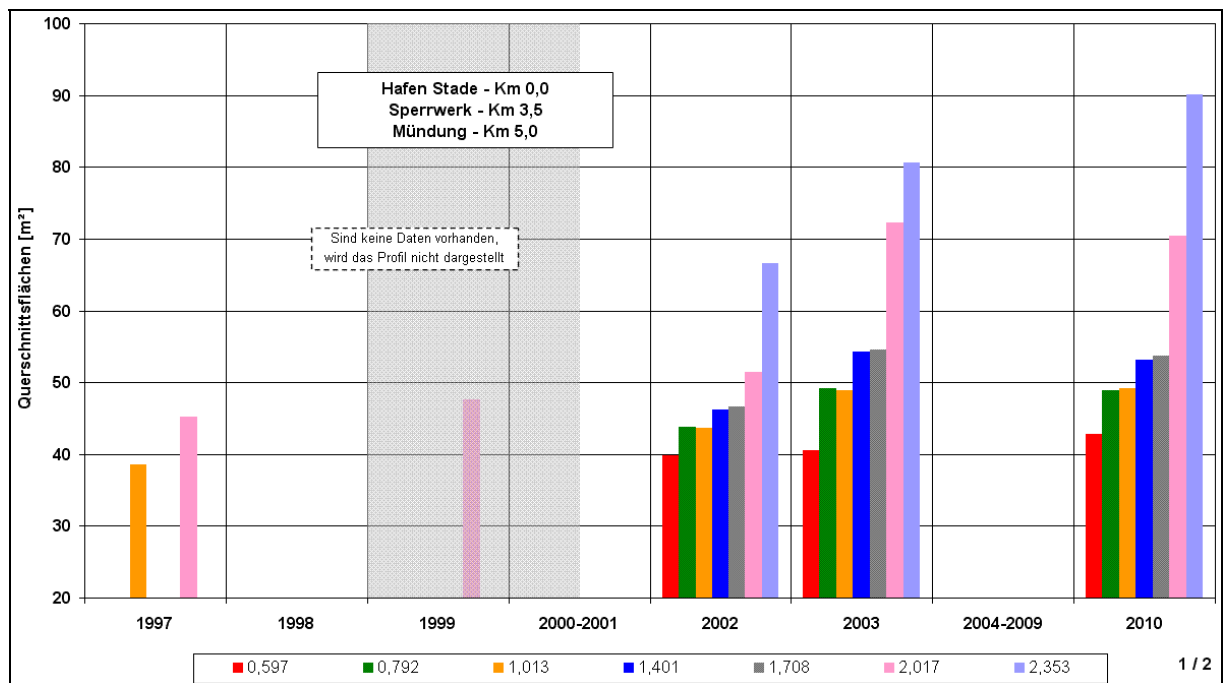


Abb. III.5.6.1.4-5: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Schwinde für die Kilometer 2,815 bis 4,432 353 (Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe: 1999 bis 2000)

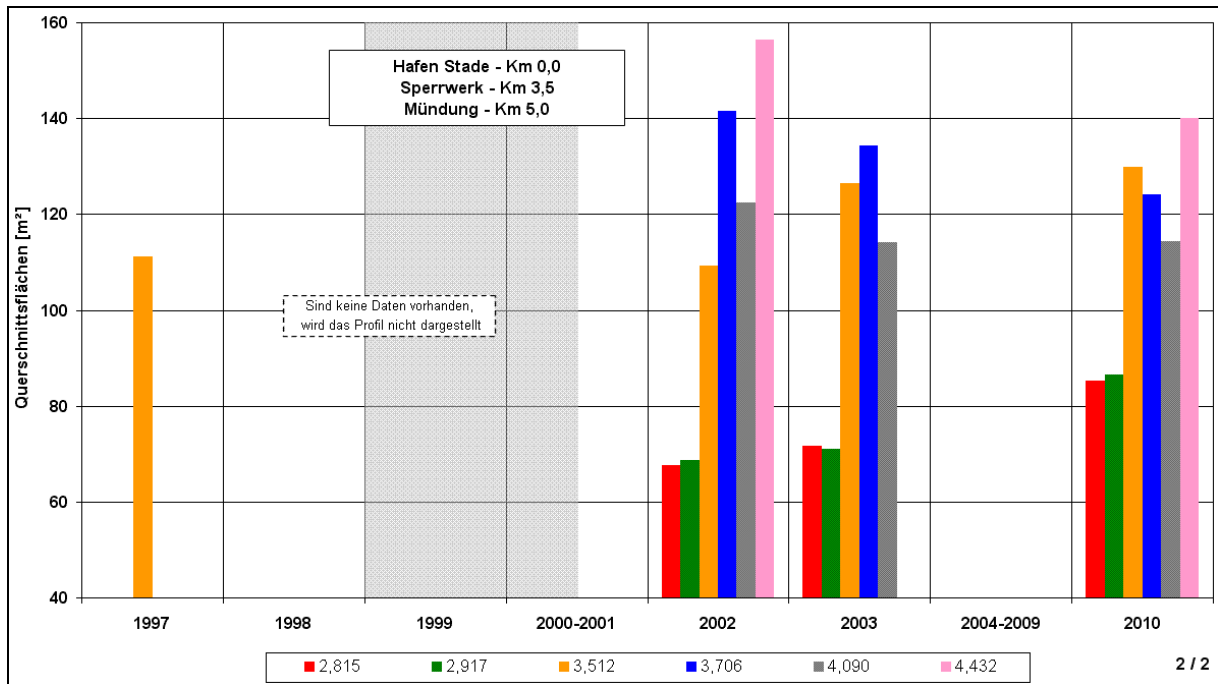


Abb. III.5.6.1.4-6: Querprofil Schwinde-km 1.013, Darstellung aller verfügbaren Messungen (5-fach überhöht).

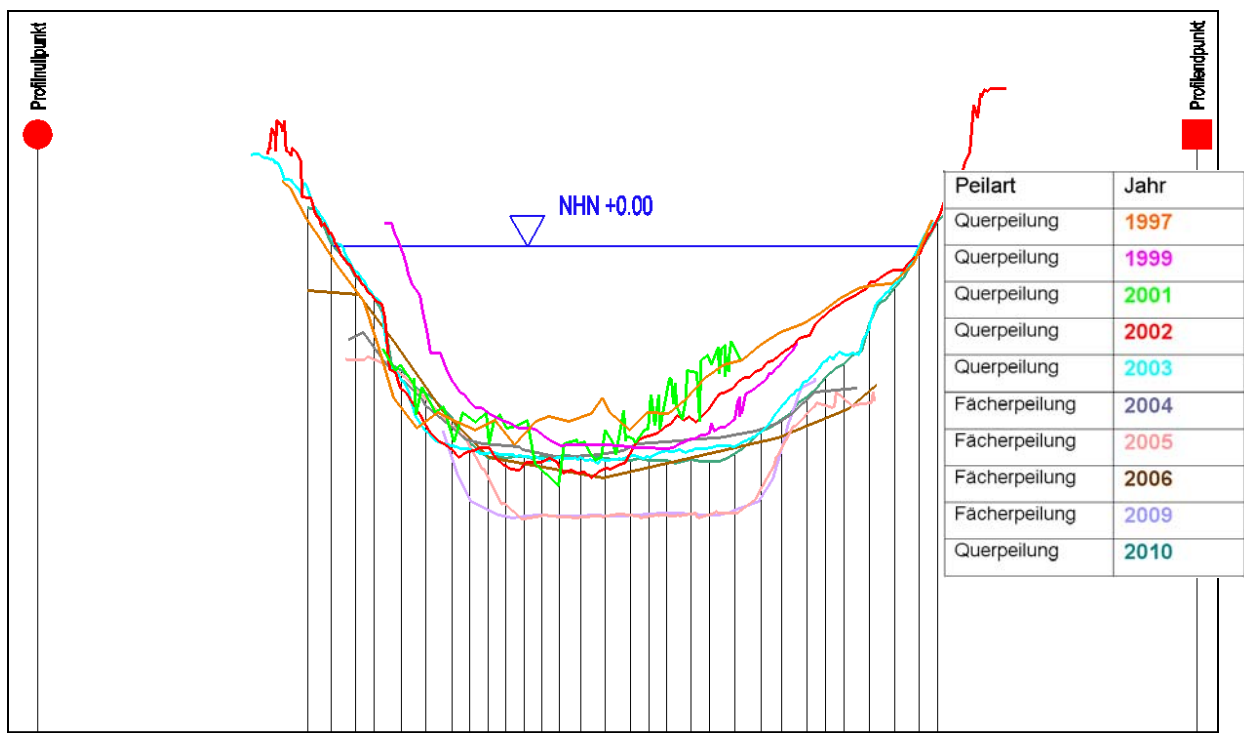


Abb. III.5.6.1.4-7: Querprofil Schwinge km 2.017, Darstellung aller verfügbaren Messungen (5-fach überhöht).

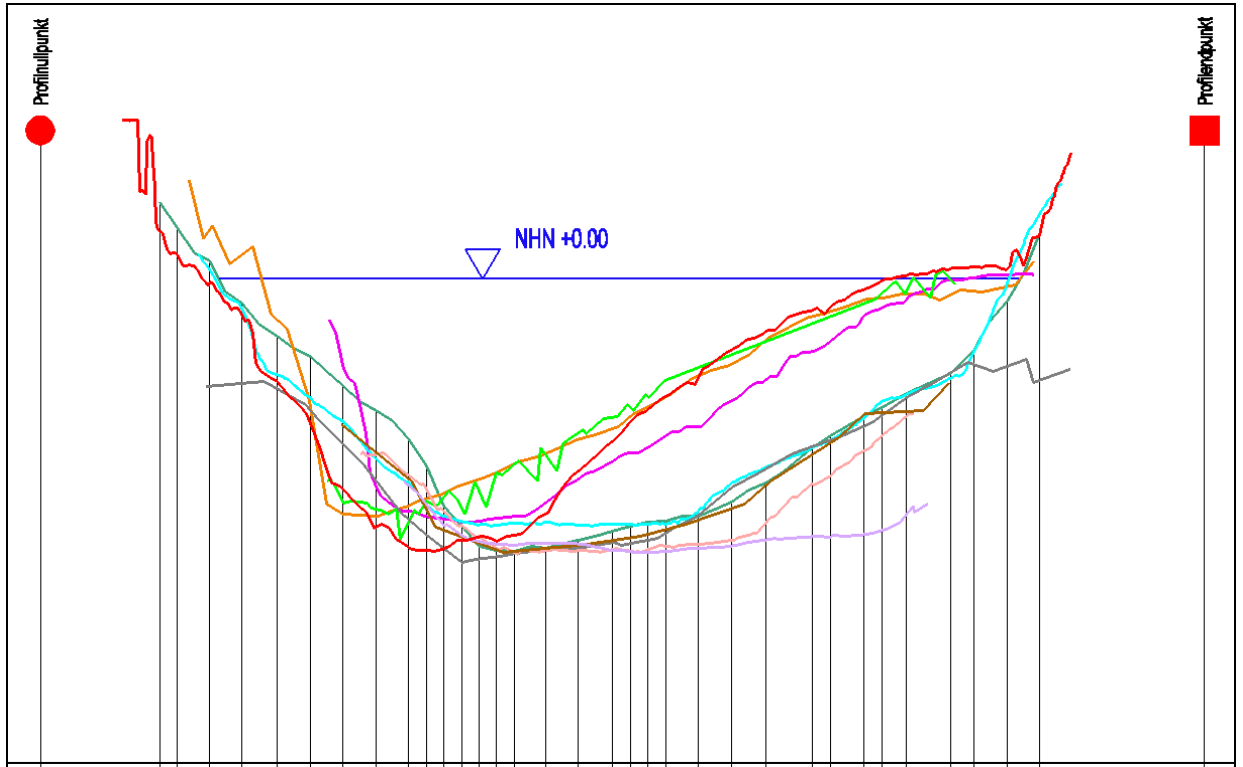
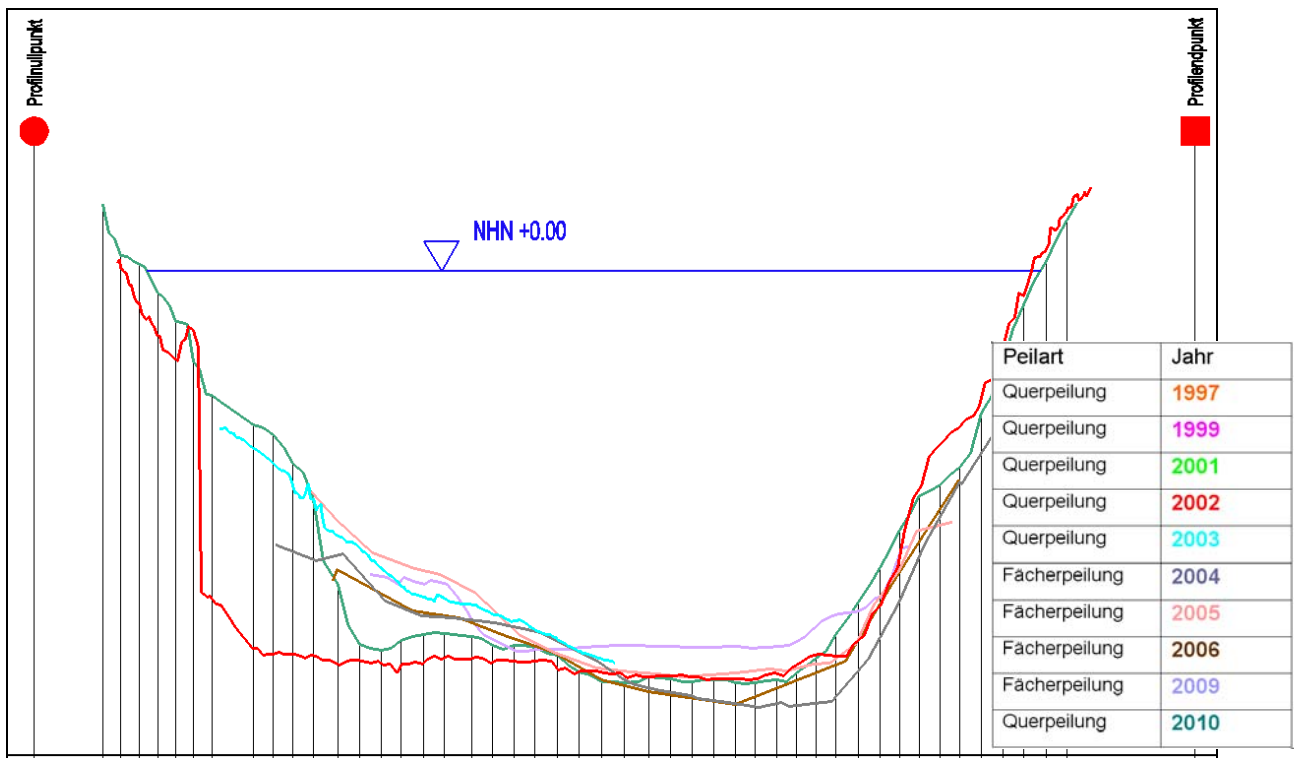


Abb. III.5.6.1.4-8: Querprofil Schwinge km 4.432, Darstellung aller verfügbaren Messungen (5-fach überhöht).

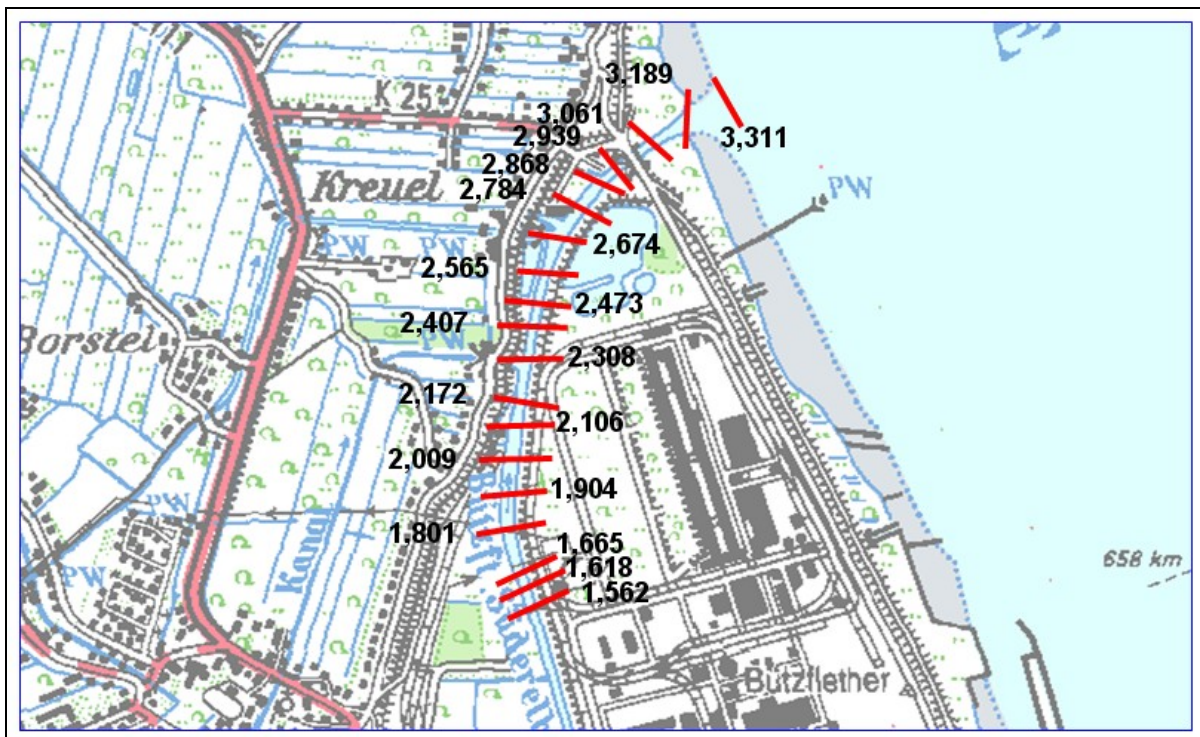


III.5.6.1.5 Bützflether Süderelbe

In der Bützflether Süderelbe wurden von 2002 bis 2010 regelmäßig 18 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.5-1). Vor der Fahrrinnenanpassung der Elbe 1999 gibt es keine Messdaten. Eine weitere Problematik beim Vergleich von Querschnittsflächen in der Bützflether Süderelbe ist die Baggertätigkeit, die unter anderem wohl auch zu den stabilen Verhältnissen stromauf führt. Zwischen 2000 und 2003 erfolgten Baggerungen mit einem Wasserinjektionsgerät im Mündungsbereich. Baggerungen des Bützflether Hafens wurden mehrere Male im Jahr von Dritten durchgeführt. Ob weitere Baggerungen Dritter erfolgten ist nicht bekannt. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.5-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.5-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.5-3 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen BWaStr-km 1,562 bis 2,407
- Abb. III.5.6.1.5-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen BWaStr-km 2,473 bis 3,189

Abb. III.5.6.1.5-1: Übersicht der in der der Bützflether Süderelbe gemessenen Querprofile.



Für die Bützflether Süderelbe liegt kein Ist-Zustand (Messung kurz vor der Baumaßnahme) vor. Somit kann auch keine Aussage hinsichtlich der Wirkung der Ausbaumaßnahme auf die Topographie der Ilmenau getroffen werden. Eine tendenzielle Entwicklung der Sohle zeigt die Abbildung des Längsschnitts (Abb. III.5.6.1.5-2) nicht.

Abb. III.5.6.1.5-2: Längsschnitte verschiedener Jahre der Bützflether Süderelbe; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.

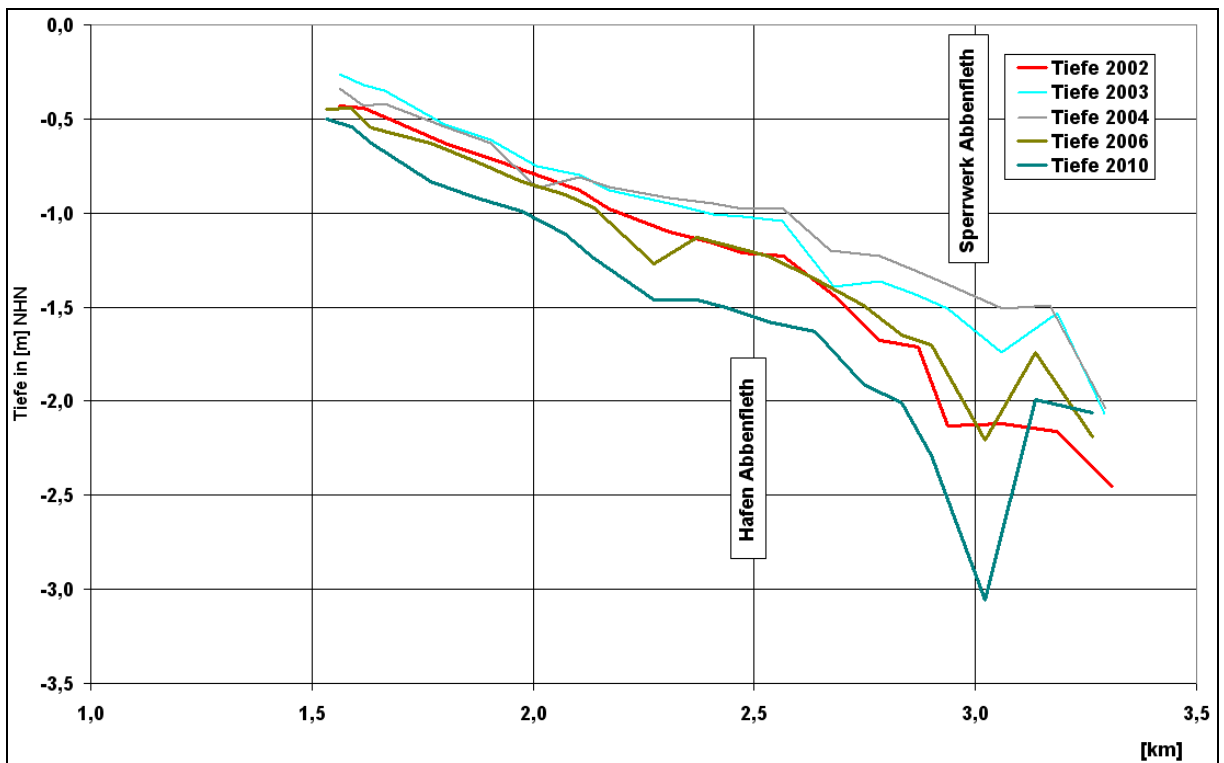


Abb. III.5.6.1.5-3: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Bützflether Süderelbe für die BWaStr-km 1,562 bis 2,407. (Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe 01.01.1998 - 31.12.2000).

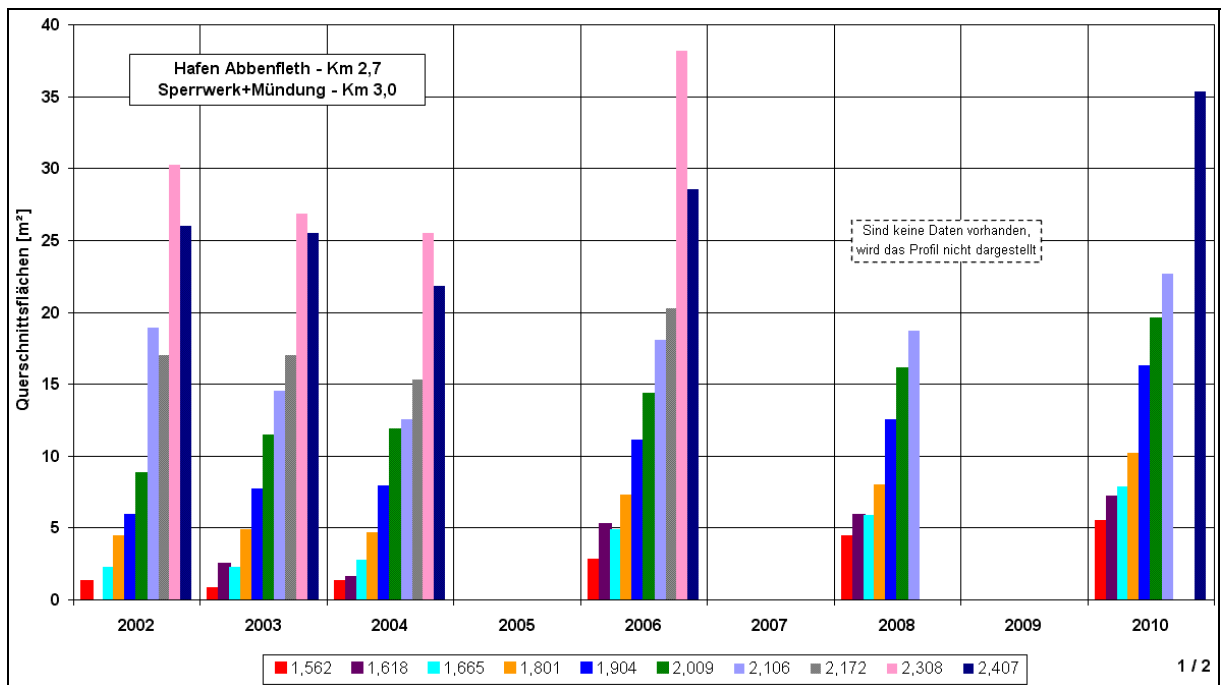
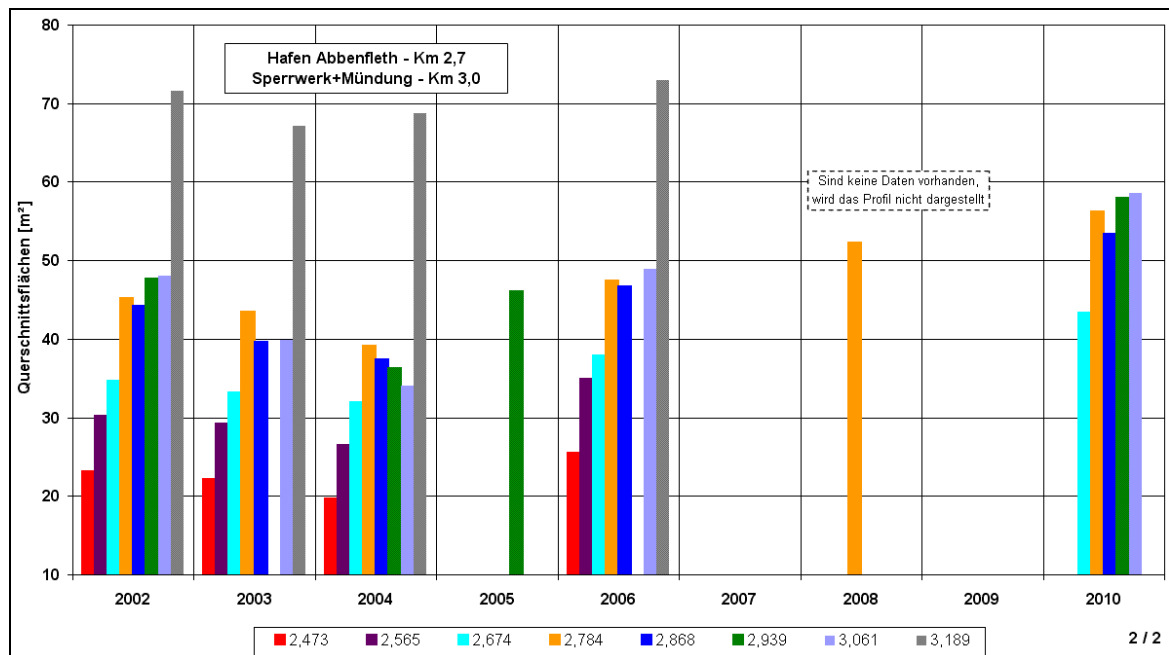


Abb. III.5.6.1.5-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Bützflether Süderelbe für die BWaStr-km 2,473 bis 3,189. (Bauphase der Fahrrinnenanpassung der Elbe 01.01.1998 - 31.12.2000).



III.5.6.1.6 Barnkruger Loch

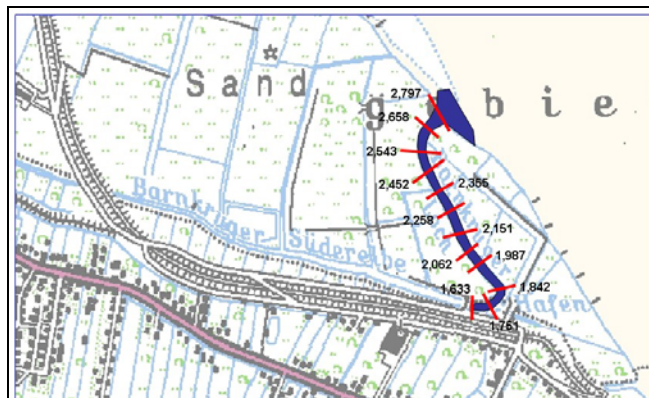
Im Barnkruger Loch wurden von 2002 bis 2010 regelmäßig 12 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.6-1). Vor der Fahrrinnenanpassung der Elbe 1999 gibt es keine Messdaten. Im Rahmen der Vorbereitung der Kohärenzmaßnahme „Barnkruger Loch“ der „Fahrrinnenanpassung für 14,5m tiefgehende Containerschiffe“ von 1999 wurde ein Sohlniveau des Barnkruger Hafens auf MTnw -1 m und im Bereich der Mündung auf -2 m hergestellt.

Die Ergebnisse der Messungen werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.6-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.6-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.6-3 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen BWaStr-km 1,633 bis 2,658

Die folgende Abbildung III.5.6.1.6-1 zeigt eine topographische Übersichtskarte des Barnkruger Loch mit den gemessenen Querprofilen bezeichnet nach Strom-Kilometern.

Abb. III.5.6.1.6-1: Übersichtskarte des Barnkruger Loch mit den gemessenen Querprofilen.



Für das Barnkruger Loch liegt kein Ist-Zustand (Messung kurz vor der Baumaßnahme) vor. Somit kann auch keine Aussage hinsichtlich der Wirkung der Ausbaumaßnahme auf die Topographie des Barnkruger Lochs getroffen werden. Eine tendenzielle Entwicklung der Sohle zeigt die Abbildung des Längsschnitts (Abb. III.5.6.1.6-2) nicht.

Abb. III.5.6.1.6-2: Längsschnitte verschiedener Jahre des Barnkruger Lochs; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.

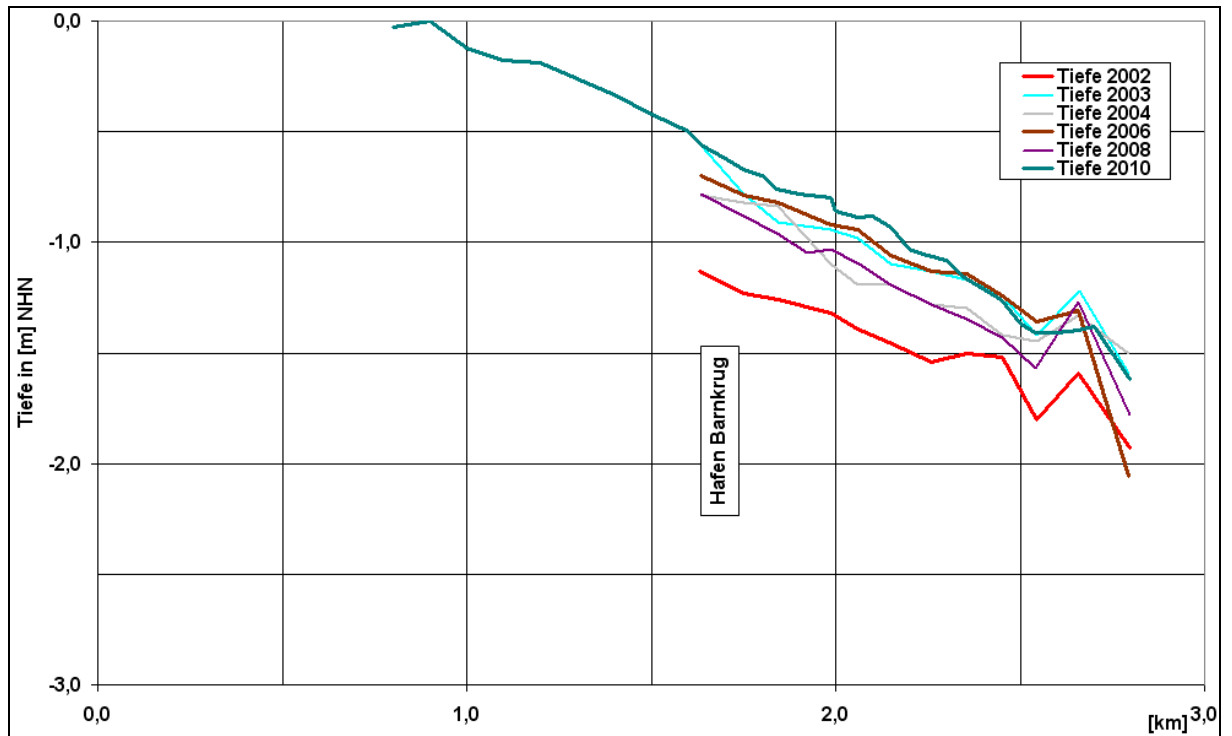
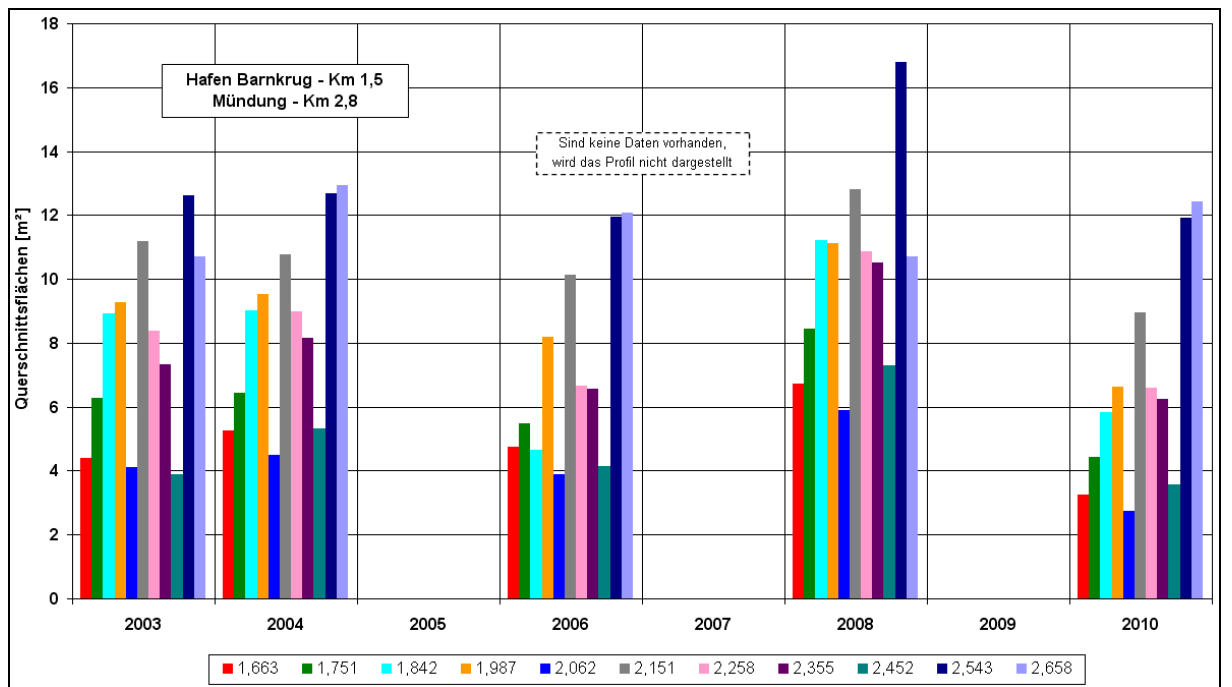


Abb. III.5.6.1.6-3: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Barnkruger Loch (Bauphase 01.01.1998 - 31.12.2000).



III.5.6.1.7 Gauensieker Schleusenfleth

Im Gauensieker Schleusenfleth wurden von 2002 bis 2010 regelmäßig 10 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.7-1). Vor der Fahrrinnenanpassung der Elbe 1999 sind auswertbare Messdaten von 7 Querschnitten vorhanden. Die Ergebnisse der Messungen werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.7-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.7-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.7-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.7-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen Strom-km 0,414 bis 1,882

Die folgende Abbildung III.5.6.1.7-1 zeigt eine topographische Übersichtskarte des Gauensieker Schleusenfleth mit den gemessenen Querprofilen bezeichnet nach Strom-Kilometern.

Abb. III.5.6.1.7-1: Übersichtskarte des Gauensieker Schleusenfleth mit den gemessenen Querprofilen.

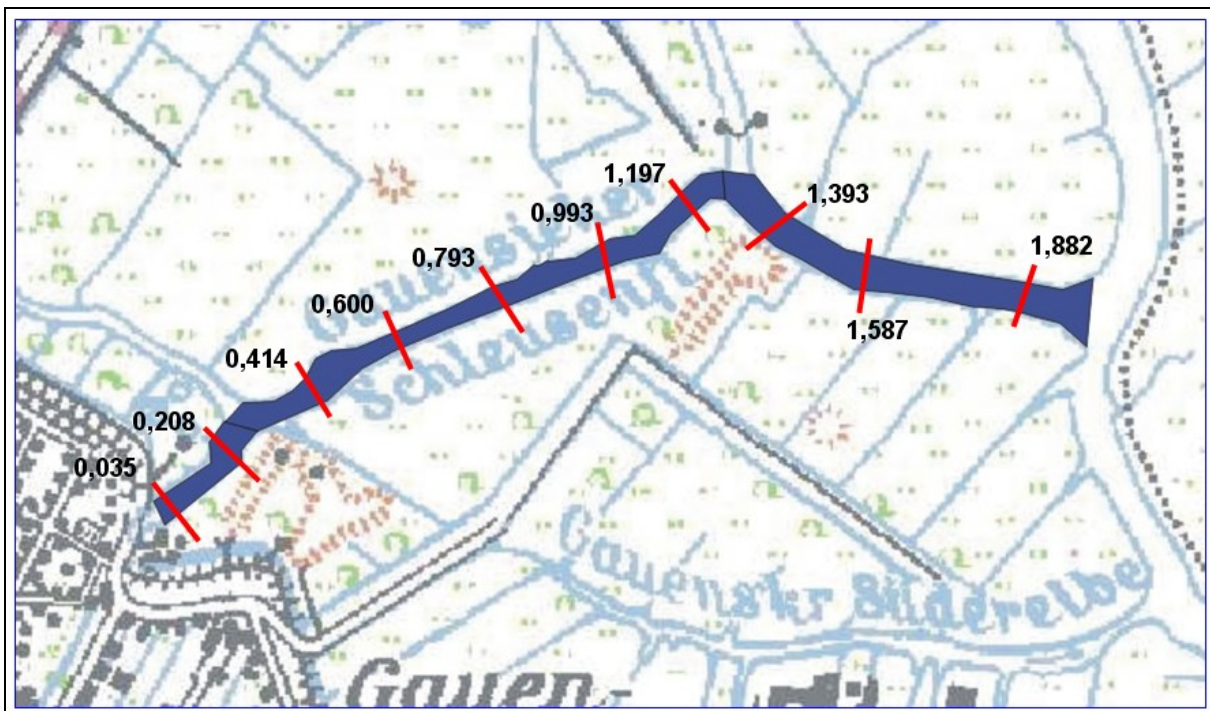


Abb. III.5.6.1.7-2: Längsschnitte verschiedener Jahre des Gauensieker Schleusenfleths ; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.

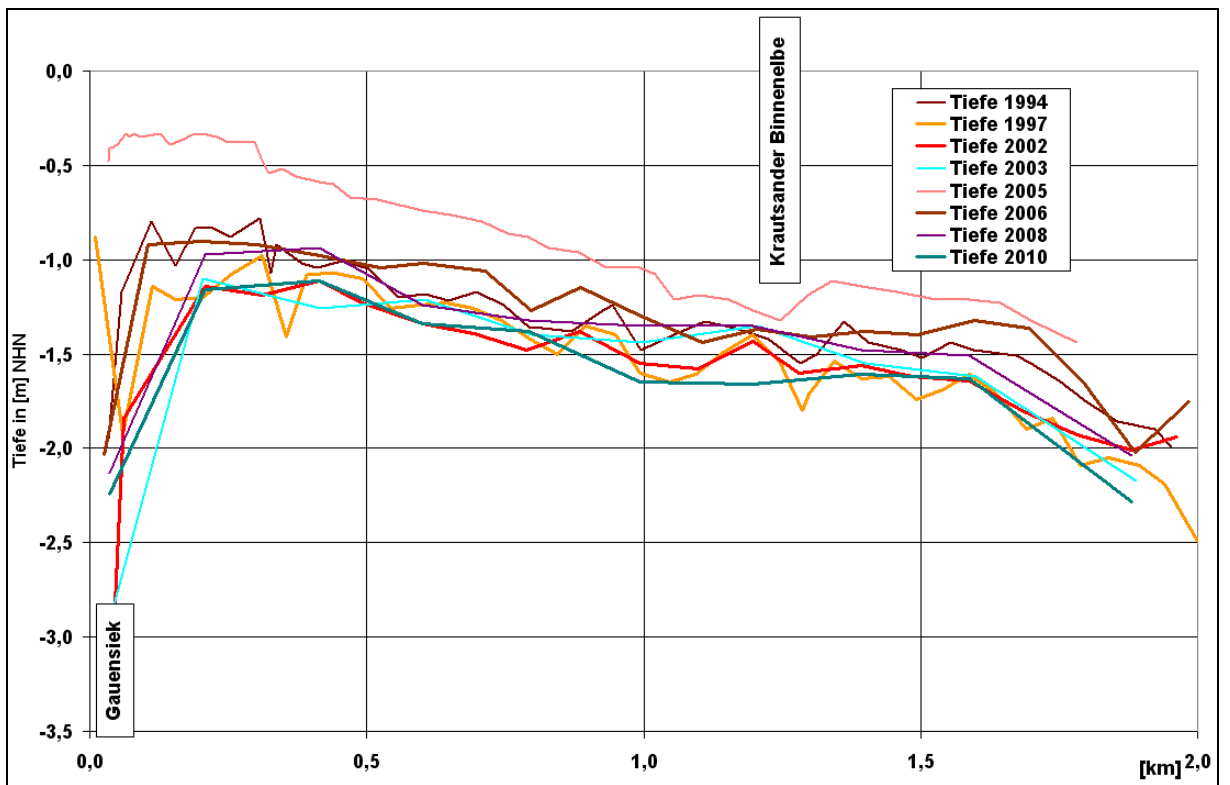


Abb. III.5.6.1.7-3: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen des Gauensieker Schleusenfleth in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).

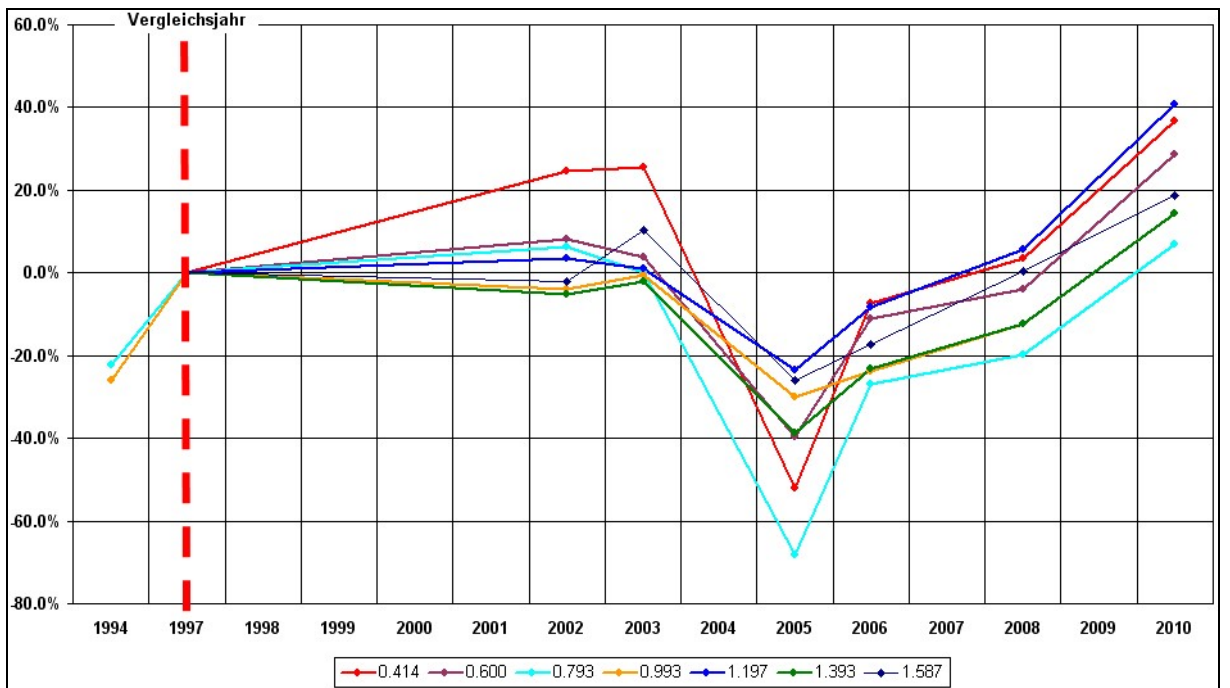
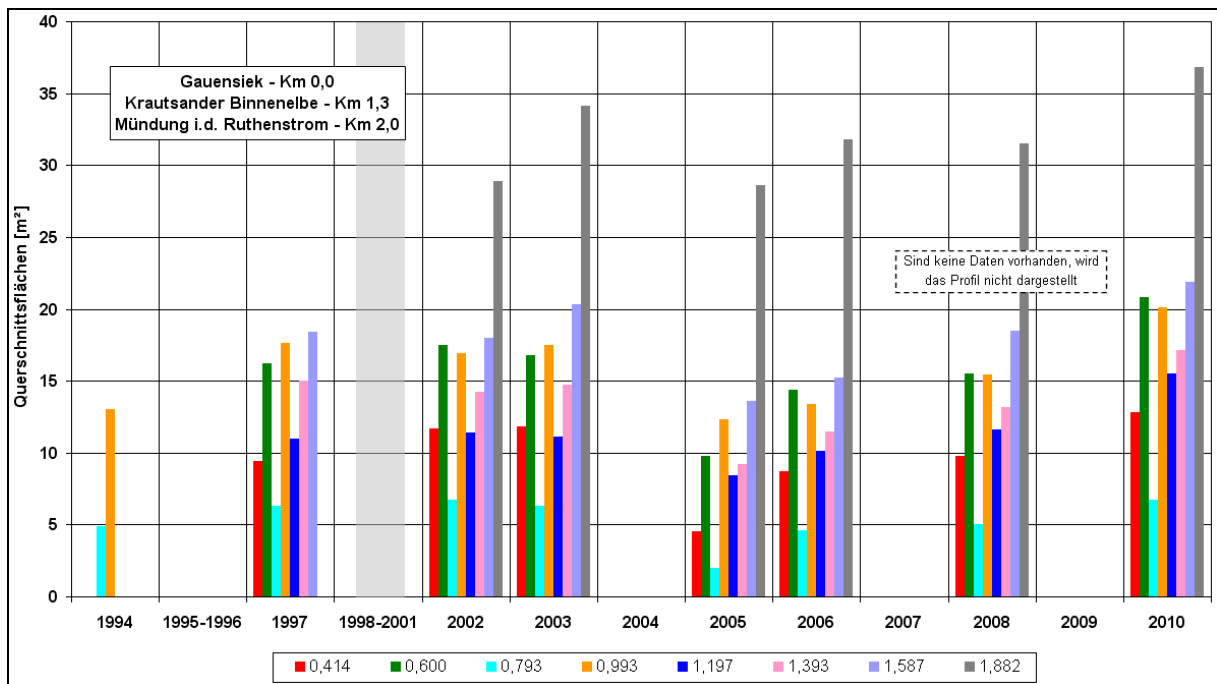


Abb. III.5.6.1.7-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Gauensieker Schleusenfleth (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000).



III.5.6.1.8 Ruthenstrom

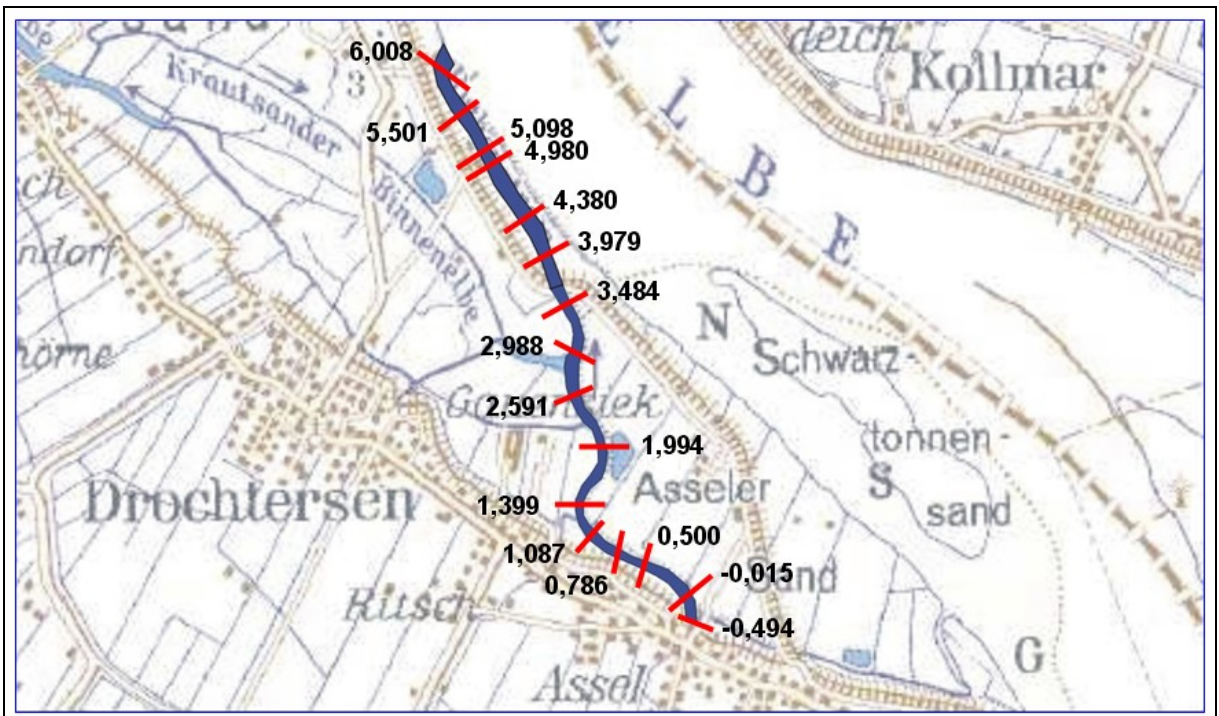
Im Ruthenstrom wurden von 2002 bis 2010 regelmäßig 16 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.8-1). Für den Vergleich der Querschnittsflächen zum Bezugsjahr 1997, können jedoch nur 6 Profile (BWaStr-Kilometer 0,786 bis 2,988) herangezogen werden. Auswertbare Messungen vor 2002 liegen in deutlich verringertem Umfang vor. Gleichfalls liegen keine auswertbaren Daten im Bereich zwischen dem Sperrwerk und der Mündung in die Elbe für 2006 vor.

Eine Problematik beim Vergleich der Querschnittsflächen ist die Baggertätigkeit, die unter anderem zu den stabilen Querschnittsverhältnissen stromauf führt. Die jährlichen Baggerungen erfolgten von 1998 bis 2007 im Mündungsbereich in die Elbe und nach Umstellung der Baggerstrategie in 2008 vom Sperrwerk bis zur Mündung. Im Gegensatz zur Unterhaltungsbaggerung mit einem Wasserinjektionsgerät wurde 2001/02 der Ruthenstrom an der Mündung in die Elbe von Km 5.5 bis 6.0 mit einem Greifer ausgebaut. Ob auch Baggerungen Dritter durchgeführt wurden ist nicht bekannt.

Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.8-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (einzelne Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.8-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.8-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.8-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen

Abb. III.5.6.1.8-1: Übersicht der im Ruthenstrom gemessenen Querprofile.



Die Längsschnittsentwicklung, wie sie Abbildung III.5.6.1.8-2 zeigt, lässt keine Trends hinsichtlich einer Entwicklungsrichtung erkennen. Dies gilt insbesondere für die Vergleichsjahre 2002, 2006 und 2010.

Der Vergleich der prozentualen (Abb. III.5.6.1.8-3) wie absoluten (Abb. III.5.6.1.8-4) Querschnittsflächen zeigt, dass sich die meisten Flächenänderungen seit 1997 in einem Bereich von ca. $\pm 20\%$ bewegen.

2008 wurde die Baggerstrategie umgestellt. Seitdem wird der gesamte Bereich von der Mündung in die Elbe bis zum Sperrwerk geräumt, während zuvor vorwiegend nur im Mündungsbereich gebaggert wurde. Dies korreliert mit der Entwicklung in allen Querprofilen und hat wohl auch zur Flächenzunahme und Vertiefung der Sohle in 2010 geführt. Ein direkt belastbarer Vergleich zwischen Ist- und Ausbauzustand ist aufgrund der mäßigen Datenlage nicht möglich.

Warum die Querschnittsentwicklung bei Kilometer 0,786 eine signifikant größere Dynamik zeigt, als die anderen Querschnittsentwicklungen, kann möglicherweise an der Größe des betrachteten Querschnitts liegen, der im Vergleich zu den anderen Querschnitten klein ist.

Abb. III.5.6.1.8-2: Längsschnitte verschiedener Jahre des Ruthenstroms; Datengrundlage ist die jeweils tiefste Stelle in den gepeilten Querschnitten.

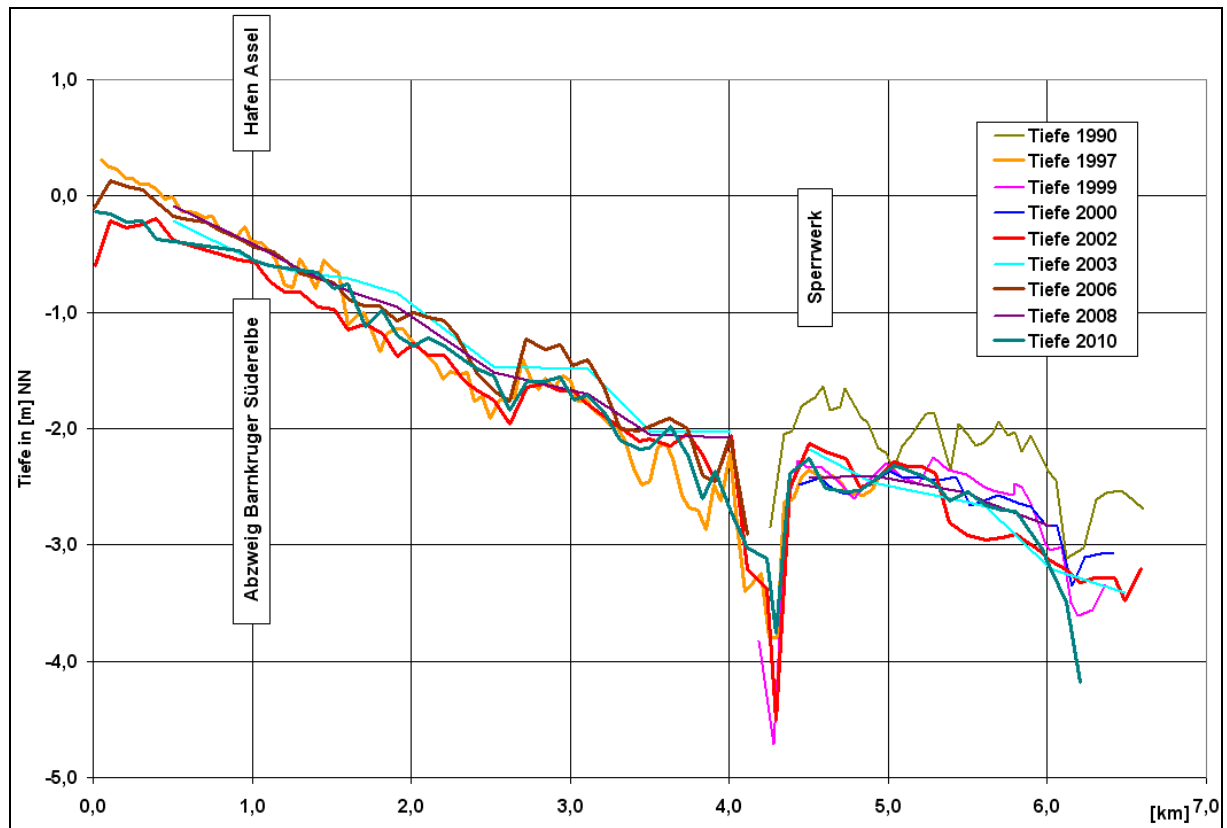


Abb. III.5.6.1.8-3: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen des Ruthenstroms in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).

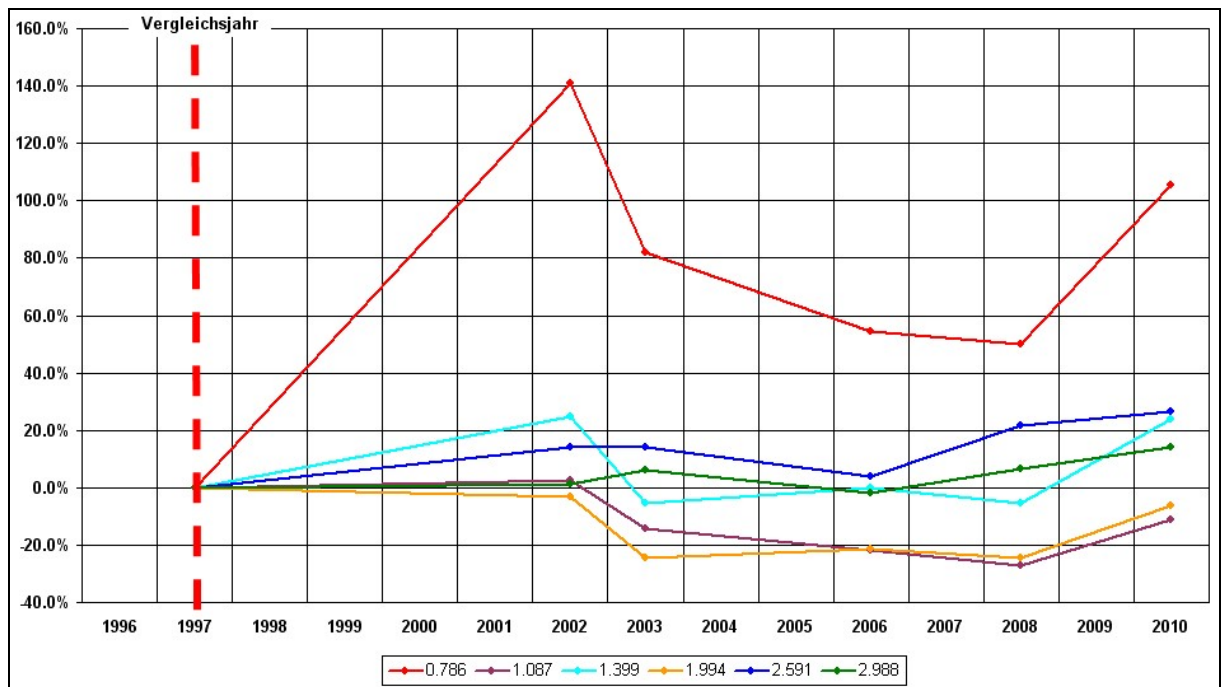
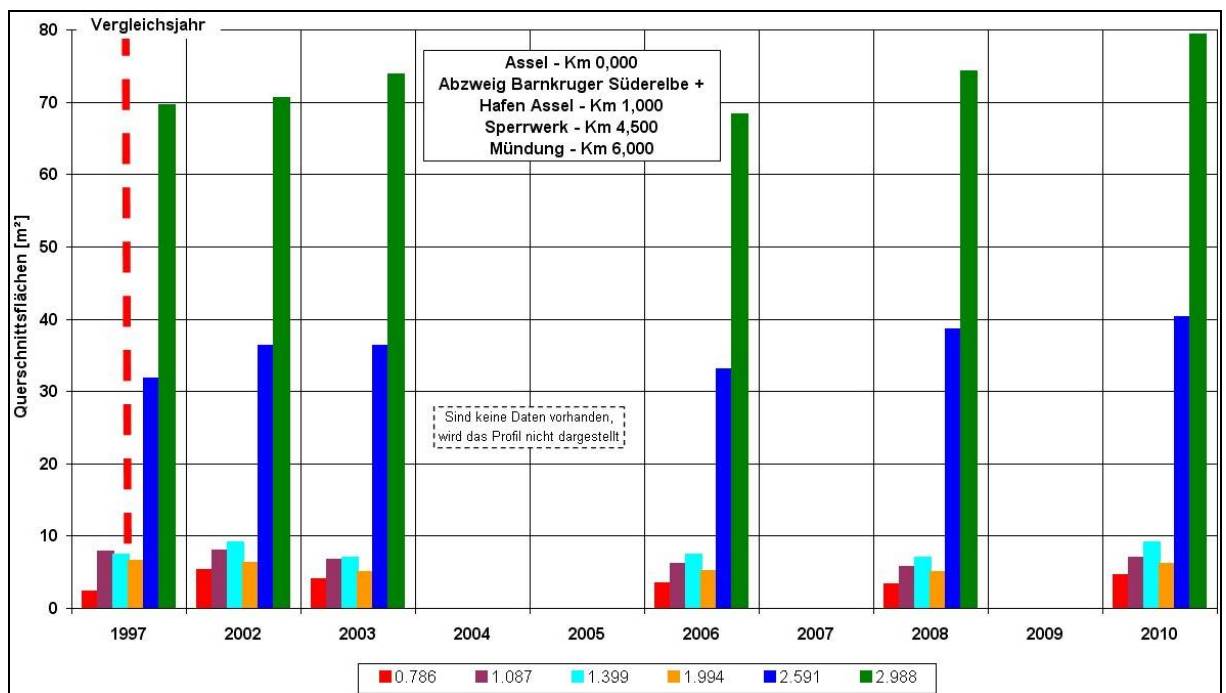


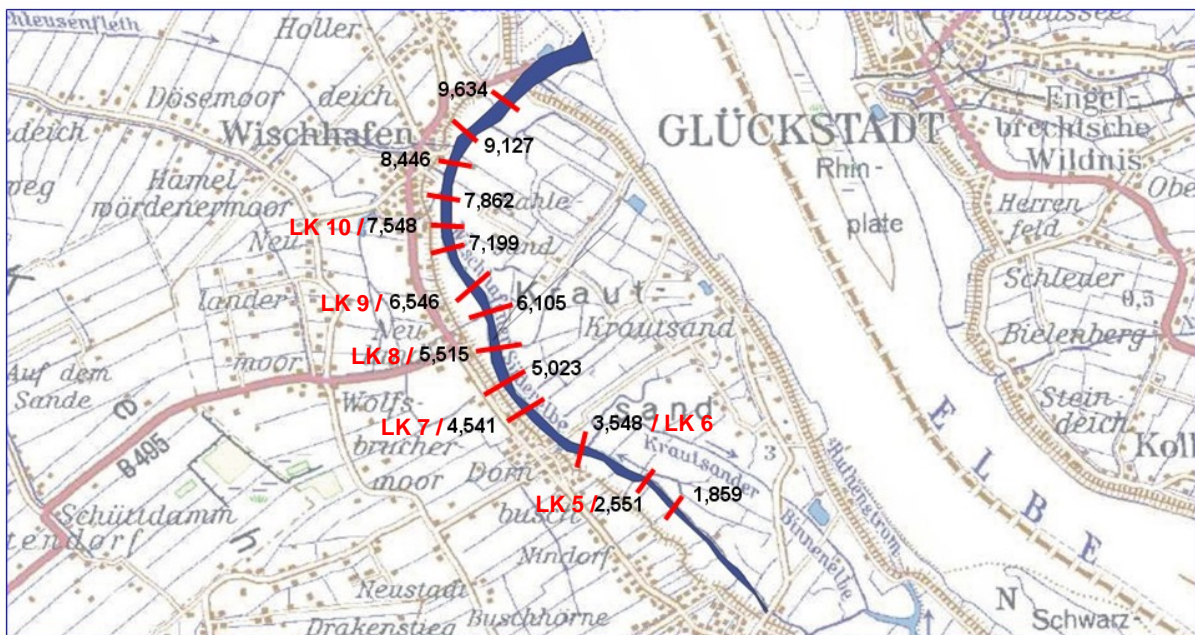
Abb. III.5.6.1.8-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Ruthenstroms.



III.5.6.1.9 Wischhafener Süderelbe

In der Wischhafener Süderelbe wurden zwischen Drochtersen und Wischhafen von 2000 bis 2010 regelmäßig 14 Querprofile durch das WSA Hamburg vermessen. Eine Übersicht zur Lage der Querprofile liefert Abb. III.5.6.1.9-1.

Abb. III.5.6.1.9-1 Übersicht der in der Wischhafener Süderelbe gemessenen Querprofile mit Angaben der Bundeswasserstraßenkilometer und Landeskilometer (LK)



Die Abb. III.5.6.1.9-1 und die nachfolgende Auflistung verdeutlichen, welche 6 Querschnitte den im Planfeststellungsbeschluss benannten Hauptquerschnitten der „Beweissicherung Vordeichung Krautsand“ auf den Landeskilometern 5 bis 10 entsprechen.

- Der BWaStr-km 2,551 entspricht dem LK 5
- Der BWaStr-km 3,548 entspricht dem LK 6
- Der BWaStr-km 4,541 entspricht dem LK 7
- Der BWaStr-km 5,515 entspricht dem LK 8
- Der BWaStr-km 6,546 entspricht dem LK 9
- Der BWaStr-km 7,548 entspricht dem LK 10

Die Querschnitte auf den Landeskilometern 5 bis 10 sind seit Anfang der 80er Jahre bis 2001 vom NLWKN bzw. dessen Vorgängerbehörden quartalsweise mit Stangenpeilung vermessen worden. Seit dem Jahr 2000 wurden diese Querschnitte parallel und seit dem Jahr 2002 ausschließlich vom WSA Hamburg vermessen. Die Messungen sind im Gewässerbett zunächst mit Stangenpeilung und ab Mai 2003 mit Echolotung ausgeführt worden. Landseitig kamen satellitengestützte Messverfahren zum Einsatz.

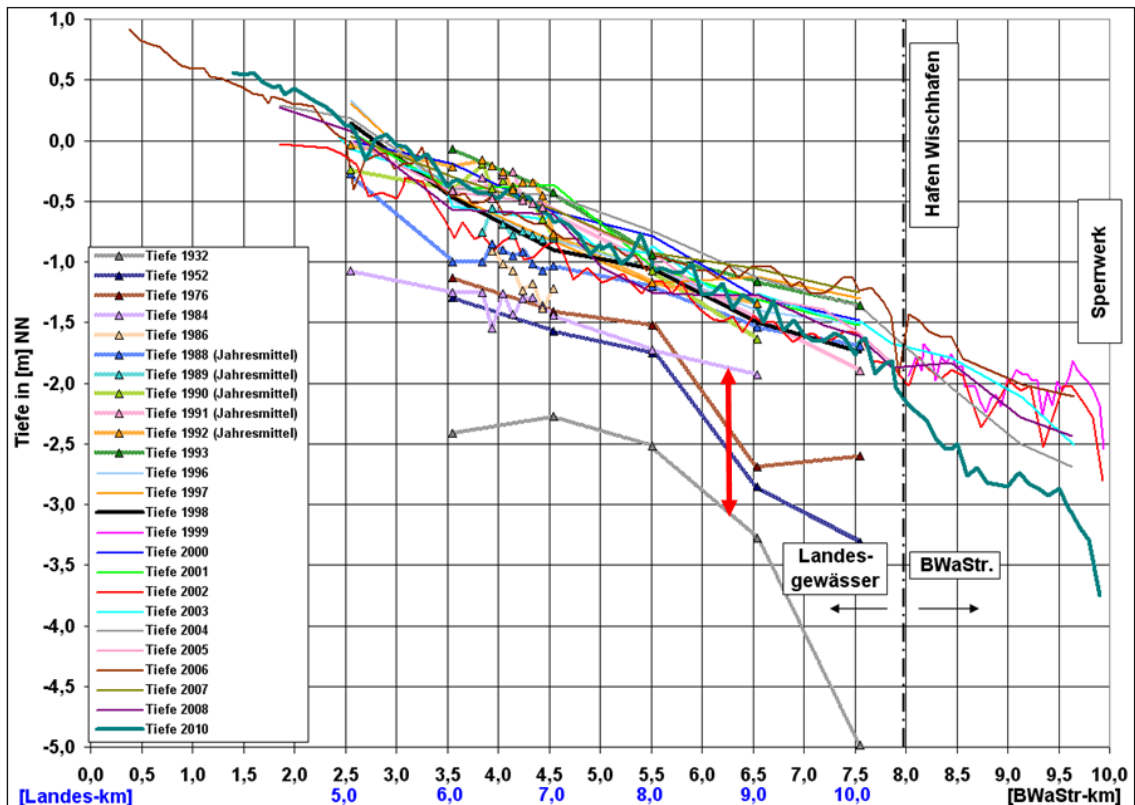
Die Messergebnisse sind auf der DVD zur Beweissicherung dokumentiert. In die Auswertungen eingeflossen sind darüber hinaus Querschnittsauswertungen des NLWKN bei den LK 5 bis LK 10 für die Jahre 1984 bis 1990 aus der Beweissicherung für die Maßnahme „Vordeichung Krautsand“. Die Ergebnisse des NLWKN ergänzen die Auswertungen des WSA Hamburgs, insbesondere für den Zeitraum vor der Fahrrinnenanpassung 1999/2000 und sollen so vergleichende Betrachtungen auf einer gesicherten Datenbasis ermöglichen.

Die vom NLWKN bereitgestellten zusätzlichen Querschnitte zwischen den Querschnitten bei LK 6 bzw. LK 7 konnten zur Analyse der Entwicklung der Querschnittsflächen nach der Fahrrinnenanpassung '99/'00 nicht herangezogen werden, da in diesem Bereich keine

Profilmessungen im Rahmen der Beweissicherung festgelegt wurden. Sie waren jedoch für eine Darstellung der Längsentwicklung auf Basis der maximal vermessenen Sohliefen im Zeitraum 1932 bis 1993 nutzbar.

Die Abbildung III.5.6.1.9-2 spiegelt die Entwicklung der Sohlage der Wischhafener Süderelbe seit 1932 wieder. Abgebildet ist die jeweils tiefste Stelle eines Querschnittes. Aus dieser Darstellung wird zunächst deutlich, dass es große Veränderungen in den Sohliefen im Zeitraum seit Beginn der Vermessungen in den 1930er Jahren bis Ende der 1980er Jahre gab (s. Pfeil).

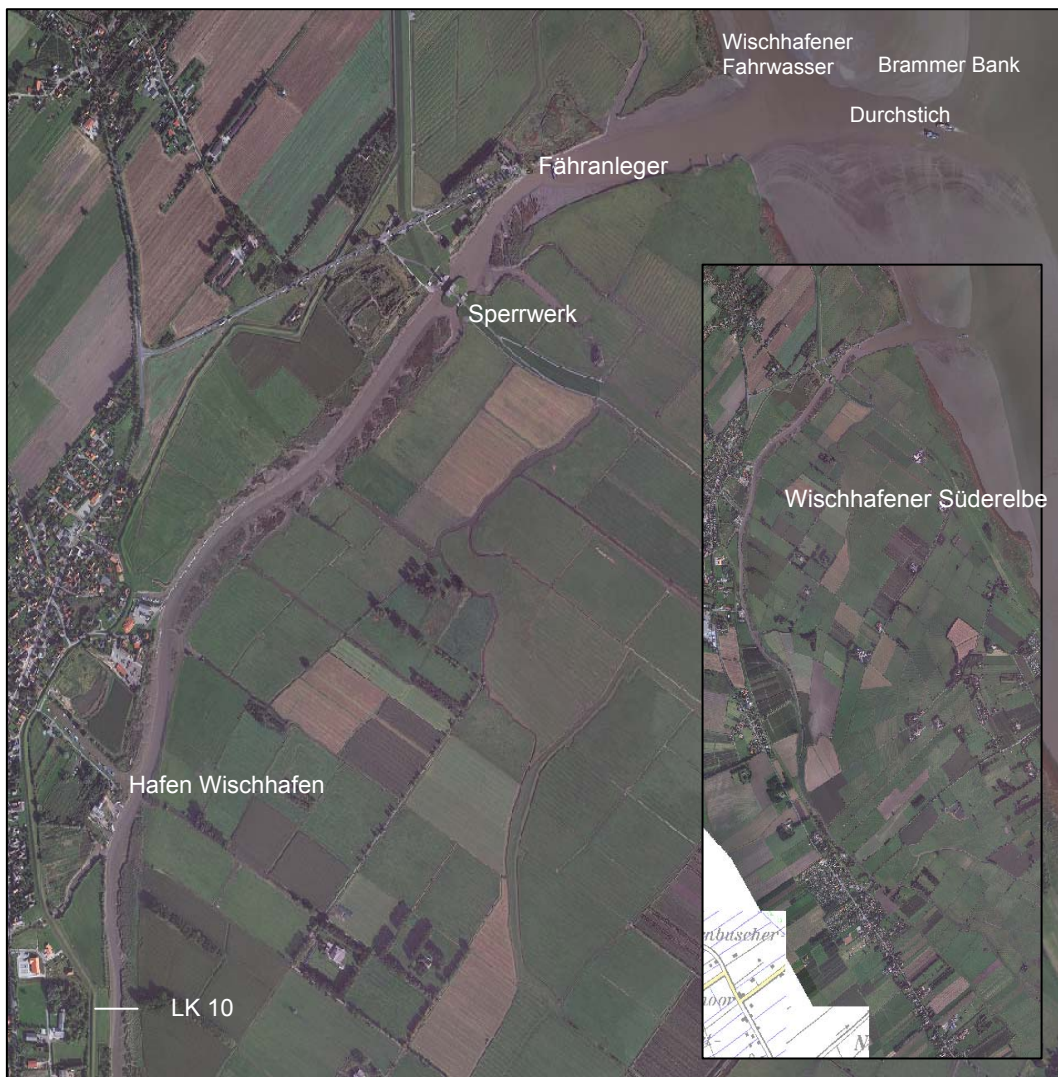
Abb. III.5.6.1.9-2: Längsschnitte von 1932 bis 2010 in der Wischhafener Süderelbe auf LK 5 bis LK 10; Datengrundlage ist die jeweils tiefste Stelle in den geipelten Querschnitten; Daten des WSA und des NLWKN



Zwischen dem Hafen Wischhafen und dem Sperrwerk zeigt die Abbildung stark wechselnde Tiefen, welche wesentlich auf Unterhaltungsbaggerungen des WSA Hamburg zurückzuführen sind. Das WSA Hamburg hat im Jahr 1991 den alten Fährweg durch das Krautsander Watt für den Fährverkehr wieder hergestellt. Seit dieser Zeit werden mehrmals im Jahr Baggerungen im Mündungsbereich der Wischhafener Süderelbe und des Durchstichs (Fahrrinne südlich der Brammer Bank) zur Gewährleistung der Erreichbarkeit des Fähranlegers bei BWaStr-km 10,4 vorgenommen (siehe Abb. III.5.6.1.9-3). Binnenseitig des Sperrwerkes bis zum Hafen Wischhafen erfolgen seit 1995 ein- bis zweimal im Jahr Baggerungen mittels Wasserinjektion.

Außerhalb des Zuständigkeitsbereiches des WSA Hamburg werden, wie bei Vermessungen auf dem Querschnitt bei LK 5 vereinzelt festgestellt wurde, ebenfalls Pflegemaßnahmen durchgeführt. Genauere Informationen zu Art und Umfang dieser Maßnahmen liegen allerdings nicht vor.

Abb. III.5.6.1.9-3: Luftbild des Mündungsbereichs der Wischhafener Süderelbe zwischen Hafen Wischhafen und der Elbe (2010)

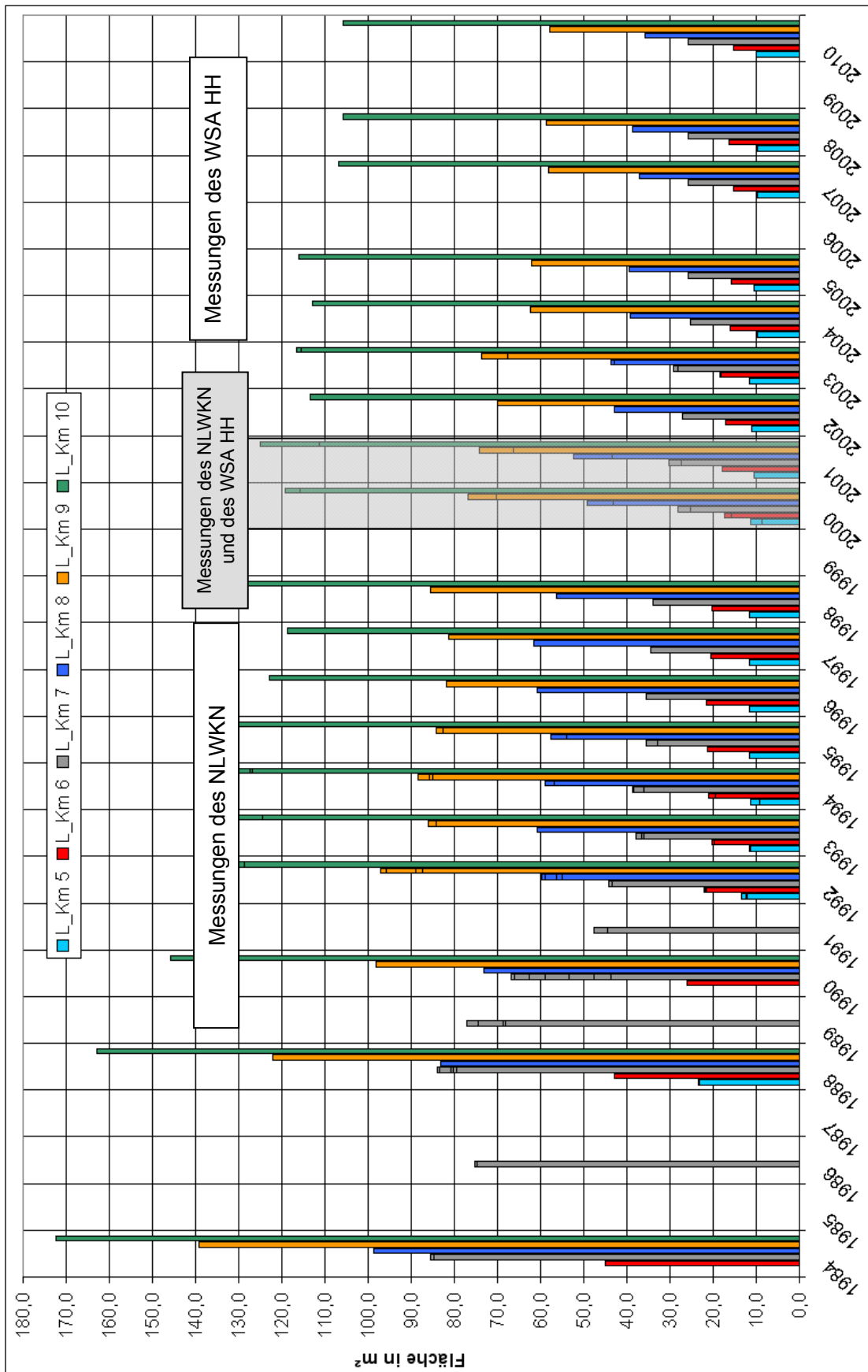


Die nachfolgende Betrachtung zum Einfluss der Fahrinnenanpassung von 1999/2000 auf die Entwicklung der Wischhafener Süderelbe wird auf den Hauptquerschnitten der „Beweissicherung Vordeichung Krautsand“ auf den Landeskilometern 5 bis 10 vorgenommen. Nur an diesen Querschnitten sind Messungen aus der Zeit vor der Fahrinnenanpassung 99/00 vorhanden. Die Baumaßnahme ist in den Jahren 1999 und 2000 umgesetzt worden. Als Referenz für den Zustand vor der Fahrinnenanpassung 99/00 werden im Zuge der weiteren Betrachtungen die Messungen des NLWKN vor 1999 herangezogen.

Für den Vergleich der Querschnittsentwicklungen untereinander sind die Auswertungen mit einer festen Bezugshöhe durchgeführt worden. Als Bezugshöhen wurden das MTHW aus dem Jahr 1997 (+ 1.57 m über NHN) und NHN (+0.00 m über NHN) verwandt. Der Einfluss der jährlich auftretenden MTHW im Zeitraum 1984 bis 2010 auf die Berechnung der Querschnittsflächen wurde zusätzlich geprüft. Die sich ergebenden Änderungen waren im Vergleich zur Anwendung des MTHW von 1997 jedoch unerheblich.

Die Abbildung III.5.6.1.9-4 zeigt zunächst die Entwicklung der Querschnittsflächen unterhalb von MTHW (+ 1.57 m über NHN) im Zeitraum von 1984 bis 2010. Die Querschnittsflächen sind aus Messungen des NLWKN und Messungen des WSA Hamburg ermittelt worden. In den Jahren 2000 und 2001 erfolgte die Vermessung der Querschnitte im Abstand von wenigen Monaten sowohl durch NLWKN als auch vom WSA Hamburg. Dargestellt ist jeweils die größte Querschnittsfläche eines Jahres.

Abb. III.5.6.1.9-4: Zusammenfassung der Entwicklung der Querschnittsflächen auf den Landeskilometern (L_Km) 5 - 10 der Wischhafener Süderelbe von 1984 - 2010 (unter MThw = NHN +1,57m und z. T. bis 1993 unter MTHW = NHN +1.59m); Daten des WSA und des NLWKN.



Die Abbildung III.5.6.1.9-4 bestätigt die deutliche Verringerung der Querschnittsflächen auf allen Landeskilometern seit 1984 bis Anfang der 1990er Jahre. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Änderungen von Querschnittsflächen innerhalb einer $\pm 10\%$ -Bandbreite als nicht signifikant angesehen werden, sind bis Ende der 1990er Jahre alle Querschnitte als nahezu stabil anzusehen.

Von 1998 zu 2000 kommt es bei allen LK mit Ausnahme des Querschnittes bei LK 5 zu einer Verringerung der Querschnittsflächen.

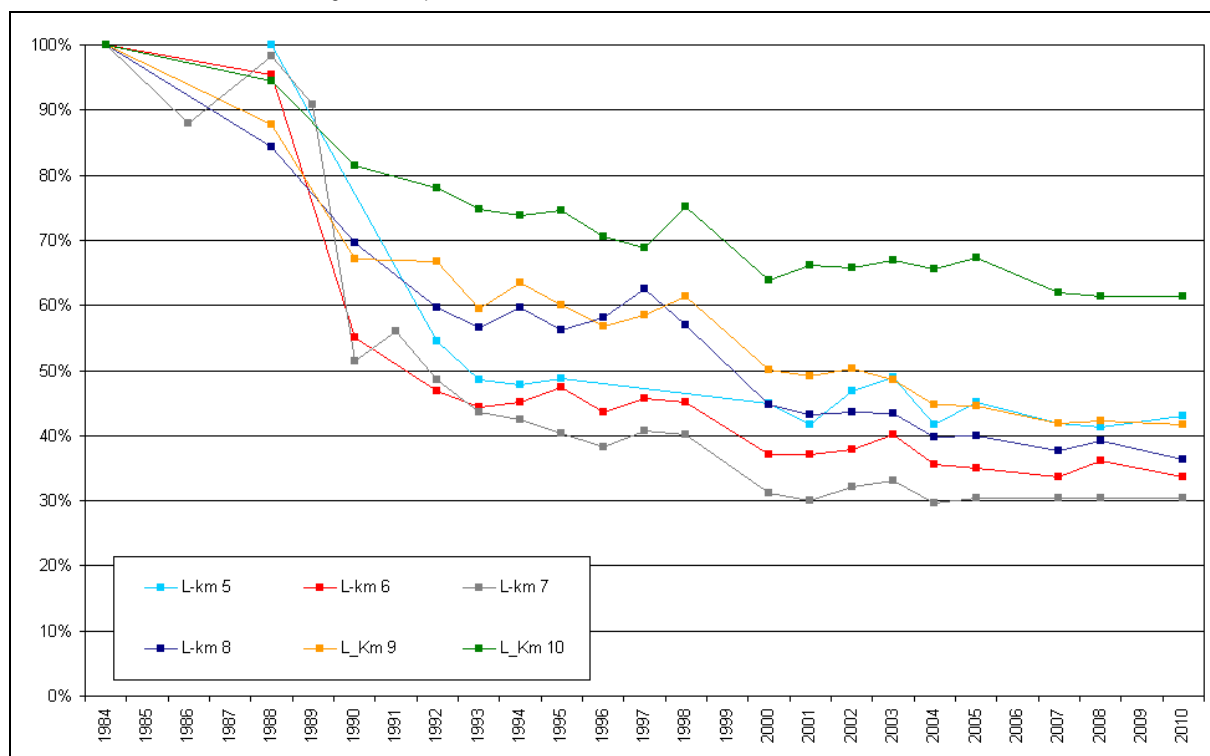
Betrachtet man den Gesamtzeitraum nach der Fahrrinnenanpassung von 2000 bis 2010, so lässt sich Folgendes festhalten:

Bei den LK 10 bis 8 nehmen die Querschnitte weiter ab, wobei sich diese Entwicklung ab 2007 abzuschwächen scheint.

Bei den LK 7 bis 5 dagegen sind die Querschnitte stabil.

In nachfolgender Abbildung III.5.6.1.9-5 sind die prozentualen Änderungen der Querschnittsflächen zunächst für den Zeitraum 1984 bis 2010 dargestellt.

Abb. III.5.6.1.9-5: Entwicklung der Querprofile der Landeskilometer 5-10 der Wischhafener Süderelbe von 1984 – 2010



Alle ermittelten Querschnittsflächen aus dem Jahr 1984 wurden dafür auf 100 % gesetzt, alle nachfolgenden Werte beziehen sich auf diesen Ausgangswert. Auch aus dieser Abbildung wird deutlich, dass die größten prozentualen Veränderungen im Betrachtungszeitraum zwischen 1984 und 1992 stattfanden.

So nahm der Querschnitt bei LK 10 z.B. um ca. 20 % ab, bei LK 8 um 40 % und bei LK 6 um 53 %.

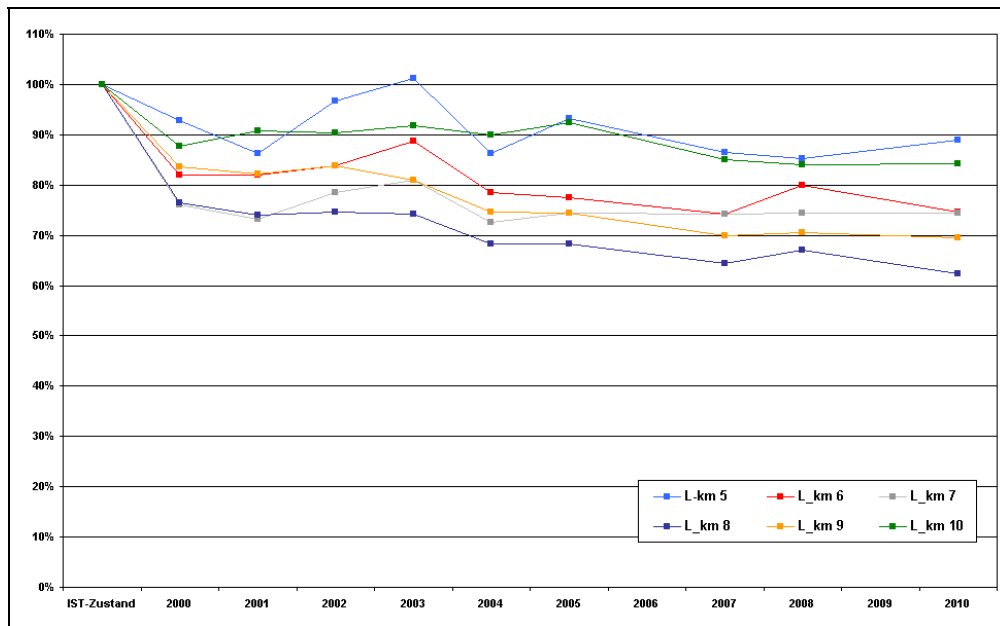
Betrachtet man den Zeitraum zwischen 1992 und 1998, so bewegen sich die Änderungen an allen Querschnitten innerhalb der Bandbreite von $\pm 10\%$. Zwischen 1998 und 2000 liegt die prozentuale Änderung z.T. über der 10%-Schwelle, danach bewegen sich die Änderungen wieder innerhalb des 10 %-Bereiches.

In dieser Betrachtung bleibt zunächst die relative Änderung der Querschnittsflächen unberücksichtigt.

Nachfolgend wird deshalb die prozentuale Entwicklung der Querschnittsänderungen speziell für den Zeitraum nach der Fahrrinnenanpassung 1999/2000 dargestellt:

Abbildung III.5.6.1.9-6 zeigt die relative Veränderung der Querschnittsflächen seit 2000 im Vergleich zum Zustand vor der Fahrrinnenanpassung 1999/2000 (Ist- Zustand). Wie beschrieben, waren die Querschnitte im Zeitraum 1992 bis 1998 weitestgehend stabil. Daher wurde für die Festlegung des Ist-Zustandes an jedem Querschnitt der Mittelwert für den Zeitraum 92-98 errechnet und auf 100% gesetzt.

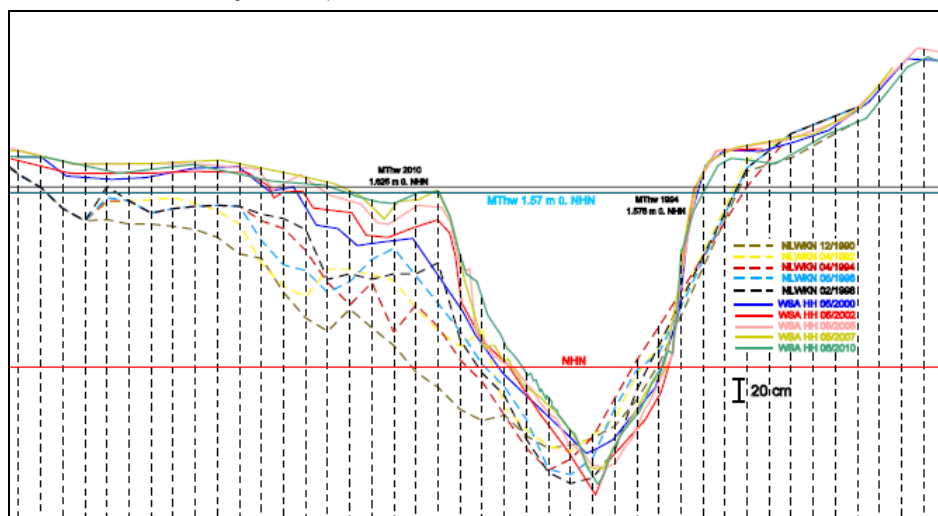
Abb. III.5.6.1.9-6: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen bezogen auf den Ist-Zustand vor der Fahrrinnenanpassung 1999/2000



Die Abbildung verdeutlicht die Abnahme der Querschnittsflächen an allen untersuchten Landeskilometern vom Ist-Zustand (vor der Fahrrinnenanpassung) zum Jahr 2000 zwischen 12 % (LK 10) und ca. 24 % (LK 7 und 8). Einzig die Änderung bei Querschnitt LK 5 liegt unterhalb der 10%-Schwelle.

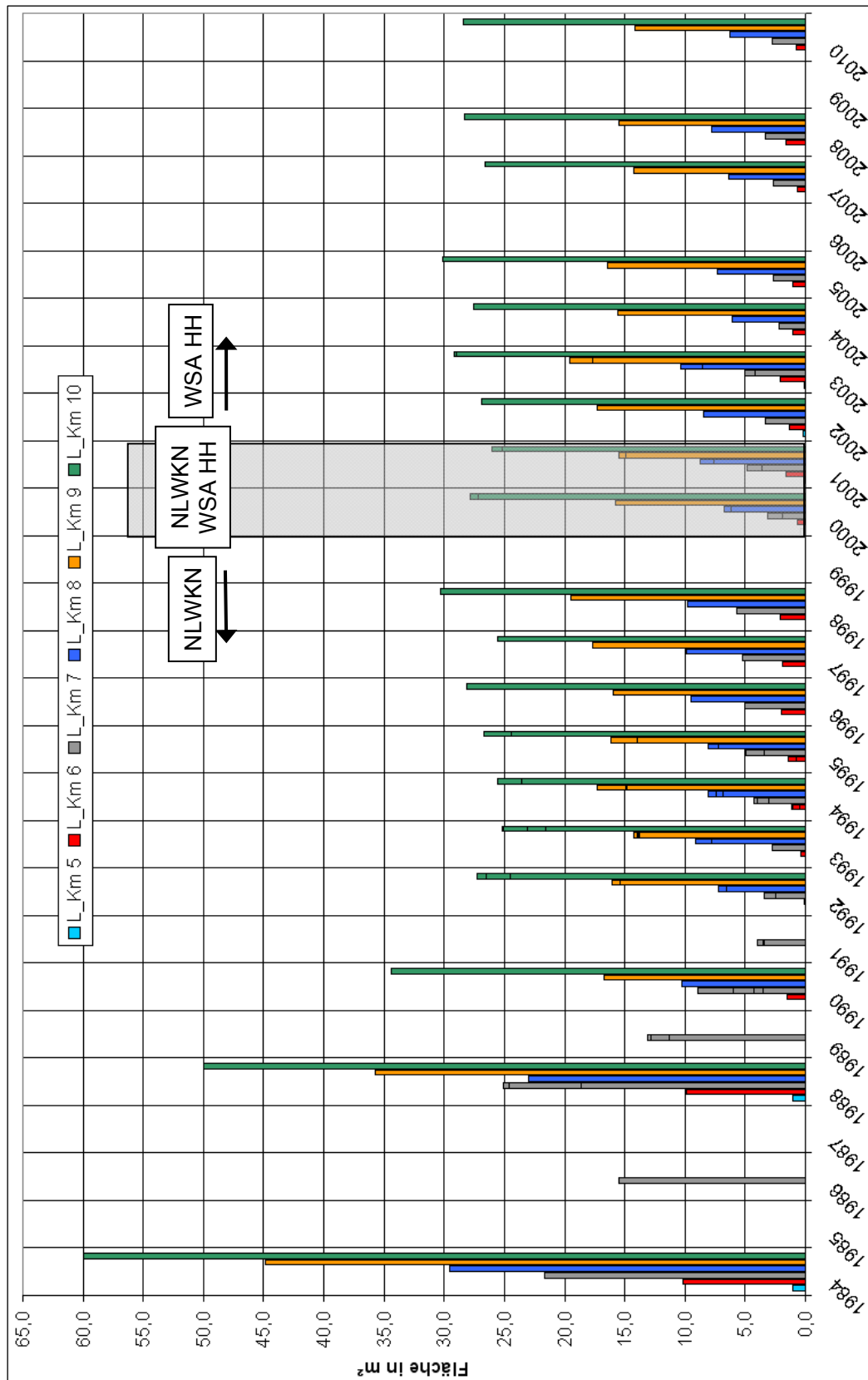
In Abbildung III.5.6.1.9-7 zeigt beispielhaft die Entwicklung an einem Querschnitt (LK 8) im Zeitraum von 1990 bis 2010.

Abb. III.5.6.1.9-7: Entwicklung der Querprofile auf Landeskilometer 8 der Wischhafener Süderelbe von 1990 – 2010



Betrachtet man die Entwicklung der Querschnittsflächen unterhalb von NHN im Betrachtungszeitraum zwischen 1984 und 2010, so ergibt sich folgendes Bild:

Abb. III.5.6.1.9-8: Zusammenfassung der Entwicklung der Querschnittsflächen auf den Landeskilometern (L_Km) 5 - 10 der Wischhafener Süderelbe von 1984 – 2010 (unter NHN +0,00m); Daten des WSA und des NLWKN



Fasst man die Ergebnisse zusammen, bleibt zur Entwicklung der Wischhafener Süderelbe festzuhalten:

- Die Verschlickung der Wischhafener Süderelbe ist ein längerfristiger Prozess, der Anfang der 1990er Jahre in ein neues morphodynamisches Gleichgewicht mit stabilen Querschnitten zwischen LK 10 und LK 5 mündete.
- Bis Ende der 1990er Jahre weisen die Messdaten stabile Querschnitte unter MThw (= NHN + 1,57 m) bei den Querschnitten auf den LK 5 bis 10 aus.
- Zwischen den Jahren 1998 und 2000 ist es an allen Querschnitten zu einer Abnahme der Querschnittsflächen unter MThw (= NHN + 1,57 m) gekommen.
- Ab dem Jahr 2000 weisen die Messdaten an den LK 8 bis 10 auf ein Fortschreiten der Querschnittsabnahmen unter MThw (= NHN + 1,57 m) hin. Im Gewässerabschnitt zwischen LK 5 bis 7 sind die Querschnitte unterhalb von MThw seit dem Jahr 2000 stabil.
- Zwischen 2007 und 2010 sind alle Querschnitte unterhalb von MThw (= NHN + 1,57 m) wieder stabil, möglicherweise hat sich auf dem erreichten Niveau ein neues Gleichgewicht analog zu den Verhältnissen vor 1998 ausgebildet.

Die Entwicklung der Querschnittsflächen an den untersuchten Landeskilometern 5 bis 10 erfährt eine Veränderung, die in einem zeitlichen Zusammenhang mit der Fahrrinnenanpassung der Tideelbe von 1999/2000 steht. Daraus kann allerdings kein konkreter Ursachennachweis im physikalischen Sinne herbeigeführt werden, wengleich sie als Indiz für deren Wirkung angesehen werden kann. Für die nachfolgenden Veränderungen ist dieselbe Kausalität zwar möglich - und zumindest anteilig anzunehmen - aber keinesfalls allein aus der Querschnittsentwicklung zwingend nachweisbar. Von daher kann mit den Mitteln der Beweissicherung keine genaue Quantifizierung der durch die Fahrrinnenanpassung verursachten Querschnittsabnahmen erfolgen.

III.5.6.1.10 Freiburger Hafentriel

Im Freiburger Hafentriel wurden von 2002 bis 2010 regelmäßig 10 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.10-1). Für den Vergleich der Querschnittsflächen zum Bezugsjahr 1997, kann nur ein Profil (BWaStr-Kilometer 0,796) herangezogen werden. Auswertbare Messungen vor 2002 liegen in deutlich verringertem Umfang vor. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.10-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (einzelne Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.10-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.10-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.10-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen (BWaStr-Km 0,083 – 2,116)

Die folgende Abbildung III.5.6.1.10-1 zeigt eine topographische Übersichtskarte des Freiburger Hafentriels mit den gemessenen Querprofilen bezeichnet nach Strom-Kilometern.

Abb. III.5.6.1.10-1: Übersichtskarte des Freiburger Hafenpriels mit den gemessenen Querprofilen.

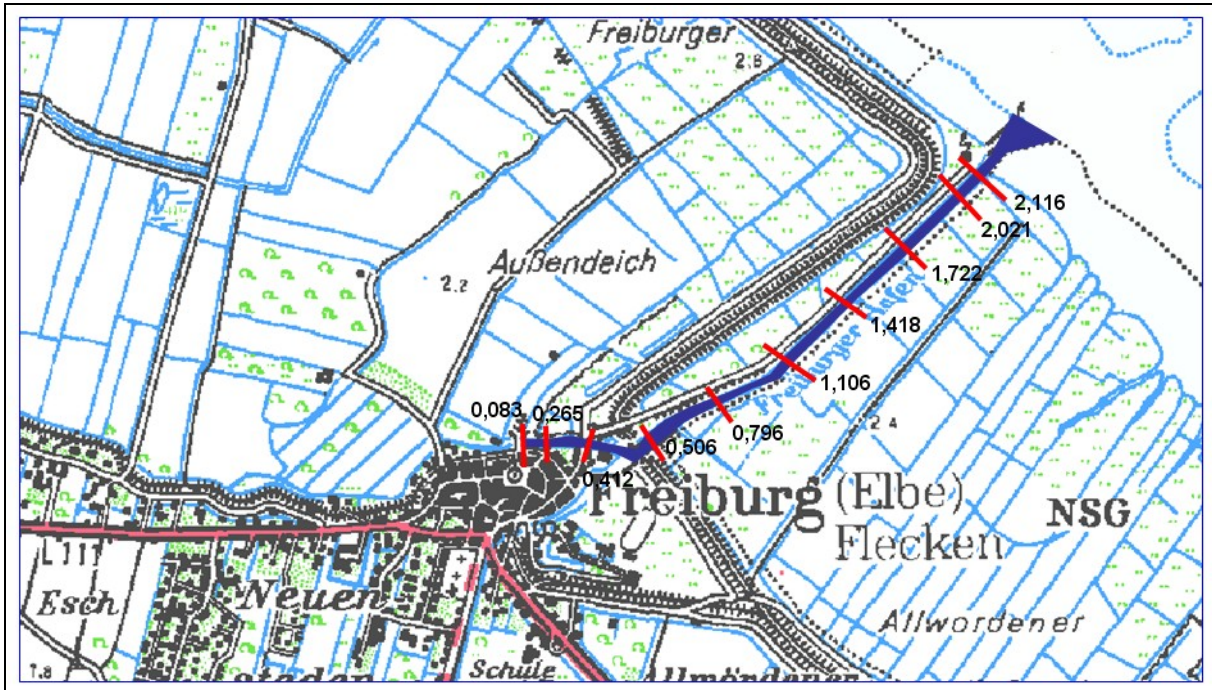


Abb. III.5.6.1.10-2: Längsschnitte verschiedener Jahre vom Freiburger Hafenpriel; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten.

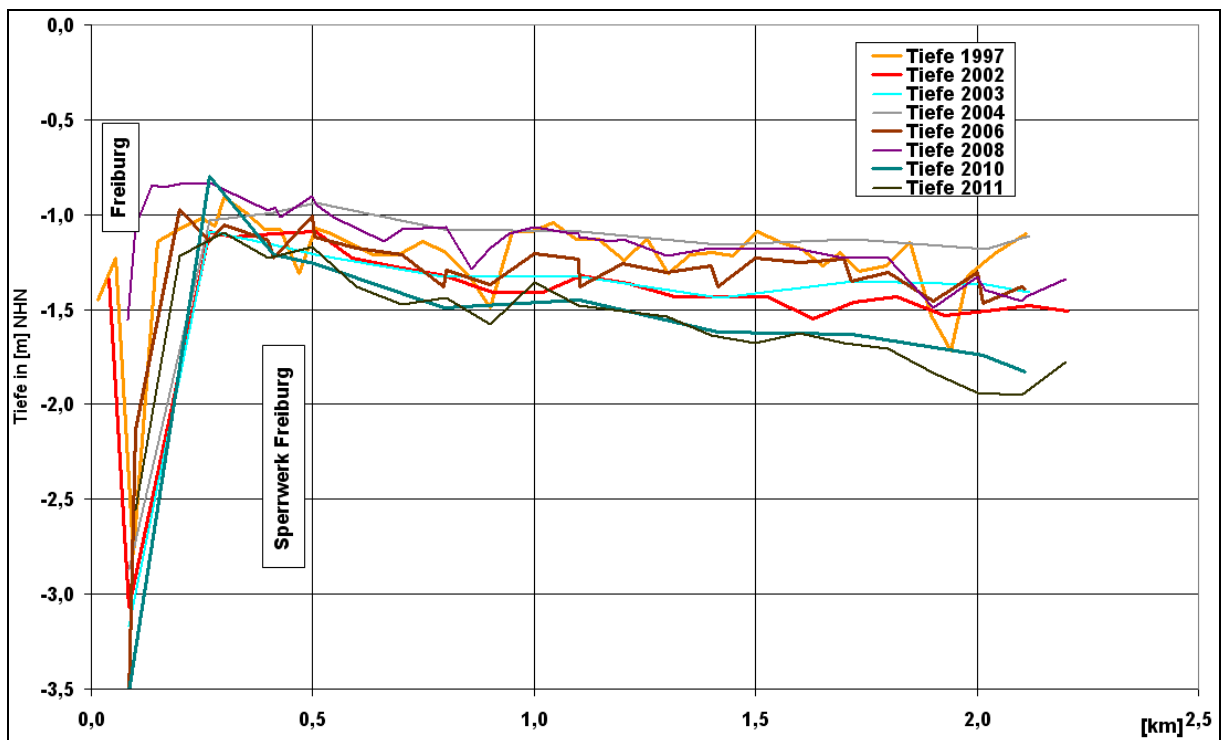


Abb. III.5.6.1.10-3: Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste in Bezug zum Zustand 1997 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).

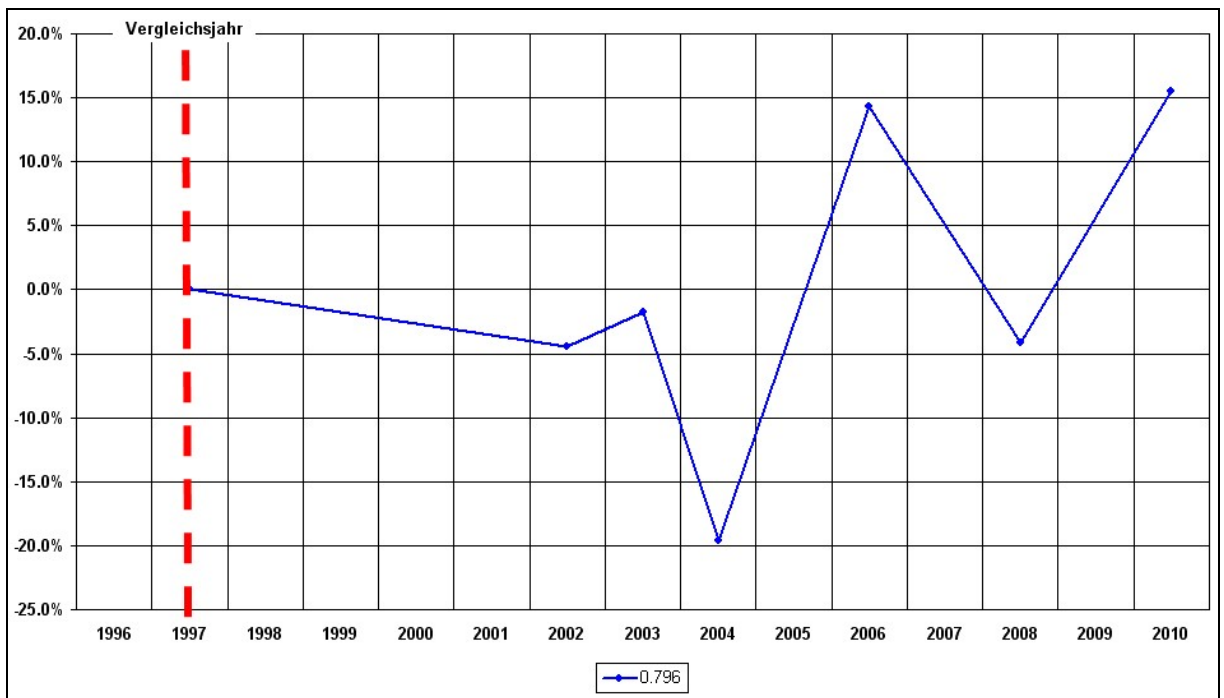
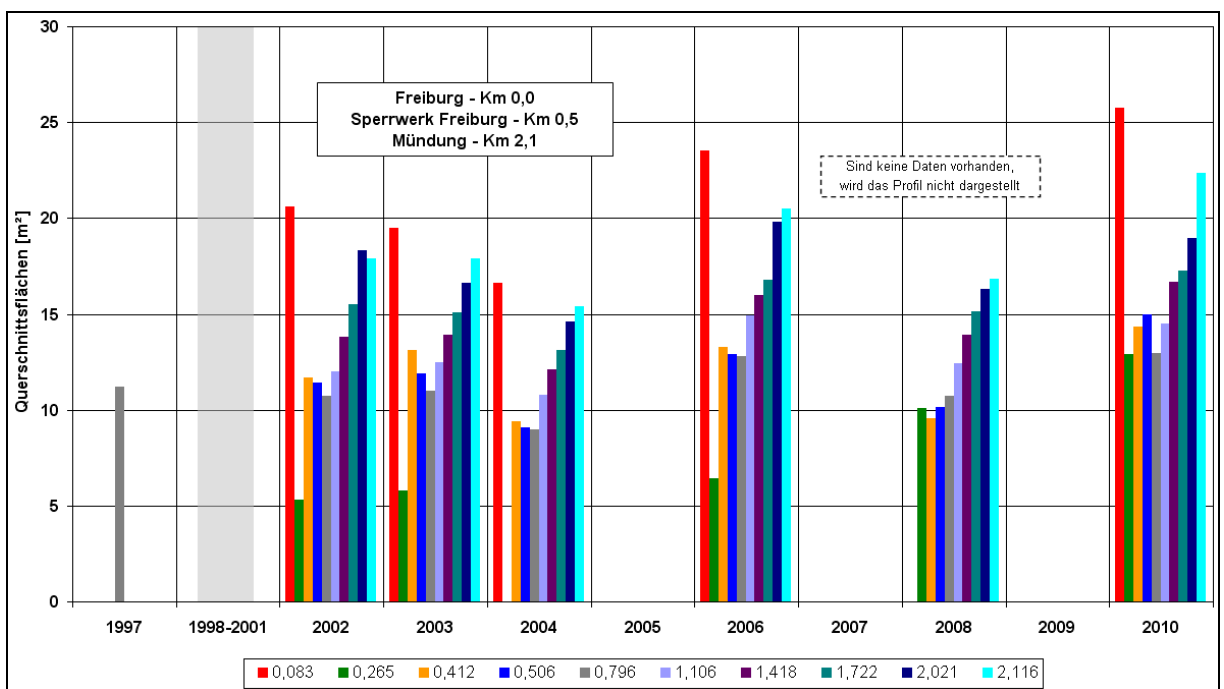


Abb. III.5.6.1.10-4: Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen des Freiburger Hafenspiels (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000).



III.5.6.1.11 Oste

In der Oste wurden von 2005 bis 2010 regelmäßig 27 Querprofile gemessen (s. Abb. III.5.6.1.11-1). Für den Vergleich der Querschnittsflächen zum Jahr 1999, können 25 Profile (BWaStr-Kilometer 9,984 bis 69,391) herangezogen werden. Weitere vergleichbare Messungen vor 1999 liegen nicht vor. Die Ergebnisse werden in den folgenden Abbildungen dargestellt:

- Abb. III.5.6.1.11-1 Übersicht der gemessenen Querprofile (einzelne Querprofile auf der DVD)
- Abb. III.5.6.1.11-2 Längsschnitte verschiedener Jahre; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten
- Abb. III.5.6.1.11-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen
- Abb. III.5.6.1.11-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen (BWaStr-km 9,984 bis 34,948)
- Abb. III.5.6.1.11-5 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen (BWaStr-km 44,961 bis 62,887)
- Abb. III.5.6.1.11-6 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen (BWaStr-km 63,886 bis 69,391)

Die folgende Abbildung III.5.6.1.11-1 zeigt eine topographische Übersichtskarte der Oste mit den gemessenen Querprofilen bezeichnet nach Strom-Kilometern. Bis zum 30. Juni 2010 war die Oste vom Mühlenwehr in der Bremervörde (Abb. III.5.6.1.11-1) bis zur Mündung eine Bundeswasserstraße.

Abb. III.5.6.1.11-1: Übersichtskarte der Oste mit den gemessenen Querprofilen.

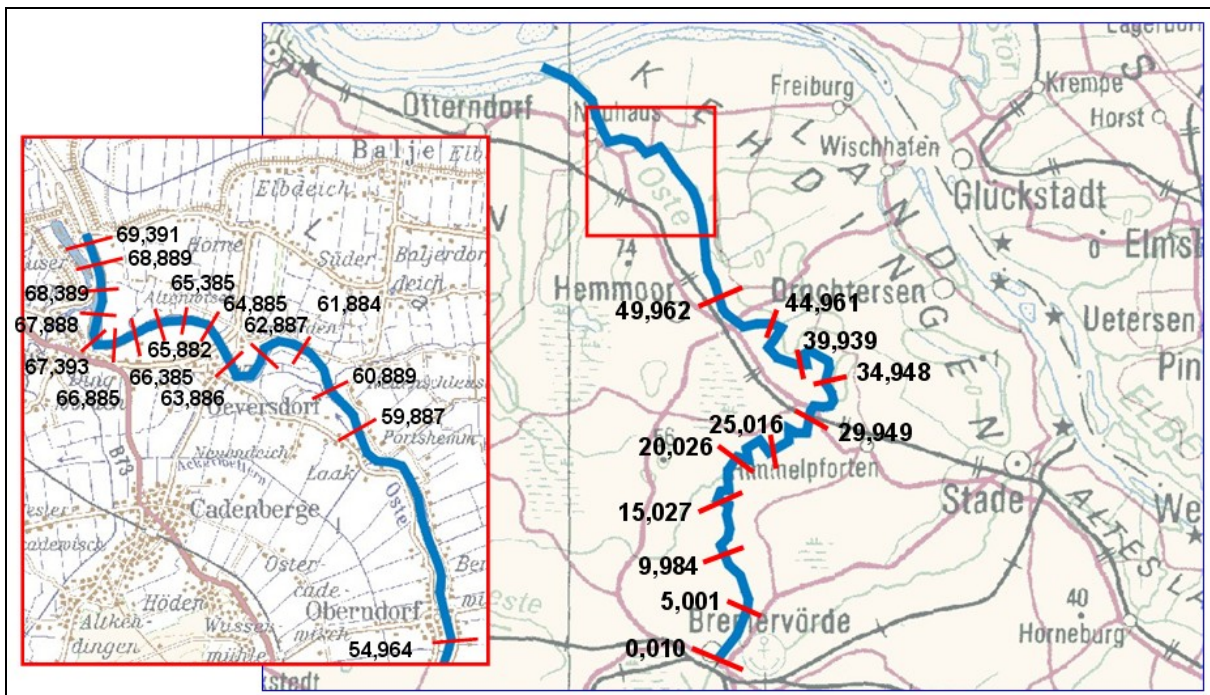


Abb. III.5.6.1.11-2 Längsschnitte verschiedener Jahre in der Oste; Datengrundlage ist der jeweils tiefste Wert in den gepeilten Querschnitten

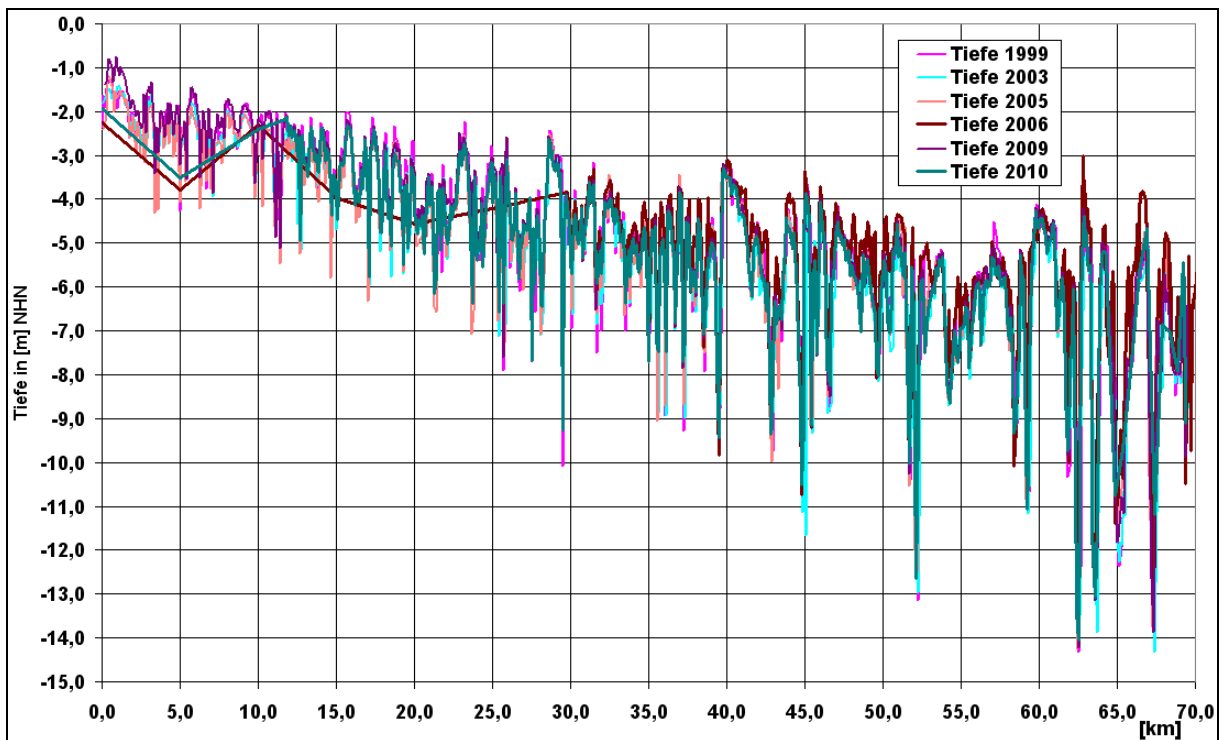


Abb. III.5.6.1.11-3 Prozentuale Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste in Bezug zum Zustand 1999 (Ist-Zustand der Beweissicherung für die Profilaufnahmen).

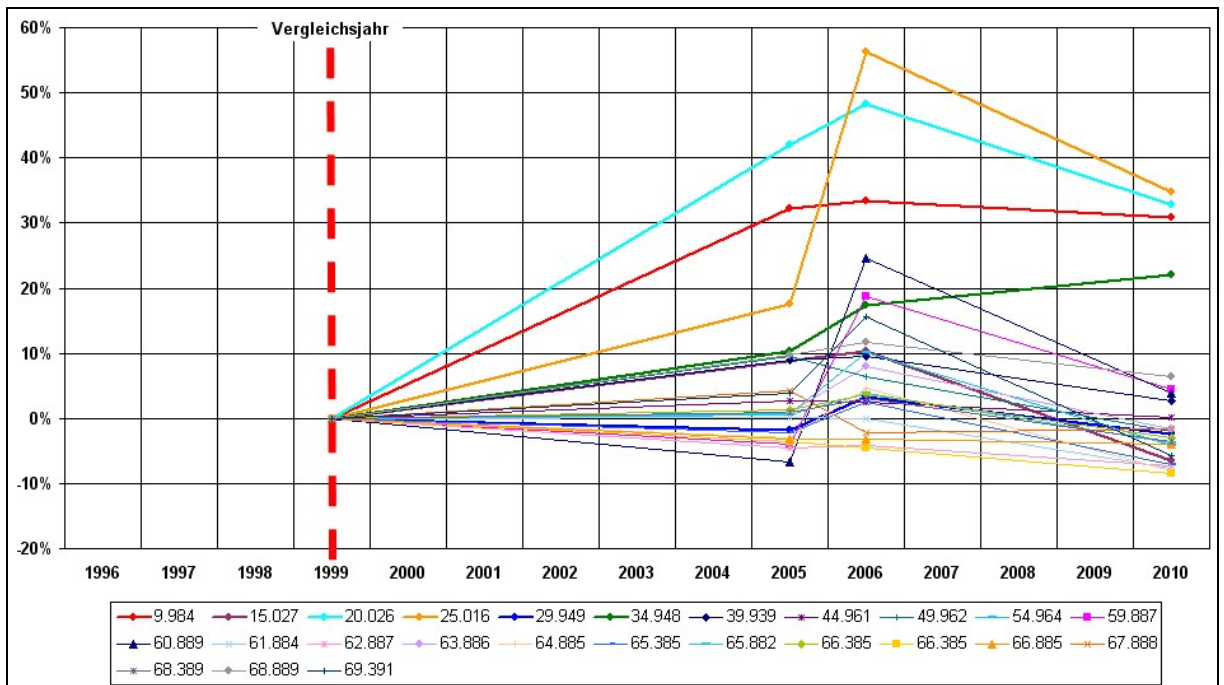


Abb. III.5.6.1.11-4 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste, Fluss-Km 9,984 bis 34,948 (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000)

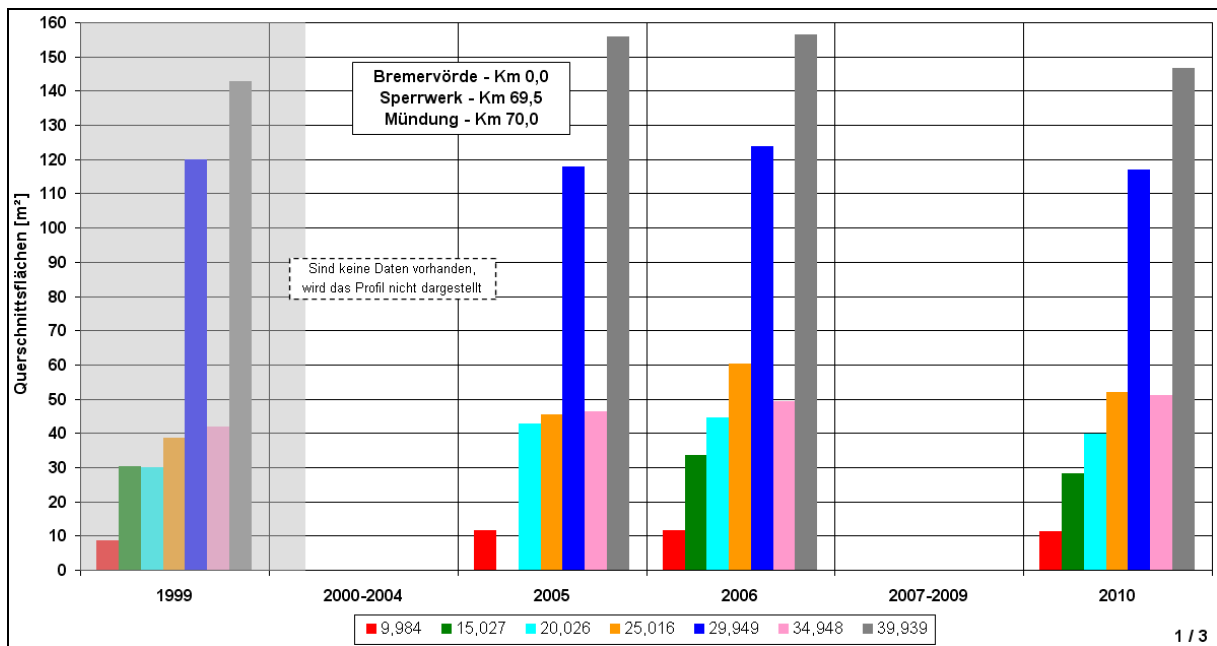


Abb. III.5.6.1.11-5 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste, Fluss-Km 44,961 bis 62,887 (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000)

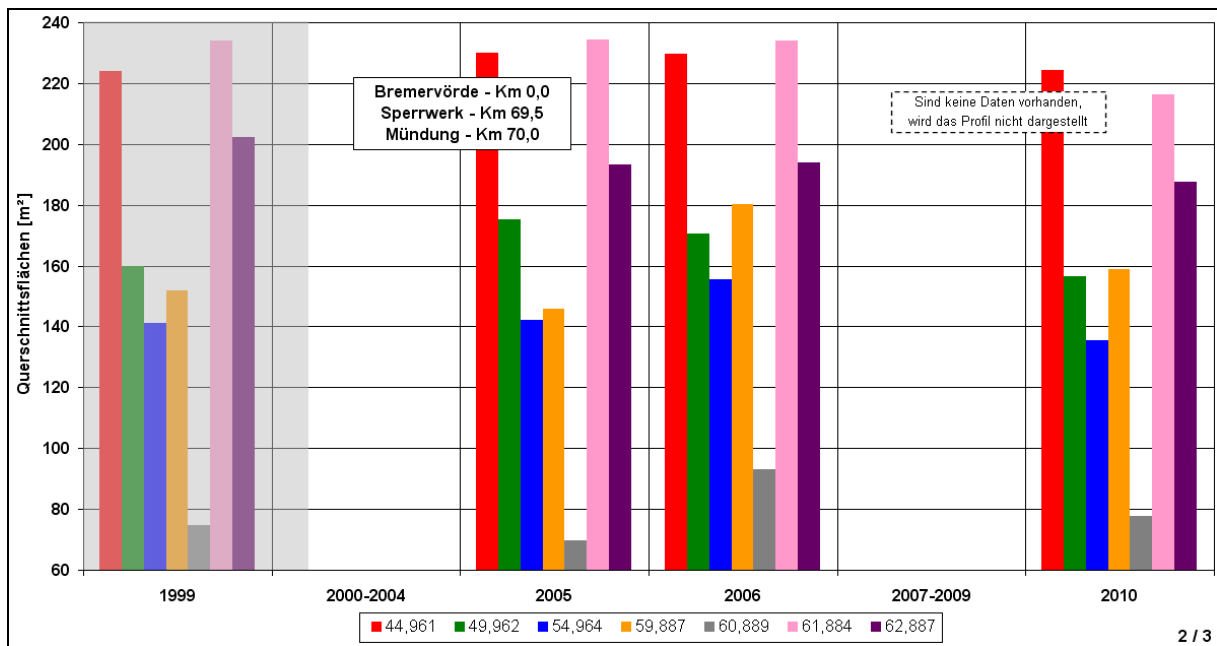
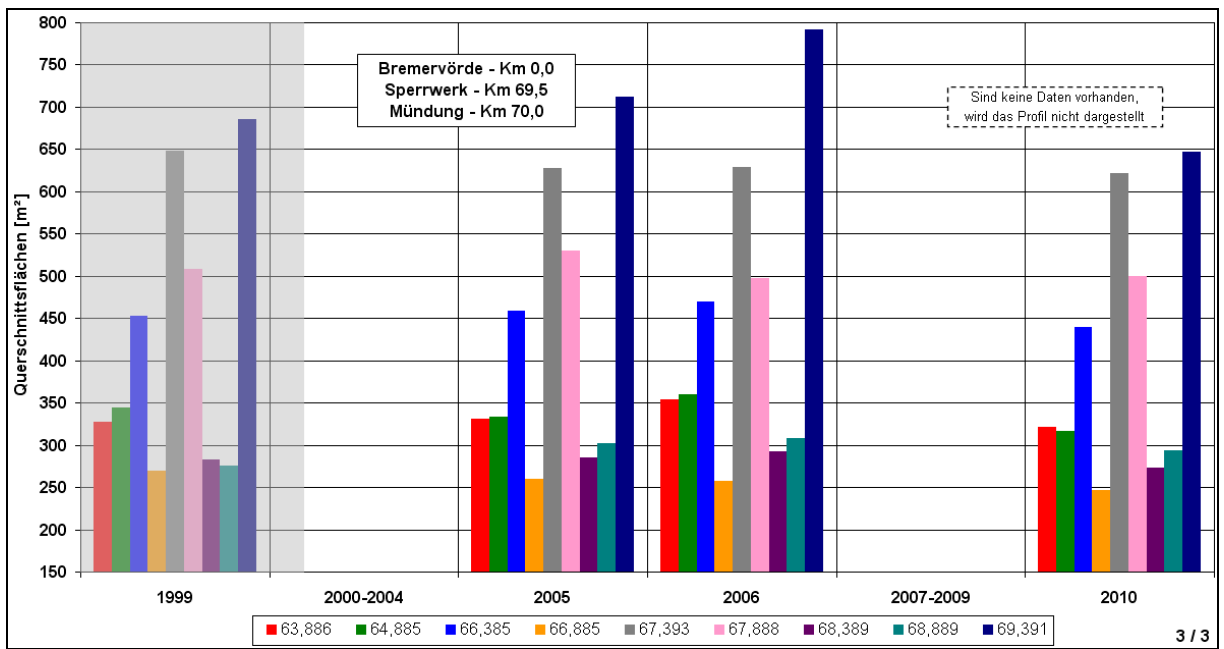


Abb. III.5.6.1.11-6 Absolute Entwicklung der Querschnittsflächen der Oste, Fluss-Km 63,886 bis 69,391 (Bauphase 01.01.1998 bis 31.12.2000)



III.6 Ausbaubedingte Wirkungen auf die terrestrischen Biotope

Pflanzen / Biotope	Prognose der UVU	Eingetretene Entwicklung	Wirkung geht über die UVU-Prognose hinaus
Röhrichte und Uferstaudenfluren (regelbasiert gefiltert)	Flächen verringern sich um ca. 64 ha	Flächen verringern sich um ca. 2,3 ha	nein
Weidenauwald und Weidengebüsch (regelbasiert gefiltert)	Flächen verringern sich um ca. 27,6 ha	Flächen nehmen um ca. 3,3 ha zu	nein
Transekt Eschschallen	Rückgang der Bestände	Zunahme der geschlossenen Röhrichtfront. Die Entwicklung in den vorgelagerten Röhrichtinseln ist von Jahr zu Jahr unterschiedlich.	nein
Transekt Heuckenloch	Rückgang der Bestände	Keine eindeutigen Trends der Bestandsentwicklungen	nein
Transekt Overhaken	Rückgang der Bestände	Röhricht breitet sich aus	nein
Transekt Ilmenau	Rückgang der Bestände	Keine eindeutigen Trends der Bestandsentwicklungen	nein

Gemäß Planfeststellungsbeschluss (Abschnitt 3.2.2.2) sind die Untersuchungen einzustellen, wenn sich nach der ersten Erhebung (2 Jahre nach Ausbau) herausstellt, dass die Flächenverluste geringer sind, als in der UVU prognostiziert wurde. Da dies nach 2 Jahren Untersuchung zwar für das Gesamtgebiet angegeben werden konnte, jedoch die Verhältnisse im Einzelnen Schwankungen unterlagen, wurden zusätzliche Transektuntersuchungen durchgeführt. Diese erhärteten die zuvor gewonnenen Ergebnisse, so dass keine weiteren Untersuchungen im Rahmen der Beweissicherung mehr erforderlich sind.

IV Abgeschlossene Untersuchungen der Vorjahre

Seit Beginn der Beweissicherungsuntersuchungen im Jahr 2000 wurden gemäß Planfeststellungsbeschluss einige Untersuchungen abgeschlossen. Dabei handelt es sich um:

- Schwebstoffmessungen im Kühlwassereinlauf des KKW Stade während der Sedimentumlagerungen in der Elbe auf der Klappstelle Twielenfleth (1998)
- Kampagne zur Ermittlung der Schwebstoffverteilung im Umfeld von Neubaubaggermaßnahmen und Verklappungen (1999)
- Kampagne zur Ermittlung der Sauerstoffverteilung im Umfeld von Neubaubaggermaßnahmen und Verklappungen (1999)
- Untersuchungen zur Ermittlung der Wiederbesiedelung der Makrozoobenthosbestände in der Fahrrinne und den BLAG (abgeschlossen 2004)
- Untersuchung zur Entwicklung der Laicherfolge in der Oste (abgeschlossen 2005)
- Biotypenuntersuchungen der terrestrischen Flora (abgeschlossen 2005)

Die Untersuchungen dienten der Überprüfung der Prognosen der UVU. In allen Fällen stellte sich heraus, dass die Wirkungen der Baumaßnahmen nicht über die Prognosen der UVU hinausgingen. Die entsprechenden Gutachten und Untersuchungsberichte finden sich im Verzeichnis MATERIALIEN auf der beiliegenden DVD.

V Stand der Umsetzung der Kompensationsmaßnahmen und Stand der Erfolgskontrollen

Mit dem PF-Beschluß wurden zur Kompensation der Eingriffe in den Naturhaushalt, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen aus dem LBP (BfG, 1997) planfestgestellt. Es handelte sich um die Maßnahmengebiete

- Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch,
- Hetlingen-Giesensand,
- Spülfeld Pagensand,
- Belumer Außendeich und
- Stör-Mündungsbereich.

In den Gebieten Belumer Außendeich und Stör-Mündungsbereich konnten nicht alle vorgesehenen Kompensationsflächen auf freiwilliger Basis erworben werden, sodass sich der Beschluss mit entsprechenden Auflagen nur auf die erworbenen Teilflächen bezieht. Aufgrund dieser Tatsache wurden die TdV aufgefordert, in den ursprünglichen Maßnahmengebieten Belumer Außendeich und Störmündungsbereich weiteren Grunderwerb zu tätigen. Ist ein Grunderwerb in den genannten Bereichen nicht möglich, sollten in den von den Ländern genannten Suchräumen entsprechende Maßnahmen zur vollständigen Kompensation durchgeführt werden. So kamen weitere Maßnahmengebiete hinzu. Die zusätzlichen Gebiete

- Hullen,
- Allwördener Außendeich,
- Stör-Hodorf, Haseldorf / Wedeler Marsch und
- Vaaler Moor

werden in einem Ergänzungs-LBP (BfG, 2000) detailliert beschrieben. Für die niedersächsischen Maßnahmengebiete Hullen und Allwördener Außendeich erfolgte der ergänzende PF-Beschluss am 24.08.2005 und für die schleswig-holsteinischen Gebiete Stör-Hodorf, Haseldorf / Wedeler Marsch und Vaaler Moor am 31.07.2006.

V.1 Kompensationsmaßnahmen

Auf der niedersächsischen Seite wurden 664,54 ha und auf der schleswig-holsteinischen Seite 719,32 ha für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erworben. Insgesamt also 1.383,86 ha, zzgl. 68 ha, die der der aquatischen Maßnahme (Baggerung) Hahnöfer Nebelbe / Mühlenberger Loch zugeordnet wurde.

Der Stand der Umsetzung der Einzelmaßnahmen ist in Tabelle V.1-1 angegeben. Die Lage der Kompensationsflächen ist der Abbildung V.1-1 zu entnehmen.

Tab. V.1-1: Übersicht zum Stand der Kompensationsmaßnahmen

1. Grunderwerb 1998 bis Ende 2000				2. Maßnahmen gemäß LBP		
Land	Gebiete	PFB 1999	IST (ha)	Von 2000 bis 2005	2005 bis 2008	
				Extensivierung u. natürliche Sukzession; Jagdeinschrän-	LAP	Umsetzung des LAP
S-H	Hetlingen-Giesensand	168,10	157,59	100 %	100 %	100 %
S-H	Spülfeld Pagensand	27,50	30,50	100 %	entfällt	entfällt
S-H	Stör - Mündungsbereich	314,00	55,20	100 %	70 %	0 %
S-H	Haseldorfer / Wedeler Marsch	---	221,15	100 %	100 %	100 %
S-H	Stör - Mittelabschnitt	---	11,51	100 %	70 %	0 %

1. Grunderwerb 1998 bis Ende 2000				2. Maßnahmen gemäß LBP		
				Von 2000 bis 2005	2005 bis 2008	
Land	Gebiete	PFB 1999	IST (ha)	Extensivierung u. natürliche Sukzession; Jagdeinschrän-	LAP	Umsetzung des LAP
S-H	Vaaler Moor	---	243,37	100 %	100 %	100 %
Summe S-H		509,60	719,32			
Nds	Belumer Außendeich	650,00	184,20	100 %	100 %	100 %
Nds	Hullen + Hörner Außendeich	---	276,04	100 %	100 %	100 %
Nds	Allwörderer Außendeich	---	204,30	100 %	100 %	100 %
Summe Nds		650,00	664,54			
Gesamtfläche Umsetzung (%) ohne Flächenbezug:		1.159,60	1.383,86	100 %	92,5 %	75 %
Nds. + HH	Aquatiscche Maßnahme	68,00	68,00	Rinnenbaggerung ist in 2003 erfolgt	entfällt	entfällt
	Hahnöfer NE + ML *					
Gesamt		1.227,60	1.451,86			

Stand 07/2011

* = Hahnöfer Nebelbe und Mühlenberger Loch

Die Umstellung der Kompensationsflächen auf natürliche Sukzession bzw. auf extensive Weidewirtschaft gemäß LBP ist seit Ende 2004 erreicht. Die Aufstellung der LAP im Monitoring ist zu 92,5 % erfolgt. Die sich hieraus ergebenden Landschaftspflegemaßnahmen (Erd- und Landschaftsbau) konnten bis Ende Juli 2008 durchgeführt werden.

Für 2012 / 2013 wird erwartet, dass auch die zwei restlichen Landschaftspflegemaßnahmen an der Stör erfolgreich nach LBP und LAP abgeschlossen werden können. Weil die zwei Maßnahmenggebiete zu den ausgewiesenen Hochwasserschutzgebieten der Stör gehören, bestand bislang eine Stauraumrestriktion in Bezug auf die nach LBP und LAP-Entwurf geplanten Boden-veränderungen, die der naturschutzfachlichen Verbesserung des Wasserhaushaltsregimes (Vernässungsmaßnahmen) dienen. Bisherige Alternative war ein Abtransport von Überschussboden über den Hauptdeich und durch Dorflagen zu einer geeigneten Deponiestelle. Derartige Maßnahmen mit Schwerlastverkehr führen zu Beeinträchtigungen aus Sicht der Deichunterhaltung und der betroffenen Kommunen sowie zu einem komplizierten ordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahren mit wager Erfolgsaussicht.

Sollte mit restlichen Planungsarbeiten bzw. mit der Umsetzung bis Oktober 2012 nicht begonnen werden können, so wird der TdV die Planfeststellungsbehörde anschließend über die Undurchführbarkeit der Kompensationsmaßnahmen unterrichten.

Die Flächenverwaltung in S-H erfolgt durch den TdV. Geplant ist, das Grundeigentum mit dem Kompensationsflächenmanagement ab 2013 einem geeigneten Dritten zu übertragen. Die naturschutzfachliche Überwachung und Pflege nach LBP und LAP soll dabei bis 2024 (25 Jahre seit Planfeststellungsbeschluss) gewährleistet bleiben. Die parallele Grundsatzverpflichtung des TdV aus den Anordnungen des PF-Beschusses endet 2024.

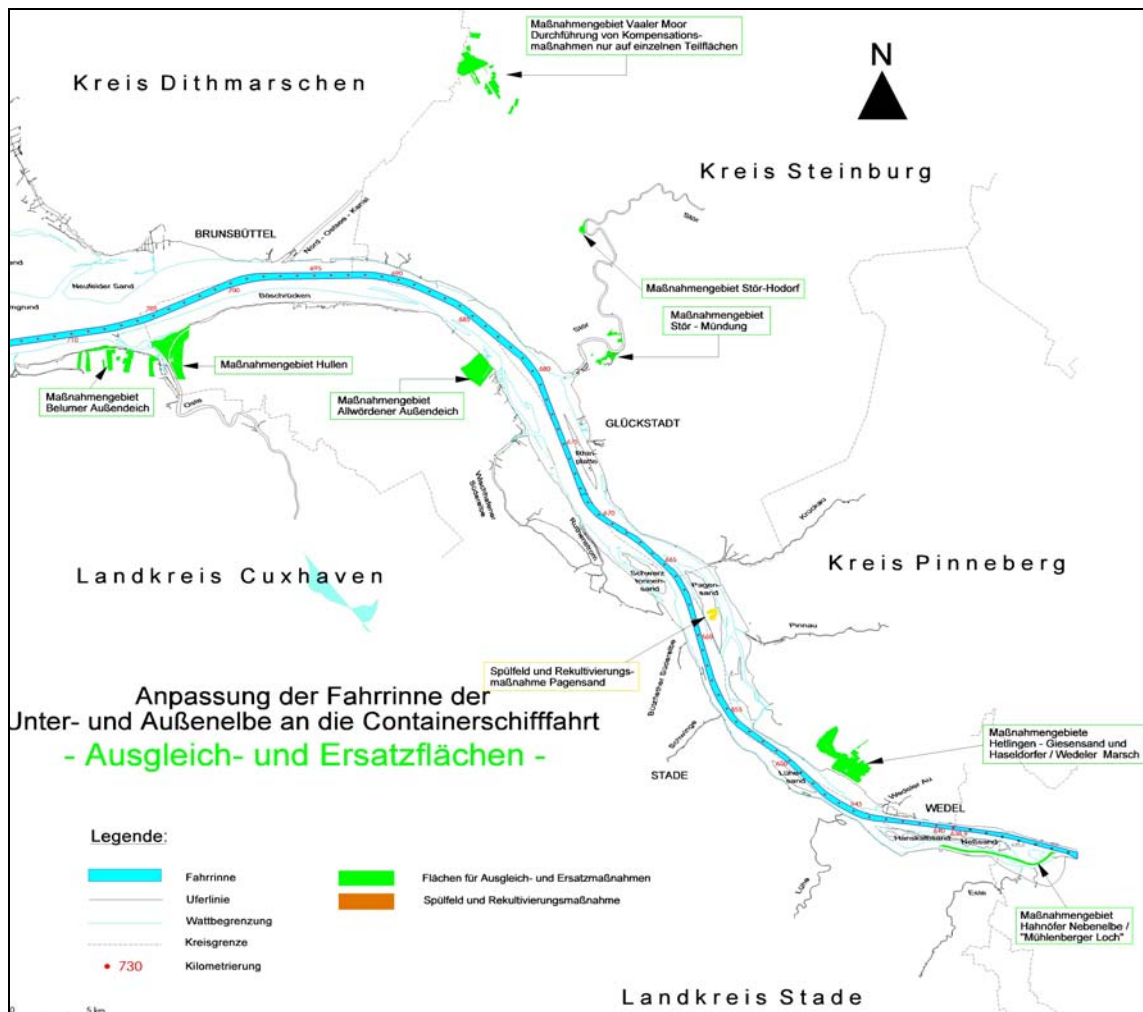
In Nds musste der TdV im April 2001 die Kompensationsflächen an die Bundesvermögensverwaltung (heute BImA) übertragen. 2005 erfolgte die Gründung der BImA (Bundesanstalt für Immobilienaufgaben). 2006 wurden die Kompensationsflächen in das Nationale Naturerbe (NNE) aufgenommen. 2007 wurde die DBU-Naturerbe GmbH als gemeinnützige Tochter der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) gegründet. Ende 2008 schließt die DBU-Naturerbe GmbH einen Dienstleistungsvertrag über fünf Jahre mit der Sparte Bundesforst der BImA ab. 2009 erfolgte die Eigentumsübertragung von der BImA an die DBU-Naturerbe GmbH. Die Bundesforst übernahm damit in den niedersächsischen Kompensationsgebieten für die DBU-Naturerbe GmbH die Aufsicht über die Grünlandbewirtschaftung (nicht Kompensationsflächenmanagement).

Unter <http://www.portal-tideelbe.de> sind im Internet der LBP, die LBP-Ergänzung, die LAPs für die Maßnahmegebiete, das Untersuchungskonzept für Erfolgskontrollen von Kompensationsmaßnahmen sowie die Gutachterberichte zur Erfolgskontrolle downlo- adfähig dokumentiert und nachzulesen.

Die Einstellung des Grünlandtagebuches für S-H und Nds ist zu Ende Oktober 2012 vorgesehen. Das Schachblumenmonitoring in Hetlingen-Giesensand wird von der BfG noch bis 2014 fortgeführt. Das hydrologische Monitoring im Vaaler Moor wurde um ein Jahr verlängert und in 2010 beendet. Ortsnahe Grundwassermessstellen wurden dem Wasser- und Bodenverband und der Gemeinde Vaalermoor zur weiteren Nutzung überlassen.

Eine Übersicht über die Maßnahmegebiete im terrestrischen Bereich ist auf der DVD- 1 in den Ergebnispräsentationen vorhanden. Darüber hinaus enthält der Statusbericht (A_E_Statusbericht.pdf) zu Ausgleich und Ersatz von 2008, auf der DVD-1 im Ordner \materialien\LBP_und_Erfolgskontrollen\ , weitergehende Informationen. Die beabsich- tigte Fortführung des Statusberichtes 2008 zu Ausgleich und Ersatz wird sich aus ver- schiedenen Gründen verzögern. Die zusätzlichen und letzten Ergebnisse aus den nieder- sächsischen Kompensationsgebieten werden erst im Herbst 2012 erwartet und dann in dem Abschlussbericht für 2013 aufgenommen werden. So lagen die Ergebnisse der letzten Erfolgskontrollen aus S-H erst Ende 2009 vor und zu den Kompensationsmaßnahmen an der Stör stellte sich in den letzten Jahren kein neuer Sachstand ein.

Abb. V.1-1: Kompensationsgebiete zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt



V.2 Erfolgskontrollen

Gemäß den Anordnungen des PF-Beschlusses (II.3.2.4) sind Erfolgskontrollen in den Maßnahmengebieten hinsichtlich der im LBP genannten Zielsetzungen durchzuführen, ohne jedoch die Untersuchungsparameter weiter zu spezifizieren und ohne konkrete Vorgabe eines Zeitpunktes, ab wann mit den Untersuchungen zu beginnen ist. Im November 2004 wurde von der BfG die Endversion des Konzeptes für Erfolgskontrollen erarbeitet. Es enthält vegetationskundliche und avifaunistische Untersuchungen. Das Untersuchungskonzept wurde mit den Einvernehmensbehörden der Länder beraten und im Oktober 2004 einvernehmlich zur Umsetzung beschlossen. Es folgte die Ausschreibung und Vergabe der Erfolgskontrollen an Gutachterbüros. Die Beauftragung im März 2005 mit zwei vegetationskundlichen und drei avifaunistischen Untersuchungsjahren mit jeweils abschließenden Gesamtberichten endete im 3. Quartal 2009.

Aufgrund der vorgenommenen, sichtbaren Veränderungen des Wasserhaushaltes auf den niedersächsischen Deichvorländern zugunsten des Naturschutzes, lässt der TdV in 2012 auf diesen Flächen noch eine zusätzliche vegetationskundliche und avifaunistische Untersuchung und Kartierung durchführen. Analog zum Statusbericht von 2008, wird dann ein Abschlussbericht zu den Erfolgskontrollen im 1. Halbjahr 2013 vom TdV in Zusammenarbeit mit der BfG erstellt werden.

V.2.1 Aquatische Ausgleichsmaßnahme

Ziel der aquatischen Kompensationsmaßnahme Hahnöfer NE / Mühlenberger Loch war eine dauerhafte Sicherung einer Flachwasserzone. Die bisherigen Erfolgskontrollen zeigen eine zunehmende Verlandung des Maßnahmengebietes Mühlenberger Loch. Die Verlandungen der Ausgleichsrinne im Mühlenberger Loch können auf viele Einzelheiten zurückgeführt werden. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die Differenz der hydraulischen Leistungsfähigkeit zwischen Hauptelbe und NE problematisch ist, denn die Hahnöfer NE weist einen deutlich längeren Fließweg auf, als die Hauptelbe. Dabei wird die Wasserspiegellagedifferenz der NE bei Flut durch die Hauptelbe von Oberstrom ausgeglichen. Die Befüllung des Systems Hahnöfer NE / Mühlenberger Loch erfolgt zum einen durch die westliche Mündung der Hahnöfer NE. Zum anderen wird sie durch den einlaufenden Flutstrom im Este-Fahrwasser befüllt. Außerdem findet ein Einlaufen des Flutstroms durch die östliche Mündung der Ausgleichsrinne in die Elbe statt, hierbei entstehen die Problembereiche, in denen die oben genannten Verlandungen auftreten, da es hier zur Minderung der Strömungsgeschwindigkeiten kommt. Weiterhin wird die Ausgleichsrinne im Mühlenberger Loch zum Teil quer überströmt, sobald der Wasserstand ein Niveau über den Wattflächen erreicht hat.

Die Strömungsgeschwindigkeiten in der Ausgleichsrinne reichen nicht aus um eine stabile Ausgleichsrinne zu erhalten, sowie die durch die verschiedenen Einflüsse auftretenden Verlandungen des Mühlenberger Loches zu kompensieren.

Die Nichterreichung des Kompensationszieles wurde gem. Ziffer 2.3, Satz 6 der Anordnung II den beiden Planfeststellungsbehörden mit Schreiben vom 07.09.2006 gemeldet. Darin heißt es:

„Kompensationsgebiet Hahnöfer Nebanelbe/Mühlenberger Loch

Die Erfolgskontrolle hat ergeben, dass die beabsichtigten Kompensations- und Entwicklungsziele im Kompensationsgebiet Hahnöfer Nebanelbe/Mühlenberger Loch, die in der Schaffung und Sicherung von Flachwassergebieten liegen, nicht mehr gegeben sind (s. beigefügten Auszug aus dem Beweissicherungsbericht 2005).

Eine einmalige Vertiefung mit erforderlicher anschließender Unterhaltung der Rinne wäre eine Beeinträchtigung, die die Kompensations- und Entwicklungsziele gemäß LBP nicht rechtfertigen würde.

Gemäß Planfeststellungsbeschluss vom 22.02.1999 ist gemäß Ziffer 2.3 (Satz 6) der Anordnungen (II) die Planfeststellungsbehörde unverzüglich zu unterrichten, wenn die Erfolgskontrolle ergibt, dass die unterhaltungsbedingten Beeinträchtigungen die Kompensations- und Entwicklungsziele gemäß LBP nicht rechtfertigen, was hiermit geschieht.“

Nach den Ergebnissen der BS konnte das ursprüngliche Kompensationsziel für die Kompensationsmaßnahme „Ausgleichsrinne Hahnöfer NE / Mühlenberger Loch“ nicht erreicht werden. Dies wurde den PFB sowohl von den TdV als auch von der Einvernehmensbehörde Niedersachsens mitgeteilt. Unabhängig von der bislang fehlenden Entscheidung der PFB zur weiteren Vorgehensweise finden Fachgespräche zwischen den TdV und den Einvernehmensbehörden zur Modifikation der aquatischen Ausgleichsmaßnahme statt.

V.2.1.1 Chronologie der Untersuchungen zur Kompensationsmaßnahme Ausgleichsrinne Hahnöfer NE / Mühlenberger Loch

Die Hahnöfer Nebenelbe ist seit den siebziger Jahren im östlichen Teil ebenso wie das gesamte Mühlenberger Loch sehr stark von Verlandungen betroffen. Um einen besseren Durchfluss der Hahnöfer Nebenelbe zu gewährleisten, wurde gemäß Planfeststellungsbeschluss vom 22.02.1999 als Kompensationsmaßnahme eine ca. 7 Kilometer lange Ausgleichsrinne vom Hafen Hahnöfersand bis westlich des damaligen Neßleiddammes hergestellt. Die Rinne hatte eine durchschnittliche Breite von 125 m und eine Solltiefe von 2,30m unter KN. Zur Herstellung der Rinne wurden 1,3 Mio. m³ Sediment gebaggert. Mit der Maßnahme sollte eine Minimierung der Verlandung und eine Stabilisierung der Flachwasserzonen (0-2 m unter KN) in Teilbereichen der östlichen Hahnöfer Nebenelbe und im Mühlenberger Loch erreicht, gesichert und entwickelt werden. Die Baumaßnahme der Rinnebaggerung wurde im Juni 2003 abgeschlossen. Im Rahmen der Erfolgskontrollen wurde 2006 festgestellt, dass das Kompensationsziel nicht erreicht werden würde. Die Nichterreichung wurde den beiden Planfeststellungsbehörden mitgeteilt (siehe Abschnitt V.2.1). Der sich daran anschließende Diskussionsprozess hat bis dato das Ziel, durch geänderte und modifizierte Streckenführungen der Rinne, bzw durch alternative Lösungen das Kompensationsziel zu erreichen. In Tabelle V.2.1.1-1 werden die Inhalte dieses Prozesses beschrieben.

Tab. V.2.1.1-1: Chronologie des Abstimmungsprozesses zur Kompensationsmaßnahme „Ausgleichsrinne Hahnöfer Nebenelbe / Mühlenberger Loch“

Datum	Inhalt
Juni 2007	Vor dem Hintergrund der Meldung an die PFB und den im BS-Bericht 2005 veröffentlichten Ergebnissen der Erfolgskontrollen, wurde ein Untersuchungsprogramm zwischen den TdV zum weiteren Vorgehen abgestimmt.
08.10.2007	Präsentation der Ergebnisse aus der Voruntersuchung (sieben verschiedene Varianten) in Anwesenheit der Ländervertreter bei der HPA, BAW-DH Empfehlung: Ein-Rinnen-System für den Bereich Hahnöfer NE und Mühlenberger Loch; d.h. Zusammenlagen von Estefahrwasser und A+E Rinne. Die anschließenden Stellungnahmen der Länder schlossen diese Möglichkeit jedoch aus.
05.02.2008	Besprechung bei der HPA – weiteres Vorgehen? Trotz einer ungünstigen Bewertung durch die BAW schlossen die Länder eine Wiederherstellung der Rinne nicht aus. Ebenso wurde erbeten, die Variante Durchstich Neßsand/Hanskalbsand aus naturschutzfachlicher und wasserbaulicher Sicht genauer zu prüfen.
27.02.2008	BAW Vermerk: „Wirkung eines Durchstichs Neßsand“ (Wirkung nur in „ho-

Datum	Inhalt
	möopathischen Dosen“)
24.04.2008	<p>Gutachten von KIFL - Durchstich bringt keine wesentlichen Vorteile aus ökologischer Sicht und ist aus naturschutzfachlicher Sicht ein Eingriff, der auch wieder ausgeglichen werden müsste. Somit wird die Variante Durchstich wieder verworfen.</p>
01.04.2009	<p>Projektstart der Hauptuntersuchung bei der BAW-DH</p>
11.11.2009	<p>Präsentation der Ergebnisse in Anwesenheit der Ländervertreter bei der HPA; die wichtigsten Ergebnisse aus der Voruntersuchung, den Analysen und der Modelluntersuchung [BAW-DH, BerichtA39550210099]:</p> <p>Alle Varianten aus der Voruntersuchung zeigen maximal nur eine sehr geringe positive Wirkung bezüglich der Strömungssituation in der A+E Rinne. Dominant bleiben hohe Stauwasserdauern und damit eine Begünstigung der Sedimentation von suspendiertem Material in der Wassersäule, was langfristig ohne Unterhaltungsmaßnahmen zu einer fortgesetzten Verlandung des Gebiets führen wird. Drei der untersuchten Varianten bestanden aus Ein-Rinnen-Systemen im Gegensatz zu dem heute herrschenden Zwei-Rinnen-System aus Este-Fahrwasser und A+E-Rinne. In zwei dieser Varianten wird die Strömung in der A+E-Rinne ohne große Umlenkung geführt: diese Varianten können aus wasserbaulicher Sicht empfohlen werden, da die oben erwähnten Verlandungstendenzen verzögert werden.</p> <p>Die Analyse der gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten zeigt, dass vom Sept.2003 bis zum Okt.2005 die maximale Flutstromgeschwindigkeit in der östlichen A+E-Rinne um 10 cm/s oder etwa 12 % abgenommen hat. Die häufigsten Strömungsgeschwindigkeiten liegen im Intervall zwischen ± 25 cm/s. Die Ebbestromgeschwindigkeit bleibt innerhalb einer kleinen Schwankungsbreite unverändert, sowie auch die Strömungen in der restlichen Hahnöfer NE.</p> <p>Eine Analyse der Peildaten zeigt, dass die östliche A+E-Rinne zwei bis drei Jahre nach ihrer Fertigstellung um mehr als 2 m aufsedimentiert ist und damit bei annähernd Niedrigwasser kaum noch durchströmt werden kann.</p> <p>Aus der Modelluntersuchung lässt sich ableiten, dass das Grundmuster der Schwebstoffdynamik in der Hahnöfer NE und im Mühlenberger Loch unabhängig ist von der umgelagerten Menge bei Neßsand. Es wird durch die Umlagerung jedoch verstärkt und die Depositionsrate in der östlichen A+E-Rinne liegt um bis zu 3 % höher, wenn 3035 m³ Trockensubstanz pro Tide umgelagert wird (maximale realistische Umlagerung).</p> <p>Die geplante Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe bewirkt eine ca. 20 prozentige Reduktion der Depositionsrate in der A+E-Rinne. Dieses wurde für den Sollzustand der A+E-Rinne (Sollsohle bei -3,9mNN) in der Modelluntersuchung berechnet.</p> <p>Überschlägig und mit allen erwähnten Unsicherheiten und unter allen Annahmen kann aufgrund der Modelluntersuchung von einer Wiederverlandung der Rinne in ca. 2-3 Jahren nach einer erneuten Wiederherstellung ausgegangen werden. Singuläre Ereignisse wie beispielsweise Sturmfluten, Kantfluten oder hohe Oberwasserzuflüsse sind dabei in ihrer Wirkung nicht berücksichtigt worden.</p> <p>Der in der Modelluntersuchung errechnete residuelle advective Schwebstofftransport zeigt deutlich eine Konvergenzzone der Transporte in etwa entlang des nördlichen Este-Fahrwassers. Ein weiterer Transportweg zeigt in Richtung des Mühlenberger Loches unterhalb der DASA Erweiterung.</p>

Datum	Inhalt
	<p>Ohne Eingriffe wird der bestehende Sedimentationsprozess in der Hahnöfer NE mit dem Mühlenberger Loch zu einer langfristigen Verlandung des Mühlenberger Lochs führen. Dieses wird die heutige Durchströmbarkeit der Hahnöfer NE reduzieren und einen sich selbst verstärkenden Prozess der Rückbildung der NE initiieren. Ebenfalls wird dann für das Este-Fahrwasser eine intensivere Unterhaltung erforderlich werden.</p>
28.04.2010	<p>Präsentation von Fa. Bioconsult „Gewässerökologische Perspektiven von Kompensationsmaßnahmen im Mühlenberger Loch; Arbeitspaket 1 – Zwischenergebnisse“ bei der HPA</p>
25.08.2010	<p>Verteilung des Berichtes von Fa. BioConsult „Gewässerökologische Perspektiven von Kompensationsmaßnahmen im Mühlenberger Loch, Arbeitspaket 1: erfüllt die Ausgleichsrinne die Kompensationserfordernisse?“</p> <p>Die Aussagen zu den Kompensationszielen in den Antragsunterlagen, im PF-Beschluss und den –änderungen werden durch die Definition funktionaler ökologischer Kompensationsziele für durchströmte Flachwasserbereiche in limnischen NE und der für ihre Realisierung erforderlichen Randbedingungen konkretisiert, um die Erfüllung der Kompensationserfordernis umfassender beurteilen zu können. Die Realisierung der funktionalen Kompensationsziele in der Ausgleichsrinne wird dann anhand der für die Ausprägung der Funktionen wichtigen hydromorphologischen Randbedingungen überprüft. Auf der Grundlage einer Auswertung vorhandener Daten können folgende Aussagen abgeleitet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die funktionalen Kompensationsziele sind 2009 in der Ausgleichsrinne Abschnitt Hahnöfer NE vollumfänglich und im Abschnitt Mühlenberger Loch nur zu einem Teil erfüllt. - Die Größe der hergestellten Kompensationsfläche betrug 68 ha. Auf ca. 50 ha sind die funktionalen Kompensationsziele 2009 realisiert; auf ca. 18 ha sind die Kompensationsziele bereits seit mehreren Jahren nicht mehr realisiert. - Um die ökologischen Funktionen der Flachwasserzone im Bereich Mühlenberger Loch unter hydrologisch-morphologischen Gesichtspunkten langfristig und vollständig zu sichern, wäre eine Frequenz von Unterhaltungsbaggerungen von 3-4 Jahren erforderlich. Eine solche Frequenz verhindert allerdings eine vollumfängliche Realisierung der (potentiellen) Lebensraumfunktion v.a. für langlebige Arten (Großmuscheln) und schränkt weitere ökologische Funktionen des Gebietes zeitweise ein. Längere Baggerintervalle dagegen verhindern aufgrund der dann statt findenden Verkleinerung der Flachwasserzone die Realisierung anderer ökologischer Funktionen.
17.02.2011	<p>Präsentation von Arbeitspaket 2: Analyse und Bewertung der naturschutzfachlichen Bedeutung des Mühlenberger Lochs und seiner Teillebensräume durch Da. Bioconsult. Verabredung über einen Feldversuch „Wiederherstellung der Ausgleichsrinne“ mit begleitendem Fischmonitoring.</p>
11/ 2011 - 03/ 2012	<p>Durchführung der Baggerungen zum Feldversuch „Wiederherstellung der Ausgleichsrinne“.</p>

VI Chronologie der Bearbeitung der Beweissicherungsthemen

Gemäß Abschnitt II.3.1.2 des PFB haben mehrere Abstimmungen mit den Ländern stattgefunden, die u. a. in einigen Fällen zu Modifikationen der Messprogramme geführt haben. Eine Auflistung dieser Gespräche zeigt die nachfolgende Tabelle VI-1.

Tab. VI-1: Liste der Sitzungen im Rahmen der Bund-Länder-Zusammenarbeit an der Beweissicherung

Termin	Gesprächspartner	Themenbereich
09.02.1999	WSA Hamburg, Ländervertreter Nds, S-H und HH, BfG	Makrozoobenthos
17.02.1999	WSA Hamburg, Ländervertreter Nds und S-H	Terrestrische Vermessung
22.03.1999	WSA Hamburg, WSA Cuxhaven, Ländervertreter S-H	Terrestrische Vermessung
03.06.1999	WSA Hamburg, Strom- und Hafенbau Hamburg, Ländervertreter Nds, S-H und HH	Terrestrische Vermessung, Flora und Fauna terrestrisch
11.01.2000	WSA Hamburg, Vertreter der Ostefischereigenossenschaften	Aquatische Fauna (Fische)
21.02.2000	WSA HH, Strom- und Hafенbau Hamburg, WSD-Nord, Ländervertreter Nds, S-H und HH	Peilkonzept, Sockelstabilität
22.02.2000	WSA Hamburg, Ländervertreter Nds, S-H und HH, BfG, Fa. BioConsult	Makrozoobenthos
09.10.2001	WSA Hamburg, Strom- und Hafенbau Hamburg, Ländervertreter Nds und S-H, BfG, Dr. Kurz	Terrestrische Vermessung gefährdeter Biotope, Flora u. Fauna terrestrisch
25.02.2002	WSA HH, WSD-Nord, BfG, Ländervertreter Nds und S-H, Fa. HuuG, Fa. BioConsult	Makrozoobenthos
26.02.2002	WSA Hamburg, Strom- und Hafенbau Hamburg, Ländervertreter Nds, BfG	BS-Gebiet, Sockelstabilität, BS-Berichte, Schwellenwerte, Hydrologie, Schichtenuntersuchungen
12.12.2002	WSA Hamburg, WSD-Nord, BfG, Ländervertreter Nds und S-H, Fa. HuuG, Fa. BioConsult	Makrozoobenthos
03.06.2003 (Info-Termin)	WSA Hamburg, Strom- und Hafенbau Hamburg, Ländervertreter Niedersachsens und Schleswig-Holsteins, BfG	BS-Stand der Untersuchungen, Ergebnisse der hydrologischen und topografischen Erhebungen sowie erste Ergebnisse der Biotoptypenbefliegungen aus 2000 und 2002
10.12.2003	Einvernehmensbehörden HH, Nds, S-H und PFB	Vorträge zu Stand der BS Hydrologie (Niemeyer), Topografie, Ökologie und Übergabe des BS-Berichtes 2003
01.04.2004	WSA Hamburg, WSD-Nord, BfG, Ländervertreter Hamburg, Nds und S-H, Fa. HuuG, Fa. BioConsult	Makrozoobenthos
16.09.2004	Einvernehmensbehörden HH, Nds, S-H sowie als Vortragende die BfG	Erfolgskontrollen
20.12.2004	Einvernehmensbehörden HH, Nds, S-H und PFB sowie als Vortragende die BfG	Ergebnisse der vergleichenden Biotoptypenbefliegungen sowie der Transektuntersuchungen
03.06.2005	Einvernehmensbehörden Nds, S-H und die TdV	Fachgespräch über die Anwendung des NIEMEYER-Verfahrens
21.11.2005	Einvernehmensbehörden Nds, S-H und die TdV	Ergebnisse der ergänzend durchgeführten Transektuntersuchungen
17.02.2006	WSA Hamburg, WSD-Nord, BfG-Koblenz, Ländervertreter HH, Nds und S-H, Fa. HuuG, Fa. BioConsult, Projektgruppe Neuer Fahrrinnenausbau und die TdV	Makrozoobenthos
21.02.2006	Einvernehmensbehörden Nds, S-H, HH, Bundesamt für Schifffahrt und Hydrographie (BSH) und die TdV	Peilkonzept für die Außenelbe und die Häfen
05.02.2007	Einvernehmensbehörden HH, BfG, HPA	Biotoptypenbefliegung im Hamburger Staatsgebiet.
22.02.2007	Einvernehmensbehörden HH, Nds, S-H, TdV, Vertreter Kreisverwaltungen und UN aus S-H, Gutachter der BfG, Bundesforstverwaltung, Stiftung Naturschutz S-H	Erfolgskontrollen der Kompensationsmaßnahmen

Termin	Gesprächspartner	Themenbereich
14.05.2007	Einvernehmensbehörden Nds, S-H, HH, TdV, BfG, WSD-Nord	Messungen, Berichtsfassungen, Ausgleichsmaßnahme Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch
31.03.2010	Einvernehmensbehörden HH, Nds, S-H, TdV (BLAGBSEA)	Bericht 2007
17.11.2010	Einvernehmensbehörde Nds, WSD-Nord, TdV (WSA HH), PB	u.a. BS: Stand, Abschluss/ Überführung in neues Verfahren
20.12.2010	Einvernehmensbehörde Nds, WSD-Nord, TdV (WSA HH), PB	u.a. BS: Stand, Abschluss/ (Wunsch nach Bericht bis 2010 geäußert), Überführung in neues Verfahren
28.02.2011	Einvernehmensbehörde Nds, WSD-Nord, TdV (WSA HH), PB	u.a. BS: Bericht 2007: Ergänzung zur Socketstabilität, Verschlickung
12.04.2011	WSD-Nord, TdV (WSA HH), Einvernehmensbehörde Nds	Verschlickung: u.a. Diskussion BS-Ergebnisse in Nebenflüssen /-gewässern (einvernehmlich)
27.4.2011	TdV (WSA HH), Einvernehmensbehörde Nds	Abstimmung zur Fertigstellung des BS-Berichtes 2007 (Kurze Fassung)
02.05.2011	Einvernehmensbehörde Nds, WSD-Nord, TdV (WSA HH), PB	u.a. BS: Abstimmung zu Vorgehen Abschluss der BS
14.06.2011	Gespräch einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe mit Vertretern der WSD-Nord, dem WSA Hamburg und Vertretern der Länder HH, Nds und S-H.	Bericht 2007, Bericht 2011 als Abschlussbericht
22.06.2011	Einvernehmensbehörde Nds, WSD-Nord, TdV (WSA HH), PB	u.a. BS: Abstimmung zum Vorgehen beim Abschluss der BS

Die einzelnen Ergebnisse der Gespräche und die sich daraus ableitenden Modifikationen des Beweissicherungsprogramms sind in den nachfolgenden Kapiteln aufgeführt.

VI.1 Messprogramm

Das Messprogramm der Beweissicherungsuntersuchungen wurde in einigen Details in Abstimmung mit den Ländern modifiziert, bzw. die Messungen wurden einvernehmlich eingestellt. Die Informationen dazu gibt die Tabelle VI.1-1 wieder.

Tab. VI.1-1: Änderungen des Mess- und Untersuchungsprogramms in Abstimmung mit den Ländern

Themenbereich (PF-Beschluss-Abschnitt)	Termin	Wesentliche Ergebnisse und die sich daraus ableitende Modifikationen der Untersuchungen
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	09.02.1999	Keine Modifikationen
Terrestrische Vermessung (3.2.1.3a)	17.02.1999	In Bielenberg, Glückstadt Neuendeich und Hollerwettern werden verdichtete Profile aufgenommen. Im Eschschallen und zwischen Krückau und Pinnau wird auf die verdichtete Aufnahme verzichtet, stattdessen wird die Schilfkante vermessen. In der Lühekurve werden auf Nds. Seite die Profilabstände modifiziert, es wird eine detaillierte Vermessung der Vegetationsgrenze vereinbart. Im Bereich Ruthenstrom und um den Pegel Krausand wird verdichtet vermessen. Auf eine verdichtete Vermessung im Bereich Böschrücken wird verzichtet.
Terrestrische Vermessung (3.2.1.3a)	22.03.1999	Es werden zusätzliche Vermessungen des Parallelwerkes in Scheelenkuhlen (vor St. Margarethen) vorgenommen. Eine Verdichtung der Profile soll in Brunsbüttel erfolgen. Am Neufelderkoog wird auf eine Verdichtung verzichtet. Abbruchkanten werden 1 Jahr nach Bauende vermessen, danach alle 2 Jahre

Themenbereich (PF-Beschluss-Abschnitt)	Termin	Wesentliche Ergebnisse und die sich daraus ableitende Modifikationen der Untersuchungen
Terrestrische Vermessung (3.2.1.3) Flora u. Fauna terrestrisch (3.2.2.2)	03.06.1999	Es werden exemplarisch für die gefährdeten Biotope Transekte vermessen in Eschschallen, Heuckenlock, Ilmenaumündung und Overhaken zusammen mit einer Aufnahme der Biotope auf den Transekten. Die Sumpfsimsenstandorte werden an 4 Stellen in Kollmar vermessen.
Aquatische Fauna (Fische)	11.01.2000	Ergebnisse der Fischereigenossenschaft werden in den BS-Bericht aufgenommen
Peilkonzept, Sockelstabilität (3.2.1.3 Schwellenwerte und 3.2.1.3b)	21.02.2000	Der TdV stellt eine Untersuchung auf der Basis von monatlichen Peilvergleichen vor, die zeigt, dass die Untersuchungsmethodik und Schwellenwertvorgaben im PF-Beschluss für Aussagen zur Sockelstabilität nicht ausreichend sind; und legt ein Alternativkonzept vor, dass von den Vertretern Schleswig-Holsteins und Hamburgs akzeptiert, jedoch vom Vertreter Niedersachsens nicht akzeptiert wird. Aus diesem Grunde werden keine Modifikationen an den Untersuchungsmethoden und Untersuchungsgebieten vorgenommen.
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	22.02.2000	Die Messungen sollen jeweils im Frühjahr 2001, 2002, 2003 und 2004 vorgenommen werden. In der Außenelbe werden künftig keine separaten Stechproben mehr genommen
Flora u. Fauna terrestrisch (3.2.2.2)	09.10.2001	Die Auflagen im PF-Beschluss werden mit Hilfe der computergestützten Klassifizierung der Biotoptypen umgesetzt. Als Ist-Zustand für die gefährdeten Biotope wird die Aufnahme 2000 festgesetzt. Weitere Standorte des Schierlingswasserfenchels im Heuckenlock, im Bereich der Estemündung und in Overhaken werden vermessen.
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	25.02.2002	In die Kartendarstellungen sollen die Nationalparkgrenzen mit aufgenommen werden. Für die Beprobung der BAF Twielenfleth soll künftig ein neues Probenahmedesign verwendet werden unter Beibehaltung der jetzigen Probenanzahl.
BS-Berichte, BS-Gebiet, Sockelstabilität (3.2.1.3 Schwellenwerte und 3.2.1.3b)	26.02.2002	Die jährlichen BS-Berichte sollen lediglich den Stand der BS sowie die im PF-Beschluss festgelegten Auswertungen enthalten. Die Grenze des BS-Gebietes soll auch weiterhin dem des UVU-Gebietes entsprechen, auch bei Änderungen der Deichlinie (z. B. durch DASA, Zuschüttungen von Häfen etc.) Eine Modifikation der Untersuchungsmethodik zur Sockelstabilität - wie vom TdV vorgeschlagen - soll nicht erfolgen.
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	12.12.2002	Der Untersuchungsrahmen soll in der Fahrrinne der Außenelbe dahingehend für die Messkampagnen 2003 ff verändert werden, dass zwei der drei Messpunkte auf dem östlichsten Querschnitt als Referenzen an den Westrand des Gebietes verlegt werden.
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	01.04.2004	Auf der Ablagerungsfläche Twielenfleth sollen die Untersuchungen für die 1000 µ-Fraktion entfallen. In der Außenelbe wird auf die Untersuchungen außerhalb der Baggerstrecke verzichtet.
Biotoptypenuntersuchungen (3.2.2.2)	20.12.2004	Obwohl die Röhrichtrückgänge weit unterhalb der Schwellenwerte im PF-Beschluss liegen, wurden die vergleichenden Untersuchungen mittels Transektaufnahmen im 5. Jahr nach Ausbauebene erneut untersucht, um den sich abzeichnenden Trend zu stützen. Über das weitere Vorgehen wurde nach Vorlage der Ergebnisse in der BLAGBSEA entschieden dahingehend, dass die Untersuchungen eingestellt wurden. Die Untersuchungen im Hamburger Staatsgebiet (Befliegungen) erfolgten zusätzlich. Dabei handelt es sich um analoge Aufnahmen.

Themenbereich (PF-Beschluss-Abschnitt)	Termin	Wesentliche Ergebnisse und die sich daraus ableitende Modifikationen der Untersuchungen
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	17.02.2006	Die letzten Messungen wurden im Frühjahr 2004 durchgeführt und danach gem. Planfeststellungsbeschluss eingestellt.
Peilkonzept (3.2.1.3b und III.9.)	21.02.2006	Die TdV haben die Profilabstände in der Außenelbe den BSH-Messungen angepasst und in einigen Bereichen von 100 m auf 250 m erhöht. Die Einvernehmensbehörden stellen fest, dass die Vermessungen der Häfen nicht ihrem Einvernehmen unterliegen und zwischen den TdV, der PF-Behörde und den Betreibern geregelt werden müssen.
Strömungen (3.2.1.2)	14.05.2007	Die Stationen LZ2 und LZ5 versanden zusehends und müssen aufgegeben werden. Bei LZ4b besteht Kippgefahr des Messpfahls. Er muss daher versetzt werden. Da ein Vergleich mit den BS-Messungen an der Ursprungsposition nicht gegeben ist, müssen auch hier die Messungen aufgegeben werden.

VI.2 Auswertemethoden

Die Auswertemethoden der Beweissicherungsuntersuchungen wurden in einigen Details in Abstimmung mit den Ländern modifiziert. Die Änderungen gibt die Tabelle VI.2-1 wieder.

Tab. VI.2-1: Änderungen der Auswertemethoden in Abstimmung mit den Ländern

Themenbereich (Abschnitt im PF-Beschluss)	Termin	Änderungen der Auswertemethoden
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	22.02.2000	In der Außenelbe werden künftig keine separaten Stechproben mehr genommen und ausgewertet.
Flora u. Fauna terrestrisch (3.2.2.2)	09.10.2001	Die Auflagen im PF-Beschluss werden mit Hilfe der computergestützten Klassifizierung der Biotoptypen umgesetzt.
Makrozoobenthos (3.2.2.1a)	25.02.2002	Die Ergebnisse der Stationen innerhalb des Nationalparks sollen künftig mit denen außerhalb verglichen werden. Auf die Berechnung der Diversitätsunterschiede gem. Shannon-Wiener-Index wird verzichtet. Stattdessen sollen folgende statistische Auswertungen vorgenommen werden: Box-Whisker-Plots, Signifikanztests, Varianz- und Gradientenanalyse.
BS-Berichte, BS-Gebiet, Sockelstabilität (3.2.1.3 Schwellenwerte und 3.2.1.3b)	26.02.2002	Als Referenz für die Schichtenuntersuchungen soll künftig nicht die jeweilige Vormessung, sondern die UVU-Modelltopografie Z1 der BAW aus der UVU verwendet werden.
BS-Berichte, BS-Gebiet, Sockelstabilität (3.2.1.3 Schwellenwerte und 3.2.1.3b)	03.06.2005	Als Referenz für die Schichtenuntersuchungen soll künftig neben der UVU-Modelltopografie Z1 der BAW aus der UVU auch eine Topografie nach der Maßnahme verwendet werden. Dies soll die Topografie 2001, 1.Hj. sein.
Anwendung der NIEMEYER-Verfahren (3.2.1.1 und 3.2.1.3)	03.06.2005	Zunächst keine.
Sockelstabilität (3.2.1.3)	14.06.2011	Vorschlag des WSA HH wird positiv aufgenommen und soll von Nds geprüft werden
Sockelstabilität (3.2.1.3)	25.10.2011	Nds stimmt der vom TdV vorgeschlagenen Auswertemethodik zu (s. Anhang X.1)

VI.3 Aufgegebene und nicht begonnene Messungen

Einige der im PF-Beschluss angeordneten Messungen wurden nicht begonnen, bzw. mussten im Verlauf der BS-Untersuchungen eingestellt werden. Worum es sich dabei handelte, und welches die Ursachen waren, wird in der nachfolgenden Tabelle beschrieben.

Tab. VI.3-1: Aufgegebene und nicht begonnene Beweissicherungsmessungen (sortiert nach Termin)

Messparameter und Messort	Einstellungstermin, bzw. Messpause *)	Gründe für die Einstellungen der Messungen
Daten des Deutschen Wetterdienstes (DVD). Gesamt-BS-Gebiet	kM	Die Daten des DWD sollten nur im Bedarfsfall dokumentiert werden. Dieser trat jedoch nicht ein.
Wasserstand. Pegel Elmshorn	kM	Messort fällt bei Tnw trocken, so dass keine Messungen erfolgen können und auch der Thb nicht berechnet werden kann.
Wasserstand. Pegel Horneburg	kM	Daten bis 2008 sind fehlerhaft. Da ein Vergleich mit einem Ist-Zustand nicht möglich ist, wurden keine weiteren Auswertungen vorgenommen.
Wasserstand. Pegel Störsperrwerk BP	9/1994 – 11/1997	Daten liegen nur analog vor, und können daher nicht für Langfristauswertungen verwendet werden.
Wasserstand. Pegel Krückau BP	9/1994 – 11/1997	Daten liegen nur analog vor, und können daher nicht für Langfristauswertungen verwendet werden.
Wasserstand. Pegel Pinnau BP	9/1994 – 11/1997	Daten liegen nur analog vor, und können daher nicht für Langfristauswertungen verwendet werden.
Multiparametersonde (Strömung, Leitfähigkeit, Temperatur). LZ4b-Steinriff	08.11.2000	Gerätehalter (Pfahl) musste wegen starker Erosion aufgegeben werden
Dokumentation der Grundlagendaten Schiffsbewegungen. Querschnitte Cuxhaven, Brunsbüttel, Stadersand, Schulau	ab 2005	Dem TdV standen keine Daten mehr zur Verfügung
Multiparametersonde (Strömung, Leitfähigkeit, Temperatur). LZ2-Neufeld Reede West	04.09.2006	Messposition versandet
Multiparametersonde (Strömung, Leitfähigkeit, Temperatur). LZ5-Scharhörn	05.09.2006	Messposition versandet
Multiparametersonde (Strömung, Leitfähigkeit, Temperatur). LZ3-Altenbrucher Bogen	06.09.2006	Messposition musste wegen Bauarbeiten (Buhnenbau) am selben Ort aufgegeben werden
Wasserstand. Pegel Großer Vogelsand	09.09.2008	Die Messwerte wurden bis zum 31.12. 2009 mittels der Daten der Nachbarpegel berechnet.

Messparameter und Messort	Einstellungstermin, bzw. Messpause *)	Gründe für die Einstellungen der Messungen
Multiparametersonde (Strömung, Leitfähigkeit, Temperatur). LZ1-Krummendeich	25.08.2009	Messposition versandet
Querprofilmessungen (Strömung, Durchfluss). LZ1-Krummendeich und zu LZ1-zugehöriger Querschnitt	25.08.2009	Messposition versandet
Multiparametersonde (Strömung, Leitfähigkeit, Temperatur). LZ4-Spitzsand	25.08.2009	Messposition versandet
Wasserstand Pegel Brunsbüttel, Mole 4	05.05.2011	Bauarbeiten und Schleusenneubau
Strömung in Nienstedten / Teufelsbrück	bis 4/2004 ab 6/2008 ab 2009 lückenhaft	Geräteausfälle
Strömung in Bunthaus (Süderelbe)	2003 – 2004 2007	Eisgang und Geräteausfall Geräteausfall

*) Messungen, die gar nicht erst begonnen wurden, bzw. generell fehlerhaft sind, werden mit „kM“ bezeichnet.

VI.4 Berichtswesen

Aufgrund des Beschlusses der BLAGBSEA am 26.02.2002, dass künftig die jährlichen BS-Berichte lediglich den Stand der BS sowie die im PF-Beschluss festgelegten Auswertungen enthalten sollen, wurde ab 2003 die Struktur der BS-Berichte dahingehend geändert, dass nunmehr nicht mehr die Untersuchungsergebnisse den einzelnen Amtsbereichen der Ämter zugeordnet wurde, sondern in fachbezogenen Kapiteln für den gesamten BS-Bereich wiedergegeben wurde. Ausgenommen hiervon wurden die Betrachtungen zu den Nebenflüssen. Diese Struktur wurde in den künftigen Berichten bis zum Bericht 2005 beibehalten. 2005 entschied dann die BLAGBSEA, dass in 2006 nur eine Kurze Fassung und 2007 wieder eine Kurze und eine Langfassung erscheinen sollte. Im Rahmen einer Bund-Länder-Arbeitsgruppensitzung am 14.6.2011 wurde festgelegt, dass der vorliegende Bericht mit dem Titel „Bericht 2011“ als Abschlussbericht der Beweissicherung erscheinen soll. Als Vorlage sollte der Bericht 2007 dienen.

VII Inhalte der beiliegenden DVD-1 und DVD-2

Die Inhalte der beiliegenden DVDs sind in den Tabellen VII-1 und VII-2 aufgeführt. Hinweise zur Benutzung der DVD sowie die Systemvoraussetzungen sind in Kapitel VII.1 beschrieben.

Tab. VII-1: Inhalt der zum Beweissicherungsbericht gehörenden DVD-1

Verzeichnis	Unterverzeichnisse	Inhalt
DVD-1	Biotoptypen	diverse PDF-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Erfolgskontrollen	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Fotos	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Grundlagen	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Hydrologie	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Karten	eine PowerPoint-Präsentation (aufzurufen über PP-START.PDF)
	LBP-Maßnahmen	diverse PowerPoint- und PDF-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	LBP-Übersichten	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Neubaumaßnahmen	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Ökologie	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Profile-Elbe	eine PDF-Präsentation (aufzurufen über PP-START.PDF)

	Profile-Nebenflüsse	diverse PDF-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Schutzauflagen	eine PowerPoint-Präsentation (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Sperwerke	eine PowerPoint-Präsentation (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Topografie und Hydrografie 1	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
	Topografie und Hydrografie 2	diverse PowerPoint-Präsentationen (aufzurufen über PP-START.PDF)
DVD-Bericht	keine	BS-Textband 2011 (Stand 1/2012, vers. 4.0)
DVD-Materialien	Automatische Biotoptypenerkennung	Dateien der Biotoptypenbefliegungen (Berichtsbände)
	Hydrologische Daten	derzeit ohne Inhalt
	Laserscanningbefliegung Außenelbewatt	Befliegungsergebnisse (Berichtsbände und HTML-Präsentationen)
	LBP_ und Erfolgskontrollen	Pläne und Berichte
	Makrozoobenthosuntersuchungen	Berichte und übergreifende Broschüre
	Partialtidenverfahren	Bericht und Vortrag
	Peildaten	Daten
	Schwebstoffuntersuchungen	Berichte und Daten
	Unveroeffentlichte Gutachten u Berichte	Diverse Gutachten und „graue Literatur“
	Wellenmessungen	Bericht und Daten
PPVIEW		MS-PowerPoint-Viewer

Tab. VII-2: Inhalt der zum Beweissicherungsbericht gehörenden DVD-2

Verzeichnis	Inhalt
Baggerdaten	Daten
Bilddatenbank	Beweisfotos, die vom gleichen Standort zweimal pro Jahr erhoben wurden. (Datenbank, aufzurufen über Menüoberfläche)
Baumassnahmen	Datenbank (aufzurufen über Menüoberfläche)
Hafendatenbank	Datenbank (aufzurufen über Menüoberfläche)
Roericht_Datenbank	Datenbank (aufzurufen über Menüoberfläche)
Schiffsdatenbank	Daten
Sedimentkataster	Datenbank (aufzurufen über Menüoberfläche)
DVD-1A \ Terrestrische Vermessung	Dateien der terrestrischen Vermessung (aufzurufen über Menüoberfläche)

VII.1 Hinweise zur Nutzung der DVD

Systemvoraussetzungen (benötigte Soft- und Hardware)

- Standard PC (möglichst mit einer Bildschirmauflösung 1028 x 768)
- Betriebssystem Windows 2000, ME, NT, XP oder 7
- Zum Betrachten benötigen Sie das Programm AdobeReader ab Version 7.0. Sollten Sie das Programm nicht besitzen, können Sie es von der DVD aus installieren. Installationshinweise für den AdobeReader entnehmen Sie bitte der Datei „liesmich.txt“ auf der DVD.
- Zum Betrachten der Datenbanken benötigen Sie das Programm „MS-ACCESS“ in der Version 2000 oder höher.

Starten der DVD

Start der DVD mit Unterstützung von „autorun“:

- DVD einlegen
- Nach dem Start der DVD warten bis das Auswahlmenü erscheint.
- Nach dem Erscheinen des Auswahlmenüs auf die gewünschten Themen klicken

Start der DVD ohne Unterstützung von „autorun“:

- DVD einlegen
- Über das Ikon „Arbeitsplatz“ in das Verzeichnis der DVD wechseln
- Das Programm „CDAUTORUN_BS05.EXE“ starten

- Nach dem Start der DVD warten bis das Auswahlmenü erscheint.
- Nach dem Start des Auswahlmenüs auf die gewünschten Themen klicken

VIII Literatur

BIOCONSULT (1999): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe - Ergebnisse Frühjahr 1999, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2002a): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe (Klappstelle, Fahrinne und Transekt Außenelbe) - Ergebnisse Frühjahr 2001 und Vergleich 1999/2001, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2002b): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe (Fahrinne Unterelbe) - Ergebnisse Frühjahr 2001 und Vergleich 1999/2001, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2002c): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe (Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth) - Ergebnisse Frühjahr 2001 und Vergleich 1998 - 1999, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2003a): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe (Klappstelle, Fahrinne und Transekt Außenelbe) - Ergebnisse Frühjahr 2002 und Vergleich 1999 - 2002, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2003b): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe (Fahrinne Unterelbe) - Ergebnisse Frühjahr 2002 und Vergleich 1999 - 2002, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2003c): Makrozoobenthos in der Außen- und Unterelbe (Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth) - Ergebnisse Frühjahr 2002 und Vergleich 1998/1999, 2001 und 2002, Bremen; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2005a): Beweissicherung Außenelbe, Abschlussbericht 2004, Jahresergebnisse 2004 und interannueller Vergleich 1999-2004; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2005b): Beweissicherung Fahrinnenanpassung Fahrinne Unterelbe (km 647 – km 653) Abschlussbericht: Jahresergebnisse 2004 und interannueller Vergleich 1999-2004; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BIOCONSULT (2005c): Beweissicherung Fahrinnenanpassung 2004, (Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth, Unterelbe.) Abschlussbericht: Jahresergebnisse 2004 und interannueller Vergleich 1999-2004; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BFG (2000a): Statistische Analyse zur Ermittlung der Anzahl notwendiger Parallelproben, BfG-Bericht 1227, Koblenz; Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

BFG (2000b): Computergestützte Klassifizierung von Biotoptypen auf Grundlage digitaler hochauflösender multispektraler Scannerdaten (HRSC-A), Abschlussbericht, BfG - 1231

BFG (2004): Fahrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe - Erfolgskontrollen von Kompensationsmaßnahmen – (Untersuchungskonzept, Stand 04.11.2004)

BFG (2004) in Vorb. Erfolgskontrollen: Analyse der aktuellen räumlichen Veränderungen ufernaher Röhrichte und Uferstauden unter besonderer Berücksichtigung ihrer historischen Entwicklung (der letzten 30 bis 50 Jahre), BfG-Bericht 1441, Koblenz; Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg (unveröffentlicht)

BFG (in Vorb.): Erfolgskontrollen zu Kompensationsmaßnahmen an der Unterelbe. Monitoring der Bestandsentwicklung der Gewöhnlichen Schachblume (*Fritillaria meleagris* L.) in Marschgrünland bei Hetlingen, Landkreis Pinneberg. Erster Jahresbericht 2004

BAW DH (2006): Analyse der Wasserstände der Tideelbe, unveröffentlichter Bericht mit Beschreibung des PT-Verfahrens, Hamburg, 17 S..

GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT (1998): Schwebstoffmessungen im Kühlwassereinlauf des KKW Stade während Sedimentumlagerungen in der Elbe auf der Klappstelle Twielenfleth (Auftr.-Nr. N388), Geesthacht; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

GKSS-FORSCHUNGSZENTRUM GEESTHACHT (2000): Untersuchungen zur Schwebstoffausbreitung und Sauerstoffzehrung während der Baggerung und Verklappung im Rahmen der Ausbaubaggerungen zur Fahrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt (Auftr.-Nr. 1KG01F01), Geesthacht; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

HANSEN, R. - D. (2003): Besonderheiten von Langzeitströmungsmessungen und Einzeltidenmessungen; Gewässerkundlicher Bericht Nr. 2/2003 des WSA Cuxhaven.

KRIEG, H. - J. (1999): Hydrobiologische Bestandsaufnahme zum IST-Zustand der wirbellosen Bodenfauna auf der Baggergutablagerungsfläche Twielenfleth und zwei benachbarten Referenztransekten, Tangstedt; unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des Wasser- und Schifffahrtsamtes Hamburg.

- KURZ, H.; LINDNER-EFFLAND, M. (2002):** Recherche und Bewertung aktueller und historischer Daten zur Röhrichtausdehnung an der Unter- und Außenelbe (im Auftrag der BfG)
- KURZ, H.; LUTZ, K. (1999):** Anpassung der Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Bestandsaufnahmen der terrestrischen Lebensgemeinschaften für die Überarbeitung des LBP. Teil 1: Maßnahmenggebiete Kehdingen Ost/West/Mitte, Hullen, Haseldorfer/Wedeler Marsch. Teil 2: Maßnahmenggebiet Vaaler Moor. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag des WSA Hamburgs.
- KURZ, H. (2000):** Anpassung der Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Planerische Bearbeitung für das Maßnahmenggebiet Vaaler Moor. Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der BfG.
- KURZ, H. (2002):** Zwischenbericht Schierlingswasserfenchel (Kurzfassung) für 2001
- NIEMEYER, H.D. (1995):** Ermittlung der Änderungen mittlerer Tidescheitel und -hübe in der Tideelbe infolge des Ausbaus von Unter- und Außenelbe auf KN -13,5. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 1995
- NIEMEYER, H.D. (1997):** Überprüfung der Bestickhöhen von Deichstrecken an der Unterems. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 1997. (Auszüge!)
- PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT NORD (PÖUN) (1997):** Umweltverträglichkeitsstudie zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt, Teil 1: Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVS). Untersuchung im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg und der Freien und Hansestadt Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Amt Strom- und Hafenbau, Hamburg. (Einschließlich Materialbände I bis XV)
- PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT NORD (PÖUN) (1997A):** Umweltverträglichkeitsstudie zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt, Ergänzungsband zur UVS. - Hamburg
- STROTMANN, T. (2004):** Entwicklung der Wasserstände in der Unter- und Außenelbe, in: Ergebnisse der Beweissicherung - Tagungsband zum Beweissicherungs-Kolloquium am 21.09.2004, Hamburg
- SUNDERMEIER, A. (2004):** Vegetationsveränderungen zwischen 1999 und 2002 entlang von vier Transekten im tidebeeinflussten Vorland der Unterelbe, BfG (unveröffentlicht)
- WSD – PFB (1999):** Planfeststellungsbeschluss für die Anpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Kiel
- WSA Hamburg; HPA (2001):** 1. Bericht zur Beweissicherung. 6CD. Hamburg
- WSA Hamburg; HPA (2002):** 2. Bericht zur Beweissicherung, vers.3.0. 6CD. –Text- und Anlagenband. Hamburg
- WSA Hamburg; HPA (2004):** Bericht zur Beweissicherung 2003, vers. 4.0. 6CD. –Text- und Anlagenband. Hamburg
- WSA Hamburg; HPA (2005):** Bericht zur Beweissicherung 2004, vers. 3.0. 6CD. –Text- und Anlagenband. Hamburg
- WSA Hamburg; HPA (2007):** Bericht zur Beweissicherung 2005, ver. 4.0. 2 DVD. –Text- und Anlagenband. Hamburg
- WSA Hamburg; HPA (2007):** Bericht zur Beweissicherung 2006, vers. 4.0. 2 DVD. – Kurze Fassung. Hamburg
- WSA Hamburg; HPA (2007):** Bericht zur Beweissicherung 2007, 2 DVD. Hamburg

IX Ausblick

Mit Zustimmung der Einvernehmensbehörden der Länder S-H, HH und Nds, wird der vorliegende Bericht der Planfeststellungsbehörde vorgelegt und im Internet auf den Seiten des ZDM veröffentlicht. Damit ist die BS, welche im PF-Beschluss vom 22.02.1999 angeordnet wurde (s. PF-Beschluss II.3) abgeschlossen. Die nach dem Beschluss noch bis 2015 durchzuführenden Messungen werden im Rahmen der Gewässerunterhaltung der TdV weitergeführt. Zur Beurteilung von Wirkungen der letzten Fahrrinnenanpassung ist dies nicht mehr notwendig.

Mit Vorlage des Abschlussberichtes 2011 wird die Dokumentation der Erfolgskontrollen im Rahmen der BS eingestellt. Da jedoch die Durchführung der noch ausstehenden Erfolgskontrollen an der Stör nicht endgültig abgeschlossen ist, wird diese im Rahmen einer eigenständigen Dokumentation, die auf den bisherigen Erkenntnissen aufbaut, fortgeführt. Die Umsetzung der Maßnahmen ist durch den Abschluss der BS nicht beeinträchtigt.



[Bericht_Abschluss_endfassung_20120215_NEU_b.doc](#)