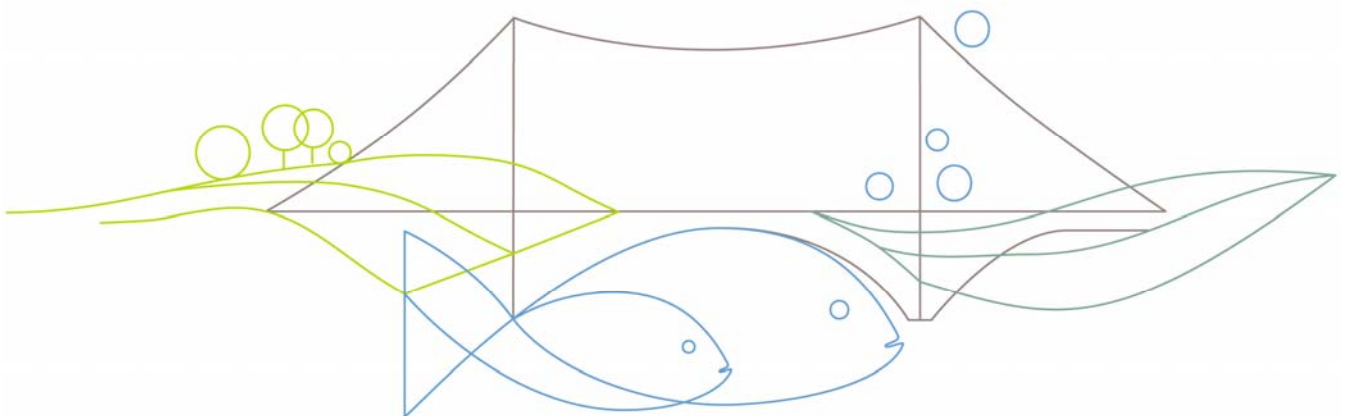


**Untersuchungen zur Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im Rahmen der
Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung der
Unter- und Außenelbe im Bereich der
Delegationsstrecke**



Bundesanstalt für Gewässerkunde

Untersuchungen zur Entwicklung verschiedener Vegetationseinheiten im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe im Bereich der Delegationsstrecke

Dezember 2008

Auftraggeber : Hamburg Port Authority
BfG-SAP-Nr. : M39630304008
Seitenzahl : 35
Bearbeiter : Dipl.-Geogr. Uwe Schröder

Koblenz, 02.12.2008

BfG-1627

Vervielfältigungen oder Veröffentlichungen des Gutachtens – auch auszugsweise – bedürfen der schriftlichen Genehmigung der Bundesanstalt für Gewässerkunde

Inhaltsverzeichnis

		Bundesanstalt für Gewässerkunde
1	EINLEITUNG	1 Beweissicherung Unter- und Außenelbe
2	VERANLASSUNG UND ARBEITSAUFTRAG	2 Untersuchungen zur Entwicklung verschiedener Vegetationseinheiten im Rahmen der Beweissicherung
3	GRUNDLEGENDES ZUM THEMA (TIDE-)RÖHRICHTE	4 zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe im Bereich der Delegationsstrecke
4	BEREITS DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN	6 Datum 02.12.2008
4.1	UNTERSUCHUNGEN DER BEWEISSICHERUNG ZUR RÖHRICHTENTWICKLUNG	Seite I 6
4.2	ZUSÄTZLICHE UNTERSUCHUNGEN DER BEWEISSICHERUNG (HISTORISCHE RÖHRICHTENTWICKLUNG)	7
4.3	WEITERE UNTERSUCHUNGEN ZUM TIDERÖHRICHT	8
4.4	HISTORISCH-HYDROLOGISCHE AUSWERTUNG VON HPA	8
5	METHODE	8
5.1	DATENGRUNDLAGEN	8
	5.1.1 RÖHRICHTERHEBUNG 2000 UND 2002	9
	5.1.2 RÖHRICHTERHEBUNG 2006	9
5.2	VERSCHNEIDUNG DER BIOTOPTYPENDATEN	10
5.3	AUFBEREITUNG TOPOGRAPHISCHER/BATHYMETRISCHER DATEN16	
5.4	AUFBEREITUNG DER HISTORISCHEN DATEN	19
6	AUSWERTUNG	19
6.1	ANALYSE DER RÖHRICHTENTWICKLUNG SEIT 2000	19
6.2	ANALYSE DER ENTWICKLUNG DER WEIDENGEBÜSCHE UND DER TIDEWEIDEN-AUWÄLDER SEIT 2000	22
6.3	ANALYSE DER MORPHDYNAMIK	22
6.4	ANALYSE DER HISTORISCHEN RÖHRICHT-ENTWICKLUNG	24
	6.4.1 ERGEBNISSE FÜR DAS TUG HAHNÖFER NEBENELBE/MÜHLENBERGER LOCH	24
	6.4.2 ERGEBNISSE FÜR DAS TUG HEUCKENLOCK	25
6.5	HYDROLOGISCHE VERÄNDERUNGEN UND IHRE WIRKUNGEN AUF DIE UFERNAHE VEGETATION	26

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

7 ZUSAMMENFASSUNG

31

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

8 LITERATUR

33

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite II

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Schematische (nicht maßstäbige) Darstellung der theoretischen Verschiebung (Kompression) der Röhrichte als Folge einer Erhöhung des MThw (BfG 2004)	2
Abbildung 2-2: Lage der zu bearbeitenden Gebiete	4
Abbildung 3-1: Verteilung der Häufigkeit der Rasterzellen entlang der Predictorvariable „Höhe zu MThw“ (Ti = tidal flats, Sc = Schoenoplectus-Dominanz-Bestände, Bo = Bolboschoenus-Dominanz-Bestände, Ph = Phragmites-Dominanz-Bestände, Ge = Gebüsch, Wa = Wald) (nach HEUNER ET AL 2008)	6
Abbildung 5-1: Ausschnitt Orthophotomosaik aus der Befliegung 2006	13
Abbildung 5-2: Ausschnitt aus der Kartierung 2006	14
Abbildung 5-3: Ausschnitt der Darstellung zur prinzipiellen Röhrichtentwicklung	15
Abbildung 5-4: Ausschnitt der Darstellung der dynamischen Entwicklung im direkten Uferbereich (gefiltert)	16
Abbildung 5-5: Tendenzen der Morphodynamik im Bereich Hanksalbsand/Neßsand insgesamt (oben) und im Detail im Bereich Schweinsand überlagert mit den Röhrichtdaten auf Grundlage der Daten aus der Beweissicherung (unten)	18
Abbildung 5-6: Abbruchkante am fahrrinnenseitigen Röhricht auf Schweinsand	19
Abbildung 6-1: Entwicklung der Röhrichte im Bereich Mühlenberger Loch/Hahnöfer Nebelbe während der Beweissicherung	21
Abbildung 6-2: Entwicklung der Röhrichte im Bereich Heuckenlock während der Beweissicherung (Ausschnitt: schmaler Röhrichtverlust entlang eines Priels; rot umrandet: Die seit 2000 andauernde Röhrichtzunahme im Bereich der Autobahnbrücke am linken Ufer der Süderelbe)	22

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite III

Abbildung 6-3:	a) Lage von Röhrichten mit abnehmenden Beständen in Bezug zu Erosion und Sedimentation b) Lage von Röhrichten mit zunehmenden Beständen in Bezug zu Erosion und Sedimentation	24
Abbildung 6-4:	Röhrichtentwicklung im TUG Hahnöfer Nebenelbe/Mühlenberger Loch	25
Abbildung 6-5:	Röhrichtentwicklung im TUG Heuckenlock	26
Abbildung 6-6:	Entwicklung der Wasserstände am Pegel St. Pauli (WSA HH, 2006)	27
Abbildung 6-7:	Veränderungen der Tidekurven zwischen 1952 bis 2005 am Pegel St. Pauli (Quelle: HPA)	28
Abbildung 6-8:	Äußere Verbreitung der Röhrichtgrenzen gemäß GIS-gestützter Auswertung im Bereich Hanskalbsand/Neßsand. (Sc = Schoenoplectus-Dominanz-Bestand, Bo = Bolboschoenus-Dominanz-Bestand, El = Eleocharis-Dominanz-Bestand, Ph = Phragmites-Dominanz-Bestand, Pa = Phalaris-Dominanz-Bestand, Ty = Typha-Dominanz-Bestand)	30
Abbildung 6-9:	Differenzen der Überstauungszeiten gegenüber der Höhe [m+NN], inklusive der mittleren Tidewasserstände und der maximalen Ausdehnung der Tideröhrichte gemäß Literatur und GIS-Auswertung (Grün schraffiert: Verbreitungsrahmen (Mediane) der flussseitigen Begrenzung Teichsimsen- und Strandsimsen-Röhrichte im Bereich Hanskalbsand/ Neßsand 2006 gemäß GIS-Analyse)	31

Tabellenverzeichnis

			Bundesanstalt für Gewässerkunde
			Beweissicherung Unter- und Außenelbe
Tabelle 4-1:	Ergebnisse der Bilanzierung im Rahmen der Beweissicherung für Bundes- und Delegationsstrecke bis 2002 (Tabelle: BFG 2004)	7	Untersuchungen zur Entwicklung verschiedener Vegetationseinheiten im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe im Bereich der Delegationsstrecke
Tabelle 5-1:	Einheiten der Kartierung auf Grundlage der historischen Luftbilder	11	
Tabelle 5-2:	Attribute des Verschneidungsergebnisses	12	Datum 02.12.2008
Tabelle 5-3:	Kombinationsmöglichkeiten für das Attribut „R_E_1“	12	Seite V
Tabelle 6-1:	Bilanz der Röhrchentwicklung im Bereich der Delegationsstrecke für den Zeitraum 2000 bis 2006	20	

1 Einleitung

In der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) zum Vorhaben „Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt“ (PÖUN 1997) sind erhebliche Beeinträchtigungen von terrestrischen Lebensgemeinschaften (ufernahen Biotoptypen, z. B. Röhrichte) prognostiziert worden. Im Planfeststellungsbeschluss (AMT STROM- UND HAFENBAU 1999; WSD-NORD 1999) zum Ausbau der Unter- und Außenelbe wird daher ein Monitoring gefordert, das im Rahmen einer Beweissicherung die potenziellen Veränderungen der betroffenen Biotoptypen und Arten erfassen und die UVU-Prognosen überprüfen soll.

Infolgedessen wurde im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) durch das damalige Institut für Umweltwissenschaften (IUW) der Hochschule Vechta eine Methode der semiautomatisierten Klassifikation von hochauflösenden multispektralen Luftbilddaten entwickelt, um den hohen Genauigkeitsanforderungen, ob der geforderten plausiblen und nachvollziehbaren Bilanzierung der Röhrichte, gerecht zu werden (BFG 2000; EHLERS ET AL 2000).

Die Auswertungen der Daten zweier Befliegungen (2000 und 2002), die auf dieser methodischen Grundlage im Rahmen der Beweissicherung durchgeführt wurden, und deren Vergleich mit langfristigen historischen Entwicklungen zeigen keine eindeutigen negativen Trends der Röhrichtentwicklung hinsichtlich der Prognose der UVU auf (BFG 2004).

Da die so gemessenen Veränderungen geringer sind als in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) prognostiziert, musste die Beweissicherung für die terrestrische Flora gemäß des Planfeststellungsbeschlusses für die Bundesstrecke eingestellt werden. Im Gegensatz dazu muss für den Bereich der Delegationsstrecke auch im 6. und 10. Jahr nach Ausbau die Entwicklung der Vegetation durch das Amt Strom- und Hafengebäude untersucht werden (AMT STROM- UND HAFENBAU 1999; WSD-NORD 1999).

Gemäß den Vereinbarungen zwischen Bund und Ländern¹ umfassen die zu beobachtenden Gebiete für die Delegationsstrecke die Naturschutzgebiete Heuckenlock und Schweenssand sowie das Mühlenberger Loch, die Hahnöfer Nebenelbe und die Inseln Neßsand und Hamskalbsand. Am 20.08.2007 hat die Hamburg Port Authority (HPA) als Rechtsnachfolgerin

¹ Gemäß Beschlüsse der Bund-Länder-Arbeitsgruppensitzungen vom 09.01.2001, 20.12.2004 und einer internen Besprechung zwischen Vertretern HPA, BSU und BfG am 26.01.2007

des Amtes Strom- und Hafenbau die BfG beauftragt, die Untersuchungen der Entwicklung der ufernahen Vegetationseinheiten im Bereich Delegationsstrecke für das Untersuchungsjahr 2006 fortzusetzen. Im Zuge dessen werden Röhricht-Daten, die aus den Daten einer digitalen Luftbildbefliegung des Wasser- und Schifffahrtsamtes (WSA) Hamburg klassifiziert wurden, dem bereits in der Beweissicherung aufgebauten raumzeitlichen „Röhrichtmodell“ der Tideelbe hinzugefügt und ausgewertet. Analog des bisherigen Vorgehens werden auch weitere Daten der Beweissicherung herangezogen (Topographie und Morphodynamik sowie Hydrologie), um die Röhrichtentwicklung zu interpretieren.

2 Veranlassung und Arbeitsauftrag

Im Vorhaben „Anpassung der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt“ (14,5 m-Ausbau) wurde in der UVU zur Prognose der Beeinträchtigung ufernaher Biotoptypen ein Modell verwendet, mit welchem ein Verlust verschiedener Biotoptypen in Abhängigkeit der von der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) berechneten Wasserstandsänderungen (mittleres Tidehochwasser (MThw)) abgeleitet wurde (PÖUN 1997).

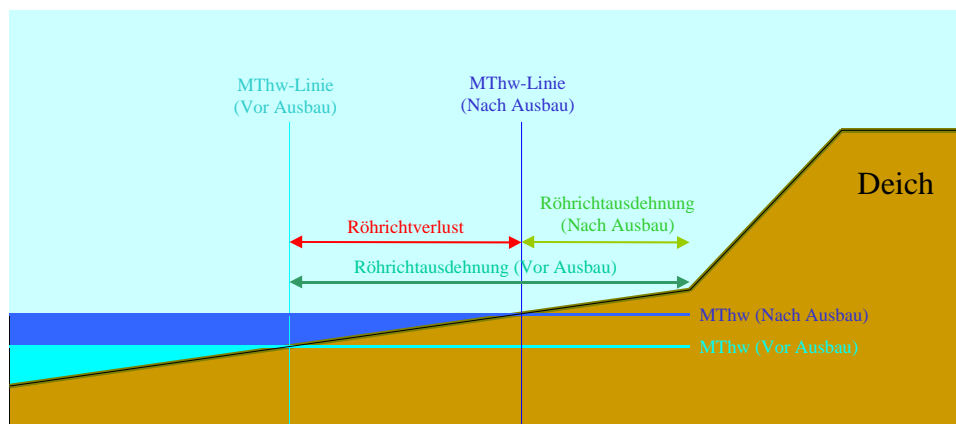


Abbildung 2-1: Schematische (nicht maßstäbige) Darstellung der theoretischen Verschiebung (Kompression) der Röhrichte als Folge einer Erhöhung des MThw (BfG 2004)

Die mittels dieses Modells (Abbildung 2-1) ermittelten Flächen, insbesondere des Röhrichtverlusts, waren maßgeblich für den Umfang der im Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) festgelegten Kompensationsmaßnahmen.

In vielen Einwendungen im Rahmen der Planfeststellung wurden die ermittelten Flächen angezweifelt. Daher wurde der Träger des Vorhabens (TdV) im Planfeststellungsbeschluss aufgefordert, im Rahmen einer Beweis-

sicherung die Prognosen aus der UVU hinsichtlich „Gefährdete[r] Biotope und Arten:

- Weidenauwald und Weidengebüsch
- Röhrichte und Uferstaudenfluren“

zu überprüfen (AMT STROM- UND HAFENBAU 1999; WSD-Nord 1999).

Während die Beweissicherung für das Schutzgut Pflanzen im Bereich der Bundesstrecke abgeschlossen ist², wird sie für die Delegationsstrecke fortgesetzt.

Arbeitsauftrag:

Am 17.08.2007 beauftragte HPA die BfG mit den „Untersuchungen zur Entwicklung verschiedener Vegetationseinheiten im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe im Bereich der Delegationsstrecke“.

Aufbauend auf den Ergebnissen der bisherigen Beweissicherung für die Gesamtstrecke soll die Entwicklung der in der UVU prognostizierten beeinträchtigten Vegetationseinheiten (insbesondere die Röhrichte und Uferstauden) untersucht werden. In einer internen Vorbesprechung am 26.01.2007 in Hamburg zwischen HPA, BfG und der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg (BSU) wurde der Arbeitsumfang festgelegt (siehe Protokoll vom 26.01.2007). Dieser begründet sich auf den Festlegungen und Beschlüssen, die auf den Bund-Länder-Arbeitsgruppensitzungen zur Beweissicherung vom 09.01.2001 und 20.12.2004 im WSA Hamburg (siehe Bund-Länder-Protokolle vom 09.01.2001 und 20.12.2004) getroffen wurden. Demnach umfasst das Bearbeitungsgebiet der Beweissicherung im Bereich der Delegationsstrecke die Naturschutzgebiete Heuckenlock und Schweenssand sowie das Mühlenberger Loch, die Hahnöfer Nebelbe und die Inseln Neßsand/Schweinsand und Hanskalbsand. Als Erfassungsmethode wurde die semiautomatisierte Klassifikation auf Grundlage hochauflösender multispektraler Luftbilddaten festgelegt.

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 3

² Der Planfeststellungsbeschluss sieht für die Bundesstrecke vor, dass keine weiteren Untersuchungen vorzunehmen sind, wenn die Verluste an Röhrichten nach der ersten Folgeaufnahme geringer sind als in der UVU prognostiziert. Entsprechend wurden auf der Bund-Länder-Arbeitsgruppensitzung vom 21.11.2005 die Beweissicherung für das Schutzgut Pflanzen für die Bundesstrecke eingestellt. Dem entgegen ist das Gebiet der Delegationsstrecke in jedem Fall auch in den Jahren 6 und 10 nach Ausbau zu untersuchen.

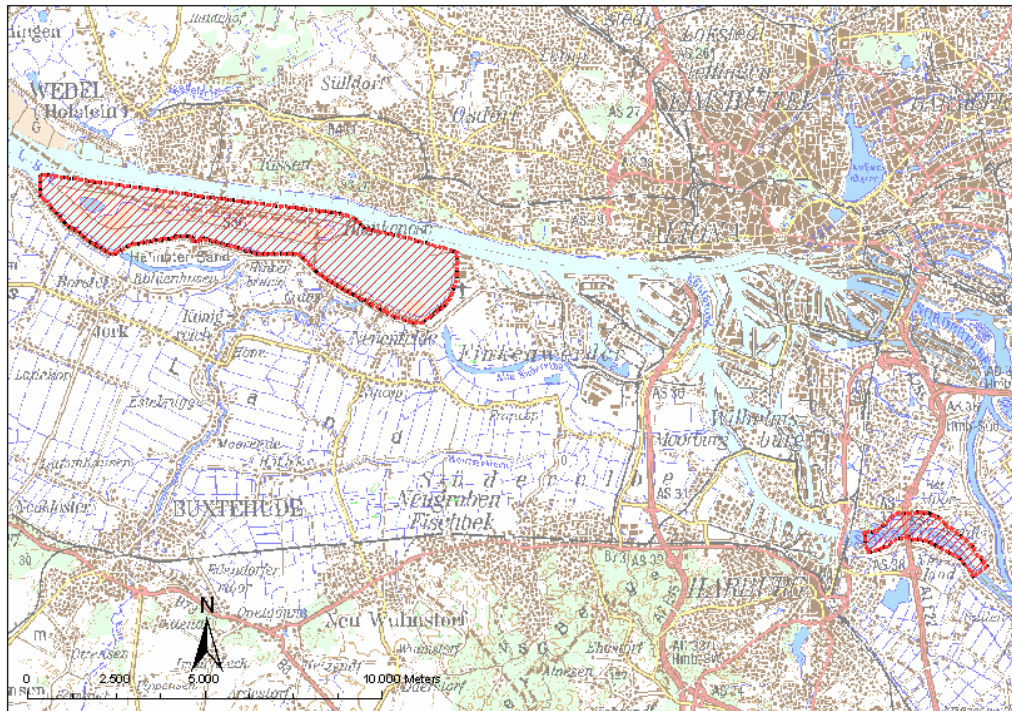


Abbildung 2-2: Lage der zu bearbeitenden Gebiete

3 Grundlegendes zum Thema (Tide-)Röhrichte

Röhrichte gehören zu den Helophyten und somit zu Pflanzen, die auf wassergesättigten, überstauten oder überfluteten Böden - also unter weitgehend anaeroben Bedingungen - wurzeln. Der größte Teil der Pflanze überragt jedoch das Wasser. Aufgrund der Ausbildung eines Aerenchyms können Röhrichte die Sauerstoffknappheit im Wurzelbereich kompensieren.

Röhrichte bilden an Stillgewässern oder langsam fließenden Gewässern einen Übergang zwischen den aquatischen und terrestrischen Lebensräumen. Dort können sie je nach Uferneigung sehr große Flächen besiedeln. Sie besitzen vielfältige ökologische Funktionen. Trotz der relativen Artenarmut der Bestände wirken sie z. B. positiv auf die zoologische Diversität. Röhrichte tragen zudem in bedeutendem Maße zur Selbstreinigungskraft der Gewässer bei, da sie optimale Milieubedingungen für bestimmte Mikroorganismen herstellen (MOORMAN 2001). Zudem stellen intakte Röhrichtzonen einen natürlichen Schutz vor Ufererosion dar.

Gemäß §30 BNatSchG sowie §28 NatSchG Hamburgs gehören Röhrichte zu den geschützten Biotopen. Auch die Wasserrahmenrichtlinie führt das

Röhricht weiter in den Blickpunkt, da dieses die Bewertungsgrundlage für die Qualitätskomponente Gewässerflora in den Ästuarien sein wird (STILLER 2005).

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Die Röhrichte der Tideelbe zonieren sich in der Regel nach einem immer wiederkehrenden Muster. Die tiefsten Bereiche im Watt besiedeln Bestände mit *Schoenoplectus ssp.*, wobei die Salz-Teichsimse (*Schoenoplectus tabernaemontani*) oft dominant ist. In der Literatur wird die maximale flussseitige Ausdehnung der Teichsimsen-Dominanz-Bestände mit 1,5 und 2 m unter MThw angegeben (KÖTTER 1961; STILLER 2005). Im Hamburger Raum ist die Einheit etwas seltener zu finden als in den z.T. brackigeren Bereichen weiter stromab. Hier ist sie oft mit der Strandsimse (*Bolboeschonus maritimus*) vergesellschaftet, welche die dominierende Art der anschließenden Zone ist. Die Strandsimsen-Dominanz-Bestände zeichnen sich durch eine höhere Deckung aus (bis 100 %) als die Teichsimsen-Röhrichte und sind oft fast einartig ausgeprägt. Ihre maximale Ausbreitung wird mit ca. 1 m unter MThw angegeben (STILLER 2005). Oft mit einer scharfen Grenze trennt sich das Strandsimsen-Röhricht vom Schilf-Röhricht, welches die nächste Zone bezeichnet. Das Schilf-Röhricht (Dominanz-Bestand von *Phragmites australis*) erlangt auch Deckungsgrade von 100 % und schließt nach STILLER (2005) bei ca. 0,5 m unter MThw an. CLAUS, NEUMANN & SCHIRMER (1994) geben für die Unterweser eine maximale Ausdehnung des Schilf-Röhrichts bis zu 0,8 m unter MThw an. Des Öfteren siedelt auch der Schmalblättrige Rohrkolben (*Typha angustifolia*) auf schlickigem Grund in einem schmalen Streifen zwischen dem Strandsimsen-Röhricht und dem Schilf-Röhricht (STILLER 2005). Auch in Störungszonen ist der Rohrkolben zu finden. Ab einer Höhe um MThw gliedern sich in die artenarmen Schilfbestände immer öfter Arten der Hochstauden ein und je nach Untergrund und Nährstoffversorgung finden sich auch Bestände von Breitblättrigem Rohrkolben (*Typha latifolia*), von Wasserschwaden (*Glyceria maxima*) und von Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinaceae*).

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 5

Eine Besonderheit bilden Bestände der Einspelzigen Sumpfsimse (*Eleocharis uniglumis*), die ab ca. 1,5 m unter MThw an besonders exponierten Standorten ihre Nische findet. Im Hamburger Raum wurde jedoch nur ein Standort bei der Kartierung aus den Luftbildern von 2006 identifiziert. Dieser liegt fahrrinnenseitig auf der Insel Neßsand, dem eigentlichen Röhrichtbestand etwas vorgelagert.

Die BfG erarbeitet zur Zeit Habitateignungsmodelle für Tideröhrichte, die auf den Auswertungen der digitalen Luftbildbefliegung von 2006 basieren. Die besten Parameter zur Differenzierung verschiedener Dominanz-Bestände der Röhrichte, bezogen auf das Gebiet stromab Hamburgs bis zum

Belumer Außendeich, sind bislang die Höhendifferenz zu MThw (Abbildung 3-1) und die Strömung bei hohen Wasserständen für Bestände am Hauptstrom und die Höhendifferenz zu MThw sowie die euklidische Distanz zur MThw-Linie für Bestände in den Seitenarmen (HEUNER ET AL 2008).

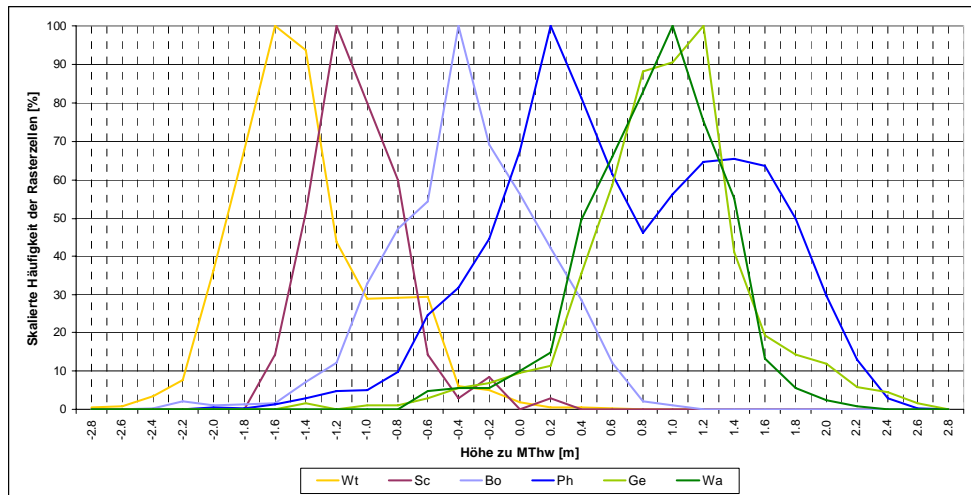


Abbildung 3-1: Verteilung der Häufigkeit der Rasterzellen entlang der Predictorvariable „Höhe zu MThw“ (Ti = tidal flats, Sc = Schoenoplectus-Dominanz-Bestände, Bo = Bolboschoenus-Dominanz-Bestände, Ph = Phragmites-Dominanz-Bestände, Ge = Gebüsch, Wa = Wald) (nach HEUNER ET AL 2008)

4 Bereits durchgeführte Untersuchungen

4.1 Untersuchungen der Beweissicherung zur Röhrichtentwicklung

Im Rahmen der Beweissicherung zum 14,5 m-Ausbau sind bereits umfangreiche Untersuchungen zur Entwicklung der Tideröhrichte an der Elbe durchgeführt worden (BFG 2004). Es wurden für das Gebiet stromab des Sperrwerkes Geesthacht bis Glückstadt mittels semiautomatisierter Klassifikationsverfahren (EHLERS ET AL. 2002 und 2003) aus digitalen multispektralen Luftbilddaten Biotoptypen für die Jahre 2000 und 2002 kartiert und anschließend mittels eines Geographischen Informationssystems (GIS) bilanziert. Die Ergebnisse der Bilanzierung (siehe auch Tabelle 4-1) für die in der UVU festgelegten Zonen prognostizierter unterschiedlicher Wasserstandsänderungen respektive der Beeinträchtigung ufernaher Biotoptypen, führten für die Bundesstrecke zur Einstellung der Beweissicherung (s. o.).

Tabelle 4-1: Ergebnisse der Bilanzierung im Rahmen der Beweissicherung für Bundes- und Delegationsstrecke bis 2002 (Tabelle: BFG 2004)

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Beweissicherung Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur Entwicklung verschiedener Vegetationseinheiten im Rahmen der Beweissicherung zur Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe im Bereich der Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 7

	Zone 3 (5 % Verluste ¹⁾)		Zone 2 (3,5 % Verluste ¹⁾)		Gesamt	
	ha		ha		ha	
Röhricht/Uferstauden 2000	904,9		329,4		1234,3	
Röhrichte/Uferstauden 2002	888,0		334,0		1222,0	
Ungefiltert	ha	%²⁾	ha	%²⁾	ha	%²⁾
Zunahmen	86,1	9,5	36,4	11,1	122,5	9,9
Abnahmen	-103,0	-11,4	-31,8	-9,7	-134,8	-10,9
Summe (aus Zunahme und Abnahme)	-16,9	-1,9	4,6	1,4	-12,3	-1,0
Regelbasiert gefiltert	ha	%²⁾	ha	%²⁾	ha	%²⁾
Zunahmen	27,8	3,1	7,9	2,4	35,7	2,9
Abnahmen	-25,7	-2,8	-12,3	-3,7	-38	-3,1
Summe (aus Zunahme und Abnahme)	2,1	0,2	-4,4	-1,3	-2,3	-0,2

¹⁾ im Sinne der Prognosen der UVU; ²⁾ im Verhältnis zur Fläche der Röhrichte und Uferstauden im Jahr 2000

In der Beweissicherung wurde ein GIS-basierter Filter entwickelt, der regelbasiert solche Flächen aus der Bilanz nimmt, die nicht durch veränderte morphohydrologische Parameter begründet werden können. Dies sind Veränderungen, die sich aus der natürlichen Sukzession oder direkter anthropogener Einflussnahme (Ausbreitung/Wachstum von Gehölzen, Nutzungsänderungen, z. B. Umwandlung von Grünländern in Röhrichtflächen durch Nutzungsaufgabe etc.) ergeben. Wird dieser Filter angewendet, so werden maßgeblich nur Veränderungen an der wasserseitigen Grenze der Röhrichte bilanziert. Diese Bilanz wird als die Ausschlaggebende betrachtet.

4.2 Zusätzliche Untersuchungen der Beweissicherung (Historische Röhrichtentwicklung)

Um die aktuelle Entwicklung der Röhrichte in einem größeren zeitlichen Zusammenhang stellen zu können, wurden zahlreiche historische Luftbilder digital aufbereitet und anhand dieser die Ausdehnung der Röhrichte in früherer Zeit kartiert. Für verschiedene einzelne Teiluntersuchungsgebiete (TUG) konnten so raumzeitliche Modelle aufgebaut werden, anhand derer die Entwicklung der Röhrichte in Abhängigkeit mit der Wasserstands-entwicklung überprüft werden konnte (BFG 2004). In keinem der TUG konnte ein direkter Zusammenhang zwischen dem Anstieg des MThw und einem Rückgang der Röhrichtausdehnung festgestellt werden.

4.3 Weitere Untersuchungen zum Tideröhricht

Die BfG erarbeitet zur Zeit für das WSA Hamburg Empfehlungen zum nachhaltigen Uferschutz durch Röhrichte. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden die digitalen Luftbilddaten, die das WSA 2006 erstellen ließ, im Auftrage der BfG durch das Büro *nature-consult* semiautomatisiert klassifiziert (NATURE-CONSULT 2007). Diese Klassifikation beruht auf einer etwas anderen Methodik als die vorangegangenen. Insbesondere eine sehr umfangreiche Nachbearbeitung am Computer und im Gelände erhöhen die Kartiergenauigkeit. Anders war auch die Ansprache der zu kartierenden Einheiten. Während 2000 und 2002 der niedersächsische Kartierschlüssel für Biotoptypen (DRACHENFELS 1994) verwendet wurde, wurde für die Auswertung der Daten 2006 eine eigener Schlüssel, der Fragestellung und Möglichkeiten der spektralen Unterscheidbarkeit von Vegetationseinheiten angepasst, entwickelt. Dieser Schlüssel unterscheidet die Röhrichte deutlich feiner als der niedersächsische Kartierschlüssel, ist aber bei anderen Einheiten (z. B. Grünland) entsprechend gröber.

4.4 Historisch-hydrologische Auswertung von HPA

Um die hydrologischen Auswirkungen, die durch die Veränderungen des Tidegeschehens in den letzten Jahrzehnten induziert sein können, besser analysieren zu können, hat HPA historische Tidekurven erstellt. Aus diesen Daten können die mittleren Überstauungszeiten (bezogen auf einem bestimmten Pegel) für verschiedene Jahrgänge abgeleitet werden.

5 Methode

Für eine flächenscharfe Erhebung der Biotoptypengrenzen (insbesondere der Röhrichte) wurde für die Beweissicherung ein Verfahren zur teil-automatisierten Klassifikation hochauflösender multispektraler Luftbilddaten entwickelt. Die Ergebnisse lieferten geometrische Genauigkeiten der Röhrichtgrenzen der Unter- und Außenelbe in bis dahin unerreichter Qualität.

5.1 Datengrundlagen

Insbesondere aus vorangegangenen Untersuchungen der BfG und der Beweissicherung stehen demnach für die gestellte Aufgabe eine Reihe von Untersuchungen und Ergebnissen zur Verfügung (Kap. 4).

Biotopkartierungen:

- Ergebnisse der semiautomatisierten Klassifikation der Befliegung 2000 (Nullbefliegung der Beweissicherung)
- Ergebnisse der semiautomatisierten Klassifikation der Befliegung 2002 (1. Folgebefliegung der Beweissicherung)
- Ergebnisse der semiautomatisierten Klassifikation der Befliegung des WSA Hamburg aus 2006

Sonstige Daten:

- Ergebnisse der Auswertung der langfristigen Röhrchentwicklung anhand historischer Luftbilder
- Veröffentlichte Pegeldata der Unterelbe im Rahmen der Beweissicherung
- Topographische und bathymetrische Vermessungsdaten der Beweissicherung
- Historische Pegelauswertungen (HPA)

5.1.1 Röhrichterhebung 2000 und 2002

Die genauen methodischen Vorgehensweisen für die Biototypenermittlung 2000 und 2002 sind in den entsprechenden Berichten u. a. der Beweissicherung ausführlich dargestellt (EHLERS ET AL. 2002 und 2003, BFG 2004).

5.1.2 Röhrichterhebung 2006

Die Ermittlung der Vegetationseinheiten aus der Luftbildbefliegung 2006 setzte auf eine etwas andere methodische Vorgehensweise, die sich aus den Weiterentwicklungen im Bereich der Sensorik und Methodik zur Auswertung hochauflösender Luftbilddaten begründet.

Das Büro *natur-consult* aus Hildesheim wurde mit der Auswertung betraut. Die angewandte Methode soll im Folgenden kurz skizziert werden:

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 9

1. Aufbereitung der Arbeitsgrundlagen (multispektrale Orthophotos (Kameratyp: DMC, Kanäle: Rot, Grün, Blau und nahes Infrarot), Laserscandaten (DGMs und DOMs), topographische Grundlagen Daten (DBWK2 etc.))
2. Gebietsdifferenzierung/Maskierung: Aufteilung des Untersuchungsgebietes in einheitliche Untereinheiten und Ausmaskierung nicht zu klassifizierender Bereiche
3. Klassifizierung und Filterung der aufbereitenden Daten: Einsatz der Software GIS GRASS zur multispektralen Segmentierung und Klassifizierung der Luftbilddaten
4. Digitale Nachbearbeitung der Klassifikationsergebnisse unter vegetationskundlichen Aspekten
5. Nahezu flächendeckende Verifizierung der Ergebnisse im Gelände
6. Digitale Endbearbeitung

Insbesondere die weiträumige Verifizierung und die stark vegetationskundliche Ausrichtung der Methode ist anderen Verfahren überlegen. Zudem orientieren sich die zu kartierenden Einheiten nicht am niedersächsischem Kartierschlüssel für Biotoptypen nach Drachenfels (1994) sondern wurden so festgelegt, dass eine optimale spektrale Unterscheidbarkeit gewährleistet ist und dass der Schwerpunkt der Klassifizierung auf die Differenzierung von Röhricht-Dominanz-Beständen gelegt wird. Dies führt zu einer höheren Detailschärfe bei den Röhrichten und einer Generalisierung anderer Einheiten (z. B. Grünländer) (NATURE-CONSULT 2008).

Im Juli 2008 wurden durch die BfG im gesamten Beweissicherungsgebiet (Delegationsstrecke und Bundesstrecke) Standortaufnahmen hinsichtlich Boden und Vegetation durchgeführt. Im Zuge dieser Aufnahmen wurde auch die Kartierung 2006 beispielhaft überprüft. Insbesondere die ufernahen Einheiten werden sehr detailscharf abgebildet. Eine Orientierung anhand der Daten im Gelände ist problemlos möglich. Gegenüber den 2000/2002er Daten ist von einer erhöhten Qualität hinsichtlich der inhaltlichen Genauigkeit auszugehen. Die geometrische Genauigkeit ist in etwa vergleichbar.

5.2 Verschneidung der Biotoptypendaten

Die Biotoptypendaten aus den Jahren 2000, 2002 und 2006 werden im GIS attributiv so angepasst, dass vergleichbare Vegetationseinheiten einander entsprechen. Dies ist mit einer gewissen Generalisierung verbunden, da die Grundlagendaten unterschiedlichen Hierarchieebenen zugeordnet sind. Für eine weitere Verschneidung mit den historischen Röhrichtdaten (BfG 2004)

orientiert sich diese attributive Anpassung an der Einteilung dieser Daten, da sie den höchsten Grad der Generalisierung aufweisen (Tabelle 5-1). Nach der Verschneidung der Daten im GIS wurde die äußere Orientierung der räumlichen Daten homogenisiert.

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 11

Tabelle 5-1: Einheiten der Kartierung auf Grundlage der historischen Luftbilder

Roehrichtarten			
ID	VEGETATION	ABK	Roehricht
1	Schilfröhricht	SR	ja
2	Rohrkolbenröhricht	RR	ja
3	Strandsimsenröhricht	BR	ja
4	Teichsimsenröhricht	TS	ja
5	Röhricht, nicht differenzierbar	R?	ja
6	Salzwiesen	SW	nein
7	vegetationsfreie Flächen	VF	nein
8	Gehölze	GE	nein
9	Grünland	GR	nein
10	Hochstauden, evtl. mit Röhricht	HS	ja
11	Stillgewässer	SG	nein
12	Steinverbau	SV	nein
13	sonstige genutzte Flächen	SF	nein
14	aufgeforstete Schilfflächen	AS	nein
15	Strand- und Sandvegetation	ST	nein

In Anschluss an die Verschneidung werden die Daten geometrisch bereinigt. Sehr kleine Splitterflächen und schmale Verschneidungsartefakte werden über die Wahl einer Mindestflächengröße pro Patch und/oder der Wahl eines Mindestverhältnisses zwischen Patchlänge und –fläche gefiltert und anschließend eliminiert ($[Shape_Area] < 25$ or $[Shape_Length] > [Shape_Area]*3$). Die neu entstandene Attributtabelle hat folgenden Aufbau:

Tabelle 5-2: Attribute des Verschneidungsergebnisses

Attribut	Typ	Beschreibung
OBJECTID	Integer	Objekt ID des Patches
Zone_	Integer	Prognosezone der UVU
MThw_Erhoeung	Text	Prognostizierte MThw-Erhöhung gemäß UVU
Verluste	Double	prognostizierter Anteil der Röhrichtverluste in Prozent
Bio_2000	Text	Biotoptypen-Kürzel der 2000er Klassifikation
Bio_2002	Text	Biotoptypen-Kürzel der 2002er Klassifikation
VEG_ALL_2006	Text	Kürzel der Vegetationseinheit gemäß der 2006er Klassifikation
R_2000	Integer	Einheit als Röhricht definiert (1=Röhricht; 0= kein Röhricht) 2000
T_2000	Integer	Einheit gemäß Einteilung der historischen Daten 2000
R_2002	Integer	Einheit als Röhricht definiert (1=Röhricht; 0= kein Röhricht) 2002
T_2002	Integer	Einheit gemäß Einteilung der historischen Daten 2002
R_2006	Integer	Einheit als Röhricht definiert (1=Röhricht; 0= kein Röhricht) 2006
T_2006	Integer	Einheit gemäß Einteilung der historischen Daten 2006
Entwicklung	Text	Abfolge der Einheiten gemäß der historischen Daten (durch Punkt getrennt)
R_00_02	Integer	Entwicklung der Röhrichte von ein Jahr auf das Nächste (0= kein Röhricht; 1=persistent Röhricht; 2=Röhrichtzunahme; 3=Röhrichtabnahme 2000 zu 2002)
R_02_06	Integer	Entwicklung der Röhrichte von ein Jahr auf das Nächste (0= kein Röhricht; 1=persistent Röhricht; 2=Röhrichtzunahme; 3=Röhrichtabnahme 2002 zu 2006)
R_E_1	Text	RöhrichtEntwicklung: Abfolge der als Röhricht definierten Daten (durch Punkte getrennt)
R_E_2	Text	RöhrichtEntwicklung: Abfolge der Jahrespaarentwicklung (durch Punkte getrennt)
Gebiet	Text	Name des Teiluntersuchungsgebietes (TUG)
Shape_Length	Double	Länge des Patches in [m]
Shape_Area	Double	Fläche des Patches in [m²]

Zur Analyse der Entwicklung der Röhrichte sind die Attribute „Entwicklung“ und „R_E_1“ und zur Darstellung der Entwicklung im GIS das Attribut „R_E_2“ von besonderer Bedeutung. Für die Röhrichtentwicklung ergeben sich für „R_E_1“ folgende Kombinationen:

Tabelle 5-3: Kombinationsmöglichkeiten für das Attribut „R_E_1“

R_E_1	Beschreibung	Zustand
0.0.0	In 2000, 2002 und 2006 kommt kein Röhricht vor	Absenz
0.0.1	In 2000 und 2002 kommt kein Röhricht vor, 2006 kommt Röhricht vor	Zunahme
0.1.0	In 2000 und 2006 kommt kein Röhricht vor, 2002 kommt Röhricht vor	dynamisch
0.1.1	In 2002 und 2006 kommt Röhricht vor, 2000 kommt kein Röhricht vor	Zunahme
1.0.0	In 2002 und 2006 kommt kein Röhricht vor, 2000 kommt Röhricht vor	Abnahme
1.0.1	In 2000 und 2006 kommt Röhricht vor, 2002 kommt kein Röhricht vor	dynamisch
1.1.0	In 2000 und 2002 kommt Röhricht vor, 2006 kommt kein Röhricht vor	Abnahme
1.1.1	2000, 2002 und 2006 kommt Röhricht vor	Persistenz

Mittels dieser Attribute kann im GIS die Flächengröße extrahiert werden, die in einem bestimmten Jahr von Röhricht bestanden war. Unter Berück-

sichtigung des Attributs „Entwicklung“ kann auch einfach und nachvollziehbar ermittelt werden, ob eine Röhrichtentwicklung sukzessionsinduziert ist oder aufgrund eines Nutzungswandels angezeigt ist.

Beispiel: Für eine Verschneidungsfläche wird das Attribut „R_E_1“ = 1.1.0 ausgegeben. Dies bedeutet, dass die Röhrichte, die 2000 und 2002 noch kartiert wurden, 2006 fehlen. Weist das Attribut „Entwicklung“ eine „8“ auf, z. B.: „Entwicklung“ = 5.5.8 (5 = Röhrichte nicht differenzierbar; 8 = Gehölze), so ist abzuleiten, dass der Röhrichtverlust vermutlich sukzessionsbedingt zu interpretieren ist, da das Röhricht durch eine typische nächste Sukzessionsstufe (z. B. Weidengebüsch) ersetzt worden sein kann. Ist der Wert des Attributs „Entwicklung“ = 5.5.7 (7 = vegetationsfreie Fläche), so ist anzunehmen, dass das Röhricht z. B. durch Watt ersetzt wurde, und eine möglicherweise hydrologisch bedingte Veränderung angezeigt ist. Anhand dieser Überlegungen wird im GIS über eine SQL-Abfrage ein Filter erzeugt, der in der Lage ist, sukzessions- und nutzungsänderungsbedingte Röhrichtzunahmen oder –verluste zu erkennen.

Abbildung 5-1 bis Abbildung 5-4 zeigen Ausschnitte aus dem raumzeitlichen Modell, welche entsprechend der beschriebenen Methodik aufbereitet wurden. Abbildung 5-1 ist ein Ausschnitt aus dem Orthophotomosaik der Luftbild-Befliegung 2006 des WSA Hamburgs. Es stellt Teile der Inseln Neßsand und Schweinsand dar. Die dem Luftbild überlagerte Digitale Bundeswasserstraßenkarte (DBWK2) bildet noch den Uferverlauf (MThw-Linie) der im Zuge des „13,5 m –Ausbaus“ neu aufgespülten Inseln ab.



Abbildung 5-1: Ausschnitt Orthophotomosaik aus der Befliegung 2006

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 13

Abbildung 5-2 stellt in demselben Ausschnitt wie Abbildung 5-1 die Ergebnisse der semiautomatisierten Kartierung der Vegetationseinheiten auf Grundlage der 2006er Befliegung (NATURE-CONSULT 2007) dar. Bei der Ausdehnung von Strandflächen und Watten ist darauf zu achten, dass diese nicht die Ausdehnung anzeigen, die ihnen per Definition zugeordnet ist (MThw bis MTnw), sondern den augenblicklichen sichtbaren Stand während der Befliegung darstellen. Zur Verdeutlichung sind die Tidewasserlinien MThw und MTnw, wie sie sich aus den Höhenmodell der Beweissicherung 2006 erzeugen lassen, mit abgebildet. Der gesamte innere Bereich fällt bei einem Wasserstand bei MTnw trocken. Da die Uferlinie der DBWK2 der MThw-Linie um 1978 entspricht, sind die Bereiche, die seitdem von Erosion bzw. Sedimentation betroffen waren, gut zu erkennen.

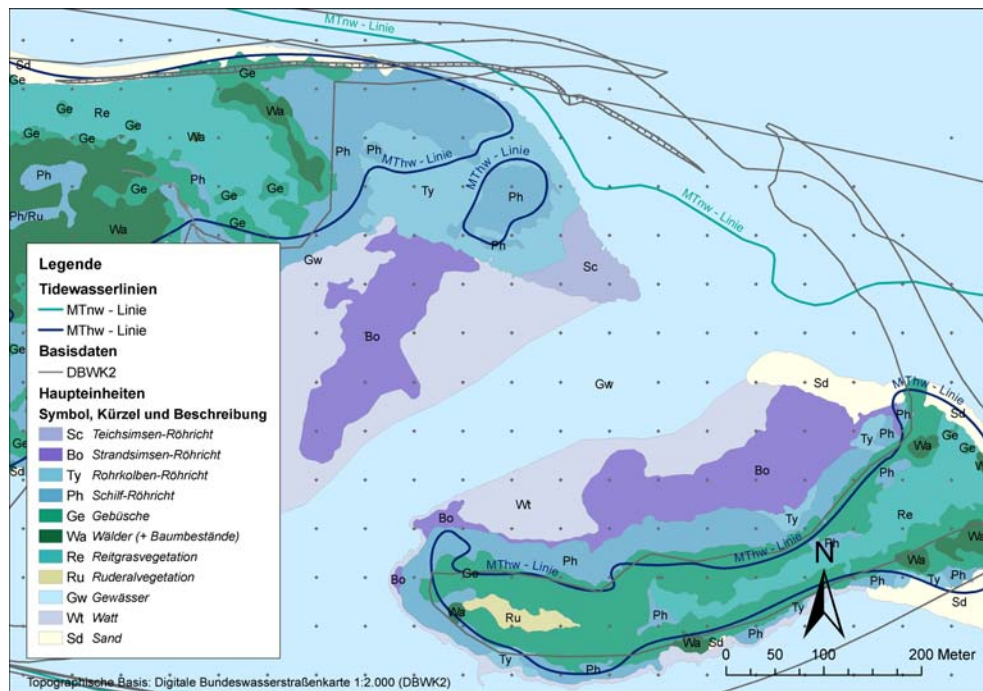


Abbildung 5-2: Ausschnitt aus der Kartierung 2006

Abbildung 5-3 zeigt nun die grundsätzlichen Unterschiede auf, die aus den Kartierungen zwischen 2000 und 2006 zu entnehmen sind. Die größten Veränderungen sind in den bereits angedeuteten Gebieten mit verstärkter Morphodynamik und auf der Insel selbst auszumachen.

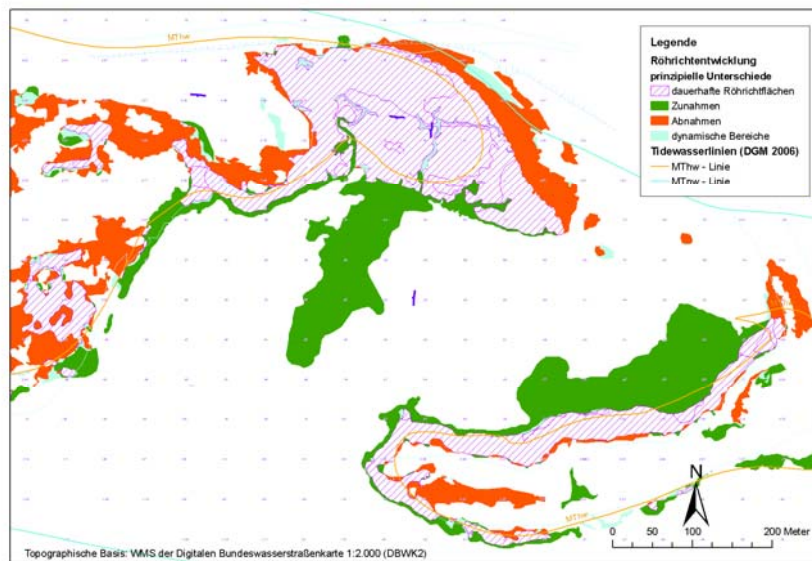


Abbildung 5-3: Ausschnitt der Darstellung zur prinzipiellen Röhrichtentwicklung

Da mittlerweile drei Datensätze zur Verfügung stehen, ist es möglich die Klassifikationsgenauigkeit zu überprüfen und mögliche Fehlklassifikationen bzw. vermeintliche Unterschiede aufgrund unterschiedlicher Interpretation zu sichten und zu eliminieren. Dies betrifft insbesondere den Datensatz von 2002, da nur für diesen Datensatz Vergleichsdatsätze sowohl vor als auch nach dessen Aufnahme zur Verfügung stehen. Bestimmte Entwicklungsszenarien können so ausgeschlossen werden und der Datensatz im raumzeitlichen Modell validiert werden.

Beispiel:

Eine Verschneidungsfläche aus den drei Datensätze beinhaltet für 2000 die Vegetationseinheit „Weidengebüsch“, für 2000 die Vegetationseinheit „Flusswattröhricht / verbuscht“ und für 2006 „Gehölz“. Die Unterschiede können in der unterschiedlichen Abstimmung der Klassifikationsroutinen, in der unterschiedlichen Ansprache bei der Wahl von Trainingsflächen, in der manuellen Nachbearbeitung von Schattenbereichen oder ähnlichen Faktoren begründet sein. Um nun die raumzeitliche Entwicklung zu homogenisieren und solche Flächen, die offensichtlich nicht einer entsprechenden dynamischen Umwandlung unterliegen können, zu eliminieren, wurden im GIS entsprechende Filter entworfen, die solche Flächen erkennen können. Anschließend wurden die Attribute, welche für die Analyse nach der Verschneidung von Bedeutung sind, entsprechend aktualisiert. Ein Test, der die Größenordnung der so umgewandelten Einheiten bewerten soll, ergab Abweichungen bis 0,8 % von der Gesamtfläche und ca. 1,2 % von der Röhrichtausdehnung 2000. Diese Abweichungen können als tolerabel angesehen werden und widersprechen nicht der Klassifikationsgüte der

einzelnen Datensätze. Zudem betreffen sie fast ausschließlich Bereiche, die der natürlichen Sukzession zuzuordnen sind, welche wiederum durch den beschriebenen Filter nicht mit in die Bilanz eingehen. Die Bilanzen zwischen 2000 und 2002 werden daher nur marginal verändert. Die so genannte gefilterte Bilanz weist praktisch keine Unterschiede mehr auf. Da die raumzeitliche Homogenität mit dieser Filterung besser abgebildet wird, werden diese Abweichungen zu den Ergebnissen der bisherigen Beweissicherung in Kauf genommen. Bei einer Fortsetzung der Datenreihe im Jahr 2010 würde entsprechend für den Datensatz 2006 vorgegangen werden.

Abbildung 5-4 verdeutlicht mittels der skizzierten Filtermethoden die Veränderungen, die hydrologisch bzw. morphodynamisch bedingt sein können. Die Abnahmen an Röhrichten im weiteren Inselinneren werden nicht mehr dargestellt, da sie, entweder aufgrund der natürlichen Sukzession durch Gehölze oder aufgrund einer unterschiedlichen Interpretation der Vegetationseinheiten (ist die Einheit ein verbuschtes Röhricht oder bereits ein Gehölz?), ersetzt wurden.

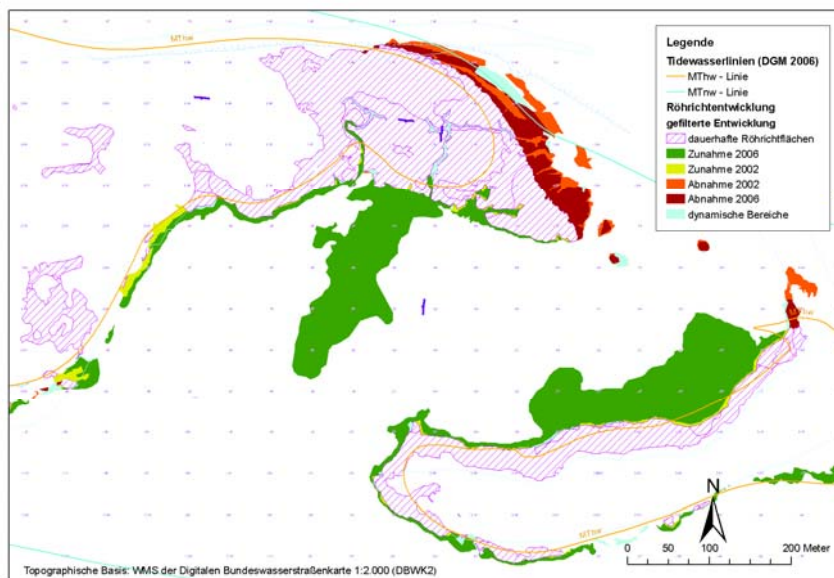


Abbildung 5-4: Ausschnitt der Darstellung der dynamischen Entwicklung im direkten Uferbereich (gefiltert)

5.3 Aufbereitung topographischer/bathymetrischer Daten

Um etwaigen räumlichen Veränderungen der Röhrichte Ursachen zuordnen zu können, wurden topographische Daten, die im Rahmen der Beweissicherung erhoben werden, analysiert, um mögliche Sedimentations- und Erosionsbereiche den Entwicklungstrends der Röhrichte zuordnen zu

können. Das WSA Hamburg bereitet für die Beweissicherung topographische und bathymetrische Daten zu Geländemodellen auf. Die unterschiedlichen Messmethoden, –zeiten und Aufbereitungen der Daten bedingen nicht exakt quantifizierbare Ungenauigkeiten. Da aber keine anderen Daten zur Verfügung stehen, sollen diese Daten analysiert werden. Es stehen Daten von 1998, 2002, 2004 und 2006 zur Verfügung. Trotz der erwähnten Ungenauigkeiten können bei einer entsprechenden Generalisierung und Klassifizierung der Daten u. U. Trends der Morphodynamik abgeleitet werden. Dafür wird zur Berechnung einheitlicher Rasterlayer aus den Punktwolken mit den Höhen- bzw. Tiefenangaben eine Rasterauflösung von 5 m gewählt. Anschließend werden die DGM-Raster der Jahre 1998, 2002, 2004 und 2006 mit einander verschnitten und aus den Daten jeweils für zwei Jahrgangspaare (1998 und 2002, 2002 und 2004 sowie 2004 und 2006) eine Bilanz (Differenz) berechnet. So können verschiedene Intensitäten von Entwicklungstrends abgeleitet werden. Je öfter sich ein bestimmter Trend über mehrere Jahrgangspaare wiederholt, desto sicherer kann eine gerichtete Entwicklung, trotz der unsicheren Datenlage, abgeleitet werden (siehe Abbildung 5-5). Sehr deutliche Trends der Morphodynamik sind im Bereich Schweinsand und im Mühlenberger Loch zu erkennen. Insbesondere die Erosion im Bereich Schweinsand entspricht dem dortigen Röhrchrückgang. Auch ist hier eine deutliche Abbruchkante am Röhrchrückgang ausgebildet (siehe Abbildung 5-6).

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 17

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 18

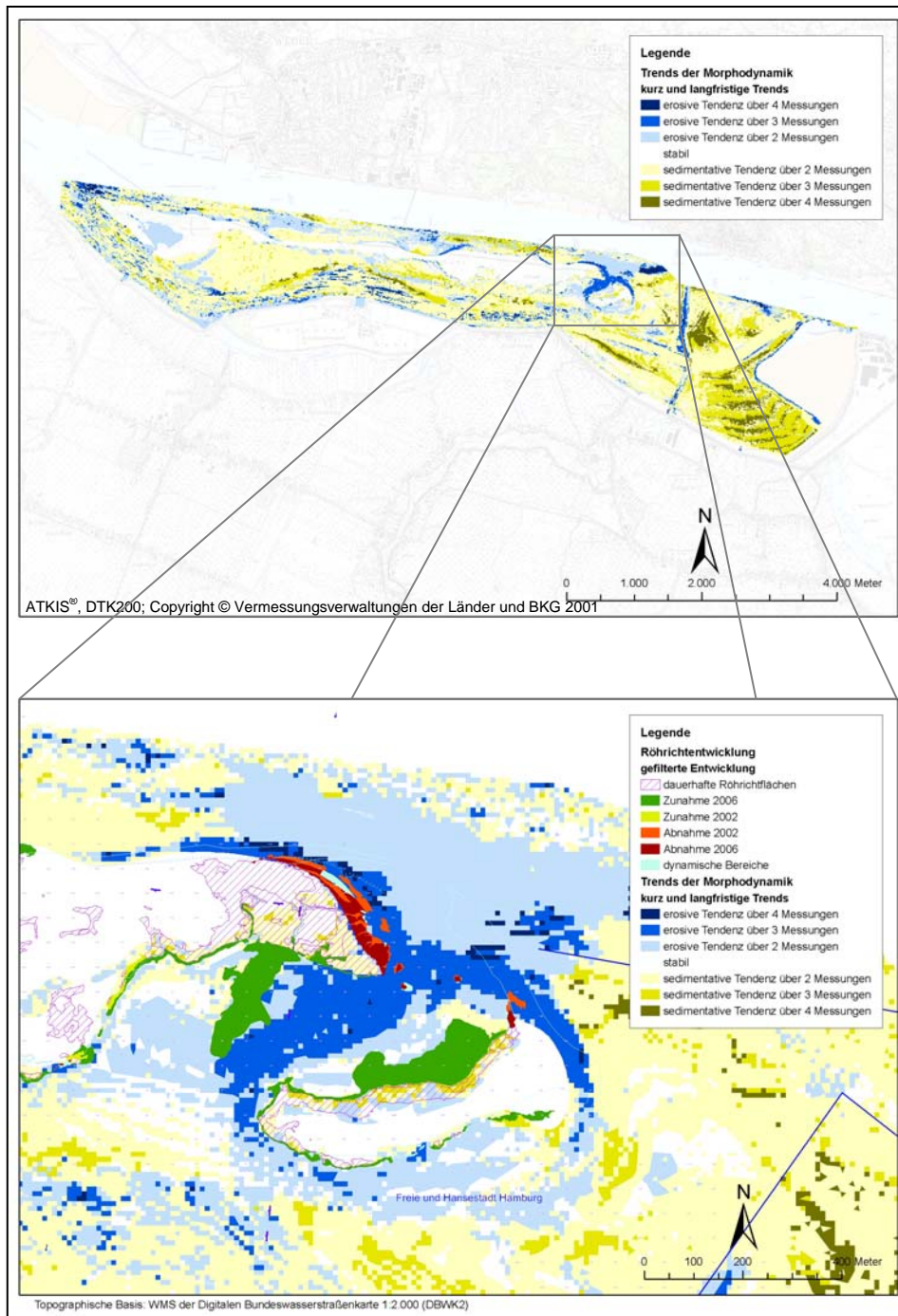


Abbildung 5-5: Tendenzen der Morphodynamik im Bereich Hanskalbsand/Neßsand insgesamt (oben) und im Detail im Bereich Schweinsand überlagert mit den Röhrichtdaten auf Grundlage der Daten aus der Beweissicherung (unten)



Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 19

Abbildung 5-6: Abbruchkante am fahrrinnenseitigen Röhricht auf Schweinsand

5.4 Aufbereitung der historischen Daten

Für die Beweissicherung der Gesamtstrecke wurde eine Analyse der vergangenen Röhrichtentwicklung vorgenommen (siehe auch Kapitel 4.2). Für diese Analyse wurden historische Luftbilder für ausgewählte Teiluntersuchungsgebiete (TUG) hinsichtlich der Röhrichtausdehnungen interpretiert. Zwei dieser TUG liegen im Bereich der Delegationsstrecke (TUG Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch und Heuckenlock). Entsprechend der Auswertungen in der Beweissicherung (BFG 2004) werden die aktuellen Daten aus der Luftbildbefliegung 2006 mit den bereits vorhandenen „historischen“ Datensätzen verschnitten und gemäß der erprobten Vorgehensweise ausgewertet.

6 Auswertung

6.1 Analyse der Röhrichtentwicklung seit 2000

Das in Kapitel 2 beschriebene und festgelegte Bearbeitungsgebiet umfasst 2120 ha. Davon waren im Jahr 2000 (diese Aufnahme ist gemäß der Beweissicherungsaufgaben der Bund-Länder-Arbeitsgruppe der Referenz-Zustand; so genannte „Nullmessung“) 133,5 ha mit Röhricht bestanden

(inkl. nicht sicher zuzuordnende Einheiten, z.B. der feuchten Hochstauden). Im Jahr 2002 waren es 124,86 ha und 2006 124,81 ha. Werden nun Effekte, die nicht hydrologisch begründet sind, wie direkte anthropogene Eingriffe (z.B. Nutzungswandel oder Überbauungen) sowie natürliche Prozesse (z. B. die Verdrängung von Röhrichten durch Gehölze) herausgefiltert, so ergeben sich folgende Werte: Im Jahr 2000 sind 93,70 ha Röhricht zu veranschlagen, 2002 sind es 95,83 ha und 2006 sind es dann 110,18 ha.

Tabelle 6-1: Bilanz der Röhrichtentwicklung im Bereich der Delegationsstrecke für den Zeitraum 2000 bis 2006

Gesamtbilanz	ungefiltert	gefiltert
[ha]	-8,68	16,49
[%]	-6,50	12,35
Bilanz 2000/2002		
[ha]	-8,63	2,13
[%]	-6,47	1,60
Bilanz 2002/2006		
[ha]	-0,04	14,36
[%]	-0,03	10,75

Für den Hamburger Raum ergibt sich zwar in der Rohbilanz eine gewisse Abnahme der Röhrichtbestände, insbesondere zwischen 2000 und 2002, aber diese Abnahmen sind in erster Linie durch Sukzessionprozesse bedingt. Werden solche Prozesse aus der Bilanz herausgefiltert und nur die Veränderungen betrachtet, die sich an der äußeren Grenze der Röhrichte abspielen, so ist im Gegensatz zur Prognose der UVU (die Delegationsstrecke liegt in Zone 3, für die ein Röhrichtverlust von 5 % prognostiziert wurde) eine Zunahme der Röhrichte von 12,35 % seit 2000 angezeigt (siehe Tabelle 6-1). Auffällig ist insbesondere der Raum stromab vom Hamburger Hafen. Hier treten die gravierendsten Veränderungen auf. Kennzeichnend ist eine deutliche Dynamik, d. h. es entstehen und vergehen gleichzeitig relativ große Röhrichtflächen. Dies wird besonders deutlich am Durchbruch der ehemals verbundenen Inseln Neßsand und Schweinsand. Während an der sich dort gebildeten Abbruchkante (siehe auch Abbildung 5-5 und Abbildung 5-6) beständig Röhrichte verloren gehen, haben sich auf der rückwärtigen Seite dieses Durchbruchs am Rande des dort neu entstandenen Priels spontan große Strandsimsen-Bestände etabliert. Ob diese Bestände von Dauer sind, müssen folgende Erhebungen zeigen. Auch ist eine Entwicklung neuer größerer Bestände an bisher vegetationsarmem bzw. -losen Stränden an der Fahrrinnenseite der Insel Hanksalbsand zu erkennen. Des Weiteren muss noch auf die Etablierung eines neuen Tideröhrichts an den Ufern des ehemaligen Binnensees auf Hanksalbsand hingewiesen werden. Durch den Anschluss des Sees an die Tide in Folge eines Ufer-

durchbruchs, haben sich dort die bestehenden Röhrichte weiter ausgebreitet (siehe Abbildung 6-1).

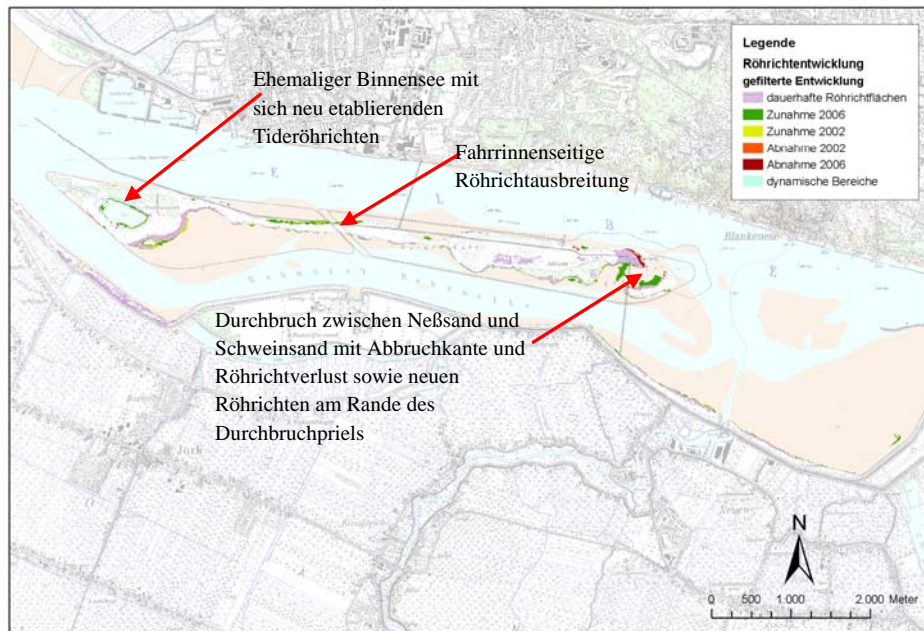
Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

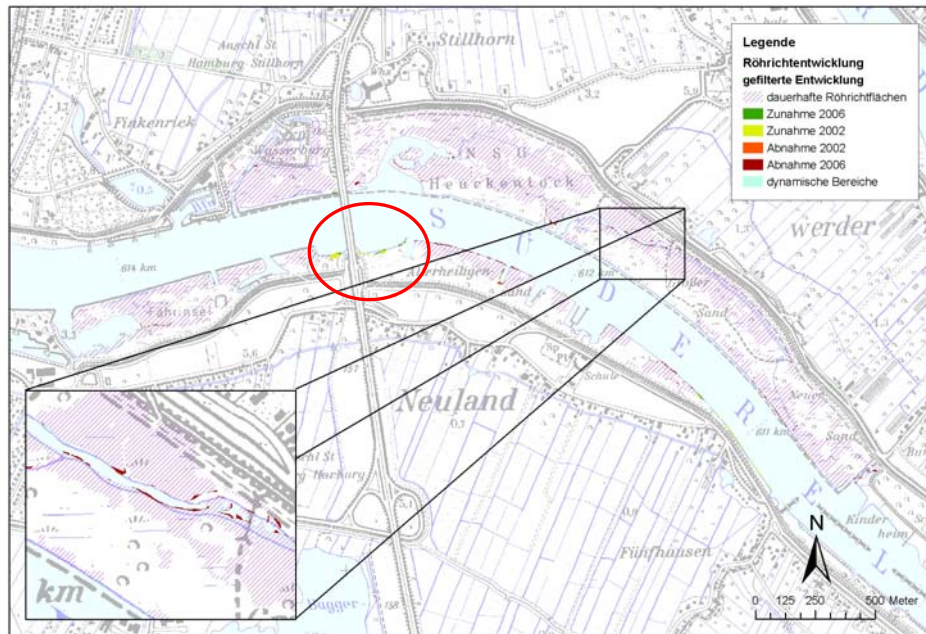
Seite 21



ATKIS®, DTK200; Copyright © Vermessungsverwaltungen der Länder und BKG 2001

Abbildung 6-1: Entwicklung der Röhrichte im Bereich Mühlenberger Loch/Hahnöfer Nebenelbe während der Beweissicherung

Im Bereich Heuckenlock sind die Veränderungen bedeutend marginaler. Größere auffallende Veränderungen sind kaum auszumachen. Die Markanteste ist am Südufer in der Umgebung der Autobahnbrücke zu finden. Dort breitet sich das Röhricht seit 2000 weiter aus. Im Heuckenlock könnten an einigen Ufern der Priele Verluste vermutet werden. In schmalen Bändern scheint das Röhricht dort um wenige Meter abgenommen zu haben. Allerdings sind diese Veränderungen so schmal, dass trotz der präzisen Aufnahme der Daten, ein Messfehler nicht vollkommen ausgeschlossen scheint. Wenn sich diese Verluste in Zukunft fortsetzen sollten, wäre es jedoch ein deutlicher Hinweis auf sich verändernde Bestände, die in dieser Form auf geänderte hydrologische Verhältnisse schließen lassen können (siehe Abbildung 6-2).



ATKIS®, DTK25; Copyright © Vermessungsverwaltungen der Länder und BKG 2001

Abbildung 6-2: Entwicklung der Röhrichte im Bereich Heuckenlock während der Beweissicherung (Ausschnitt: schmaler Röhrichtverlust entlang eines Priels; rot umrandet: Die seit 2000 andauernde Röhrichtzunahme im Bereich der Autobahnbrücke am linken Ufer der Süderelbe)

6.2 Analyse der Entwicklung der Weidengebüsche und der Tideweiden-Auwälder seit 2000

Die Tatsache, dass die Verluste in der Bruttobilanz der Röhrichte in erster Linie auf Sukzessionsprozesse, nämlich der Ausbreitung von Weidengebüschen und Wäldern zurückgehen, lässt bereits ahnen, dass die Bilanz der Weidengebüsche und Tideweiden-Auwälder positiv ausfällt. Tatsächlich nehmen die Gehölze um ca. 8 ha pro Jahr im Untersuchungszeitraum zu. Ob sich diese Größenordnung der Zunahmen im Rahmen der natürlichen Sukzession befindet oder, ob sie durch die geänderten hydrologischen Verhältnisse beeinflusst sind, ist auf Grundlage dieser Daten nicht zu ermitteln. Festzuhalten gilt: Ein Rückgang der Gehölze im tidebeeinflussten Raum ist derzeit nicht angezeigt.

6.3 Analyse der Morphodynamik

Mittels einer Verschneidung der Daten zur Morphodynamik mit den Daten zur Röhrichtentwicklung im TUG Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch können die Zusammenhänge zwischen Sedimentation und Röhrichtzunahme

bzw. Erosion und Röhrichtabnahme sichtbar gemacht werden (siehe Kapitel 5.3). Flächen, die durch abnehmende Röhrichte gekennzeichnet sind, finden sich zu über 70 % in Bereichen, die seit 1998 eher eine erosive Tendenz aufweisen. Entsprechend sind die detektierten Röhrichtzunahmen eher in Bereichen mit einer stagnativen bzw. sedimentativen Tendenz der Morphodynamik zu finden (zusammen ca. 85 %). Zudem sind die überwiegenden Anteile der scheinbar entgegengesetzten Entwicklung (Zunahme der Röhrichte in erosiven Gebieten (ca. 10 %)) im Bereich des ehemaligen Sees auf Hanksalbsand begrenzt. Dieser See hatte bis 2001 einen stabilen tideunabhängigen Wasserstand. Nach dem Durchbruch einer Landbrücke ist dieser See dem Tidegeschehen ausgesetzt und fällt bei Ebbe bis auf einen Priel fast zur Gänze trocken. Dadurch haben sich neue Standorte für Tideröhrichte ergeben, die infolgedessen sukzessive besiedelt werden, auch wenn zunächst eine gewisse Erosion detektiert wurde. Diese Erosion kann aber auch aus unzureichenden Daten zur Zeit vor dem Durchbruch resultieren.

Insgesamt untermauern diese Analysen früher getätigte Annahmen, dass die Entwicklung der Röhrichte in einem wesentlichen Maße von der Morphodynamik abhängig ist (siehe auch BFG 2004).

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 23

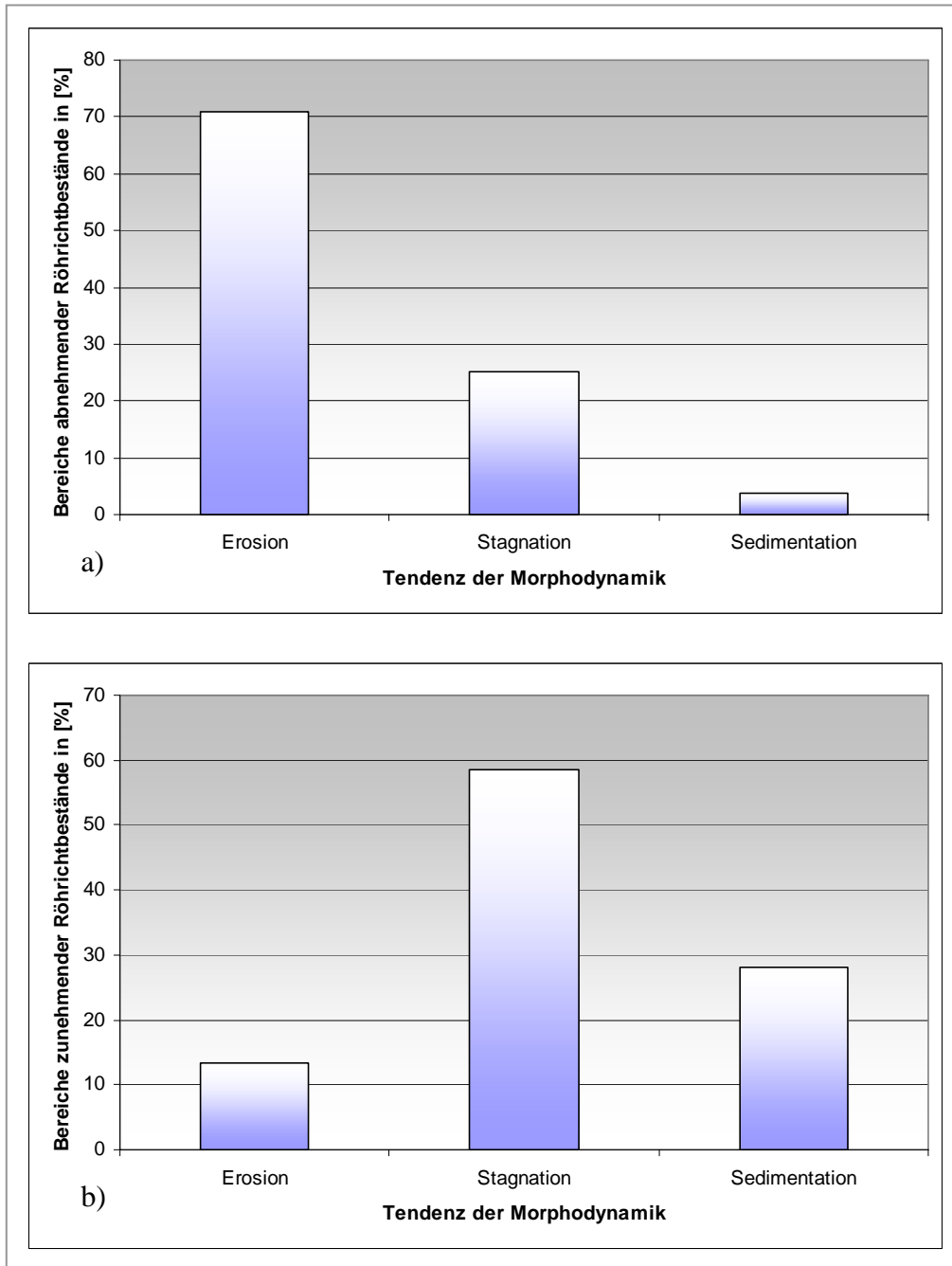


Abbildung 6-3: a) Lage von Röhrichten mit abnehmenden Beständen in Bezug zu Erosion und Sedimentation b) Lage von Röhrichten mit zunehmenden Beständen in Bezug zu Erosion und Sedimentation

6.4 Analyse der historischen Röhricht-Entwicklung

6.4.1 Ergebnisse für das TUG Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch

Eine Beschreibung des TUG und seine Entwicklung bis 2002 sind im BfG-Bericht 1441 (BfG 2004) umfänglich dargestellt. Festzuhalten gilt, dass das

Gebiet der Inseln Hanskalbsand, Neßsand und Schweinsand sehr durch Sukzession geprägt ist. Die umfangreichen Aufspülungen in diesem Gebiet wirk(t)en noch nach. Röhrichtbestände, die sich auf den neu geschaffenen Standorten angesiedelt haben, sind in den Folgejahren wieder durch Gehölze (teilweise gepflanzt) und Reitgrasfluren ersetzt worden. Diese Entwicklung ist in Abbildung 6-4 deutlich aus den diametral verlaufenden Kurven zwischen 1978 und 1992 abzulesen. Große Röhrichtflächen, die auf den Luftbildern von 1978 noch kartiert wurden (spontane Besiedlung auf den durch Aufspülungen neu geschaffenen potentiellen Habitaten), sind auf den folgenden Luftbildern von 1984 und 1992 bereits durch Gehölze verdrängt worden. Daher nimmt der Bruttoanteil der Größe aller Röhrichtflächen in diesem Zeitraum stark ab, während der Nettoanteil, also der Anteil an Röhrichtflächen, der nicht durch direkte anthropogene Einflüsse oder durch Sukzession sich verändert, zugenommen hat (Ausdehnung der Röhrichte in Richtung Watt). Danach nimmt sowohl der Bruttoanteil als auch der Nettoanteil wieder zu. Sehr auffällig dabei ist der Anstieg der gefilterten Kurve zwischen 2002 und 2006. In diesem Zeitraum haben sich äußerst große Röhrichtflächen auf vormals vegetationsfreien Bereich neu gebildet (siehe auch Kapitel 6.1).

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 25

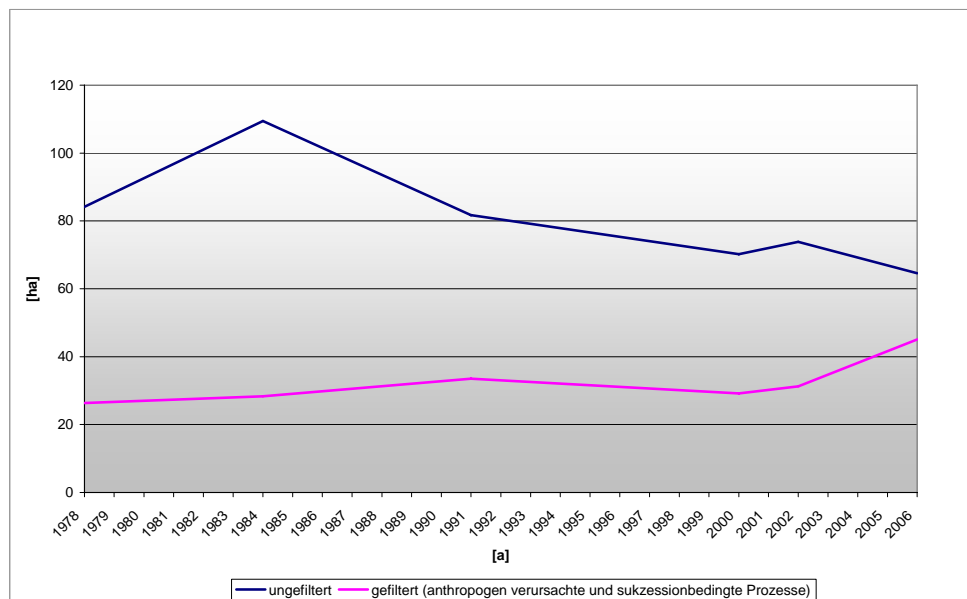


Abbildung 6-4: Röhrichtentwicklung im TUG Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch

6.4.2 Ergebnisse für das TUG Heuckenlock

Auch das TUG Heuckenlock und seine Entwicklung bis 2002 sind bereits ausreichend im BfG-Bericht 1441 (BfG 2004) beschrieben. Das besondere an diesem TUG ist seine weit reichende ungestörte Entwicklung in den letzten Jahrzehnten. Dies zeigen die im Gegensatz anderer TUG (BfG 2004)

eher stagnierenden Kurven der Röhrichtveränderungen. Insbesondere die Nettokurve (gefiltert) ist äußerst ausgeglichen, während die Bruttokurve (ungefiltert) stetig mal mehr, mal weniger abnimmt. Dieses ist in der Gehölzsukzession begründet. Die durchschnittliche Verdrängung von Röhrichten durch das Wachstum der Gehölze beträgt ca. 0,4 ha pro Jahr. Seit 1992 nimmt die Geschwindigkeit des Wachstums der Gehölze zu. Es wird zu prüfen sein, ob dieser Trend anhält.

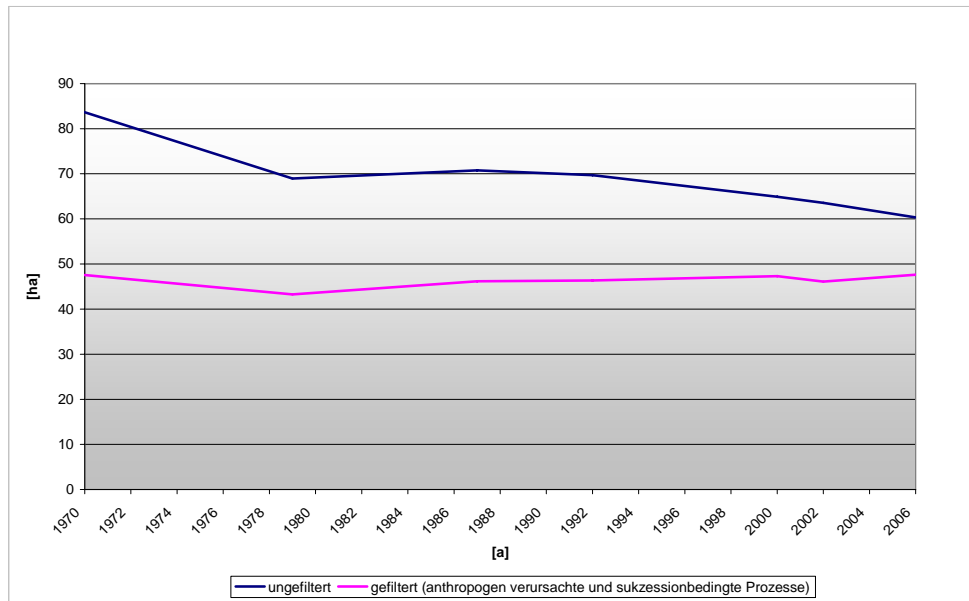
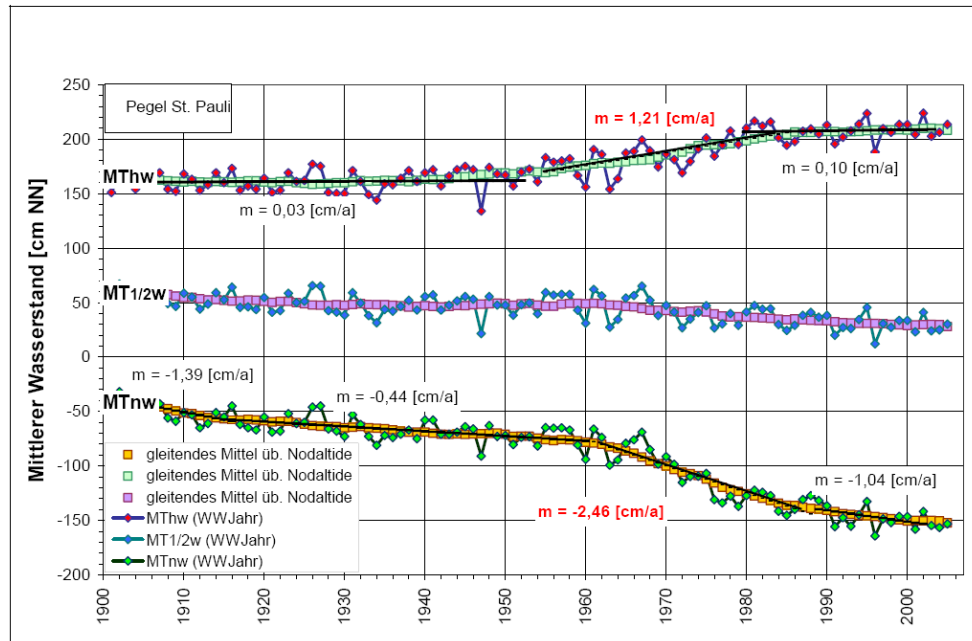


Abbildung 6-5: Röhrichtentwicklung im TUG Heuckenlock

6.5 Hydrologische Veränderungen und ihre Wirkungen auf die ufernahe Vegetation

Veranlassung für diese Untersuchung ist die in der UVU (1997) gestellte Prognose der indirekten Auswirkungen der nach dem Ausbau veränderten hydrologischen Parameter (hier das MThw) auf die ufernahe Vegetation zwischen Geesthacht und Glückstadt (siehe Kap. 2).

In den letzten 100 Jahren haben sich die Tide-Wasserstände an der Elbe deutlich verändert. Durch verschiedene anthropogene Maßnahmen und auch natürliche Schwankungen (Entwicklung des Wasserstandes in der Nordsee und der Oberflächenabfluss) ist der Tidehub am Pegel St. Pauli in den letzten 100 Jahren um ca. 200 cm gestiegen (siehe Abbildung 6-6). Ein Großteil der Veränderung des Tidehubs ist auf den Absink des MTnw zurückzuführen. Auch nach der Anpassung der Fahrrinne ist die prognostizierte Erhöhung des MThw weitestgehend ausgeblieben. Das MTnw ist jedoch gemäß der Prognose, wenn auch weniger stark, gesunken.



Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 27

Abbildung 6-6: Entwicklung der Wasserstände am Pegel St. Pauli (WSA HH, 2006)

Ein direkter Zusammenhang zwischen der Röhrlichtentwicklung, die sowohl gemäß der Analysen im Zeitraum der Beweissicherung als auch historisch gesehen eher positiv ist (siehe Kapitel 6.1 und 6.4), und der Entwicklung des MThw entsprechend des Modells der UVU (siehe Kapitel 2) kann daher nicht verifiziert werden. Andere Faktoren müssen daher genauer betrachtet werden, um die Zusammenhänge verstehen zu können.

Bereits im BfG-Bericht 1441 (2004) wurde auf den Zusammenhang der Röhrlichtentwicklung und der Morphodynamik hingewiesen. Auch die aktuellen Analysen scheinen diese Vermutung zu bestätigen (siehe Kapitel 6.3). Ein Aufwachsen der Basis (z. B. der Watten) durch Sedimentation kann die Erhöhung des MThw kompensieren oder sogar umkehren. Zurzeit erhöht sich das MThw am Pegel St. Pauli um ca. 0,1 cm pro Jahr (Abbildung 6-6). Schon eine relativ geringe Sedimentation kann diesen Betrag kompensieren.

Ein bisher nur wenig beachteter Umstand ist die Wirkung des deutlicher abgefallenen MTnw auf die Standorteigenschaften der Röhrlichte (siehe auch IMMEYER 1994). In der Regel wird für die Grenze der Besiedelbarkeit von Wattflächen durch Röhrlichte die Überstauungszeit als maßgeblicher Parameter benannt (STILLER 2005; GIERSCH & SCHIRMER 2002; KURZ 1997). Es wird bis dato allgemein angenommen, dass eine Erhöhung des MThw eine Verlängerung der Überstauungszeiten der Röhrlichte zur Folge hat und die Vegetationseinheiten entsprechend „nach oben“ ausweichen müssen. Eine Verlängerung der Überstauzeiten bei steigendem MThw trifft insbesondere für die Bereiche zu, die in der Nähe bzw. knapp

unterhalb der MThw-Linie liegen. In diesem Bereich sind allerdings die Überstauungszeiten und -höhen per se eher kurz bzw. niedrig. Dies bedeutet aber, dass überstauungstolerantere Arten (z. B. Röhrichte) gegenüber anderen Arten eher einen Standortvorteil erlangen würden.

In tiefer liegenden Bereichen, in denen bereits sehr lange Überstauungszeiten vorliegen, verhält es sich aufgrund des stärkeren Absinks des MTnw anders. Flächen, die vormals im Mittel nie trocken fielen, liegen jetzt oberhalb von MTnw und fallen dementsprechend regelmäßig trocken: Die Überstauungszeit verkürzt sich, obwohl die Überstauungshöhe sich erhöht (gleichzeitiger Anstieg des MThw). Dieses Phänomen setzt sich zunächst verstärkend nach oben weiter fort. Dies wäre theoretisch wiederum ein Standortvorteil der Röhrichte, wenn sie denn bis in diese Bereich siedeln können.

HPA hat historische Pegeldaten hinsichtlich der Veränderungen der Tidekurven ausgewertet (siehe Abbildung 6-7).

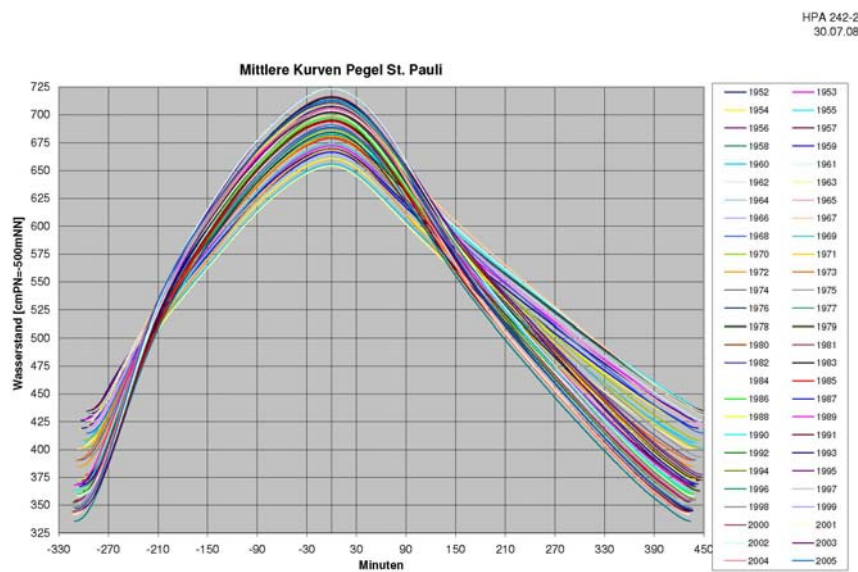


Abbildung 6-7: Veränderungen der Tidekurven zwischen 1952 bis 2005 am Pegel St. Pauli (Quelle: HPA)

Die Verformung der Kurven, bedingt durch den Anstieg des MThw und den Absink des MTnw, ist gut zu erkennen. Dadurch, dass heutzutage in derselben Zeit ein größerer Tidenhub zu bewältigen ist, müssen die „älteren“ Kurven die „neueren“ Kurven kreuzen. Standorte, deren Geländehöhe oberhalb dieser Kreuzungspunkte liegen, erfahren demnach eine Verlängerung der Überstauungszeiten (bis hin zu den Bereichen, die im Mittel früher nie überstaut waren, heute jedoch regelmäßig). Standorte

unterhalb dieser Punkte erfahren jedoch eine Verkürzung der Überstauungszeit (bis hin zu den Bereichen, die früher im Mittel immer überschwemmt waren und heute mit dem Niedrigwasser trocken fallen).

In der Literatur werden die Tideröhrichte in der Regel in mehrere Zonen eingeteilt, die sich in ihrer Ausbreitung an der MThw-Linie (also dem Schnittpunkt zwischen MThw und Geländehöhe) orientieren. Für das Teichsimen-Röhricht gibt STILLER (2005) eine maximale Siedlungstiefe von 1,5 bis 2,0 m unter MThw an. Auch in älteren Veröffentlichungen sind ähnliche Aussagen zu finden (vgl. z. B. KÖTTER 1961), gleichwohl diese sich auf ein gänzlich anderes Tidegeschehen beziehen. Werden diese Annahmen auf die Berechnungen von HPA übertragen, so ergibt sich für den Grenzbereich der möglichen Röhrichtbesiedlung für 1953 eine mittlere Überstauungszeit von 7 Std. und 51 Min. bezogen auf Standorte, die damals 1,5 m unter MThw lagen (bei einem MThw für die 1950er Jahre von ca. 1,7 m+NN bezogen auf den Pegel St. Pauli). Derselbe Standort ist 2004 im Mittel nur noch 6 Stunden und 49 Minuten überstaut, also ca. eine Stunde kürzer. Standorte, die 1953 ca. 1,0 m unter MThw (also ca. 0,7 m+NN lagen) sind 2004 in etwa der gleichen Überstauungszeit wie 1953 (ca. 5 Stunden und 30 Minuten) ausgesetzt. Alle Standorte, die höher liegen, müssen heute längere sowie höhere Überstauungen als früher ertragen. Bereiche, die 1953 noch auf bzw. etwas über der Höhe des MThw lagen und somit im Mittel nicht überstaut wurden, werden heute bis zu 0,40 m vertikal und fast 2 Stunden und 30 Minuten länger überstaut (siehe auch Abbildung 6-7). Dies bedeutet, dass die Röhrichte in beide Richtungen durch die Veränderungen des Tidenhubs eigentlich Standortvorteile erfahren müssten, da die am tiefsten stehenden Röhrichte eher eine Verkürzung als eine Verlängerung der Überstauungszeiten erfahren und die im Grenzbereich der MThw-Linie siedelnden Röhrichte haben aufgrund ihrer an die amphibischen Verhältnisse optimal angepasste Physiologie gegenüber anderen Feuchte liebenden Pflanzen Vorteile. Benachteiligt wären also in erster Linie Vegetationseinheiten, die nicht so Überstauungstolerant sind wie die Röhrichte. Dem entgegen ist das untere Zentrum der Röhrichte heute widrigeren Wasserständen (in Höhe und Zeit) ausgesetzt.

Zusätzlich muss die Höhe der Röhrichte beachtet werden. Es kann demnach Standorte geben, an denen der Wurzelraum heute kürzer überstaut ist, die oberen Pflanzenteile jedoch länger überstaut werden als früher.

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 29

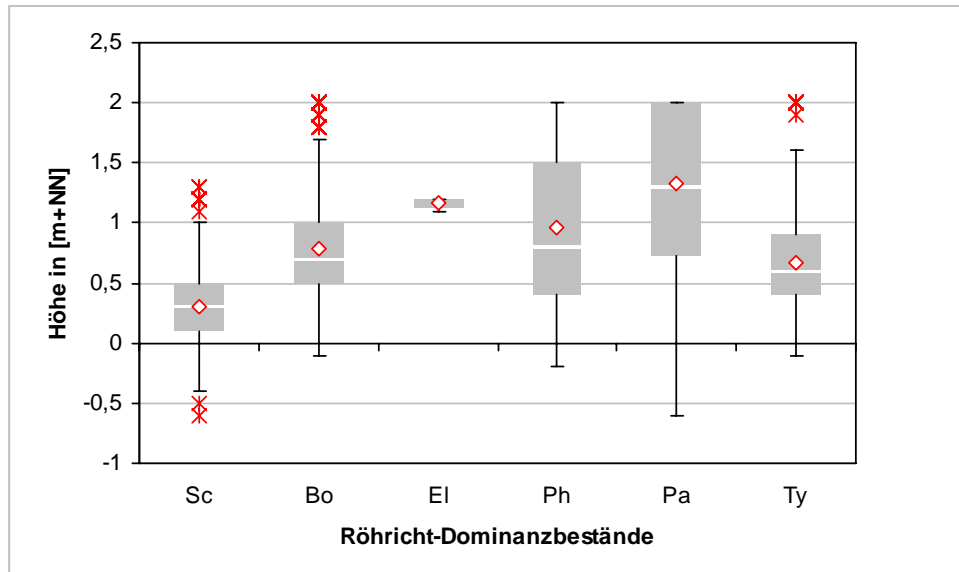


Abbildung 6-8: Äußere Verbreitung der Röhrichtgrenzen gemäß GIS-gestützter Auswertung im Bereich Hanskalbsand/Neßsand. (Sc = Schoenoplectus-Dominanz-Bestand, Bo = Bolboschoenus-Dominanz-Bestand, El = Eleocharis-Dominanz-Bestand, Ph = Phragmites-Dominanz-Bestand, Pa = Phalaris-Dominanz-Bestand, Ty = Typha-Dominanz-Bestand)

Um die tatsächliche maximale aktuelle Ausbreitung der Röhrichte festzustellen, wurden im GIS die Röhricht-Watt-Grenzen der Kartierung von 2006/2007 isoliert und mit dem Geländemodell von 2006 verschnitten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 6-8 dargestellt. Da nicht immer eine vollständige Zonierung der Dominanzbestände vorliegt, bilden neben Teichsimsen-Röhrichten auch andere Röhrichteinheiten eine äußere Grenze zum Watt (dies gilt insbesondere in den Bereichen, in denen ein Rückgang (z. B. aufgrund einer Abbruchkante zu verzeichnen ist). Im Blickpunkt stehen daher zunächst die Teichsimsen- und Strandsimsen-Röhrichte, die in der Regel in ungestörter Lage die äußere Begrenzung der Röhrichte bilden. Der Median Teichsimsen-Röhrichte liegt bei 0,3 m+NN. Dies bedeutet, dass diese Bestände bei einem aktuellen MThw für den Pegel St. Pauli von 2,11 m+NN (Mittelwert für 2000 -2007) bis fast 2 m unter MThw siedeln. Der Median für die untere Grenze der Strandsimsen-Röhrichte liegt bei 0,7 m+NN, also etwas mehr als 1 m unter MThw.

Werden diese Werte und die Angaben aus der Literatur hinsichtlich der maximalen Ausbreitung der Röhrichte auf eine idealisierte Uferböschung aufgetragen und der Höhe (Ordinate) entsprechend der berechneten historischen Tidekurven die Differenzen der Überstauungszeiten zwischen den 1950er Jahren und heute zugeordnet (Abszisse), so wird deutlich, dass die äußere Grenze der Teichsimsen- und Strandsimsen - Röhrichte heute noch im Bereich der theoretischen Ausbreitung der 1950er Jahre liegen und,

dass sie heute anscheinend trotz höherer Überstauung längere Trockenzeiten (im Wurzelraum) erfahren (siehe Abbildung 6-9).

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 31

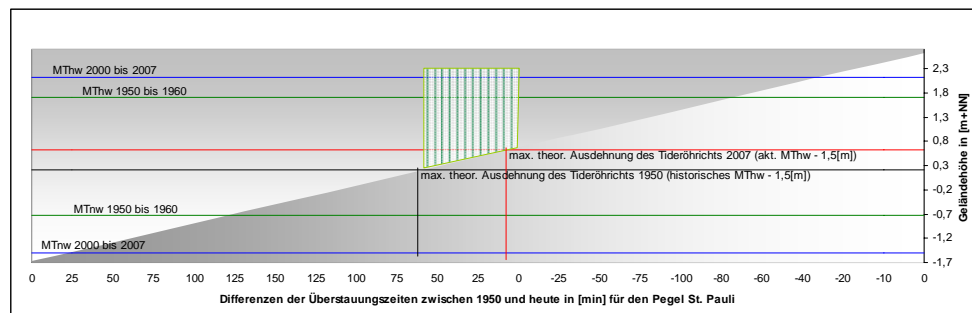


Abbildung 6-9: Differenzen der Überstauungszeiten gegenüber der Höhe [m+NN], inklusive der mittleren Tidewasserstände und der maximalen Ausdehnung der Tideröhrichte gemäß Literatur und GIS-Auswertung (Grün schraffiert: Verbreitungsrahmen (Mediane) der flussseitigen Begrenzung Teichsimsen- und Strandsimsen-Röhrichte im Bereich Hanksalbsand/ Neßsand 2006 gemäß GIS-Analyse)

Diese Auswertungen haben nur für den Hamburger Raum Gültigkeit (Bezugspegel St. Pauli). Weiter stromabwärts haben sich die Pegelkurven gänzlich anders entwickelt. In Cuxhaven ist z. B. keine Absenkung des MTrw registriert sondern ein Anstieg synchron zum MThw, ergo die Überstauungszeiten haben sich synchron zum Anstieg des MThw entwickelt. Das heißt., vom Hamburg Richtung Küste liegt ein Gradient der unterschiedlichen Veränderung der Tidekurven in historischer Zeit vor. Inwieweit dieser Gradient Auswirkungen auf die Entwicklung der Röhrichte hat(te), ist zu prüfen.

7 Zusammenfassung

Die Bilanz der Röhrichtentwicklung für den Bereich der Delegationsstrecke ist seit Beginn der Beweissicherung als positiv zu bezeichnen. Die Röhrichte haben sich ca. um 16,5 ha (12,4 % der Gesamtröhrichtfläche) ausgebreitet (hinsichtlich der Veränderungen an der äußeren Röhrichtgrenze: gefilterte Bilanz). Der Großteil dieser Expansion ist im Zeitraum 2002 bis 2006 zu verzeichnen. Räumlich sind die Veränderungen im Wesentlichen in den Bereichen stromab von Hamburg zu verzeichnen. Die Veränderungen im Gebiet Heuckenlock sind eher marginal und setzen die langfristigen Entwicklungen unverändert fort. Der Verlust an der Gesamtröhrichtfläche rührt in erster Linie aus der Verdrängung von Röhrichten durch Gehölze in den Naturschutzgebieten an der oberen Tideelbe.

Beachtenswerte Dynamik hat es im Bereich Schweinsand gegeben, wo an der Abbruchkante unvermindert Röhricht verloren geht und gleichzeitig im rückwärtigen Bereich sich neue Röhrichtflächen entwickeln. Auffallend sind auch einige fahrrinnenseitige Gebiete auf Hanskalbsand. Dort dehnen sich ebenfalls die Röhrichte aus.

Wie schon die vorangegangenen Untersuchungen zeigten, sind die deutlichsten Veränderungen in der Röhrichtausdehnung in Bereichen mit Erosion bzw. Sedimentation zu finden. Die Morphodynamik ist ein nicht zu vernachlässigender Parameter für die raumzeitliche Entwicklung der Röhrichte. Ein Fokus für die Prognose der Entwicklung der Röhrichte muss also auch dahin verlagert werden, die Faktoren und Prozesse der Sedimentation und Erosion zu benennen und zu quantifizieren. Stichworte sind: Wellenschlag, Strömung, Sedimentfracht.

Zwar hat die Tidedynamik zweifellos einen bedeutenden Einfluss auf die Entwicklung der Röhrichte, allerdings scheint der Ansatz der UVU zu sehr vereinfacht zu sein. Unter Umständen kann ein Absinken des MTnw auch eine Bedeutung für die Standorteigenschaften des Röhrichts haben und zwar hinsichtlich der kürzeren Überstauung sehr tief liegender Standorte.

Festzuhalten gilt, dass die Parametrisierung der wichtigsten Einflussgrößen, die für die Etablierung von Röhrichten an bestimmten Standorten maßgeblich sind, nicht abgeschlossen ist und daher auch die alleinige Orientierung der Röhrichtzonen am MThw keine befriedigenden Ergebnisse für eine Prognose liefern kann. Alle Beobachtungen und Messungen, die im Rahmen der Beweissicherung bereits durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass die Zusammenhänge zwischen Röhrichtvorkommen und den dafür verantwortlichen Standortfaktoren deutlich komplexer sind als ursprünglich angenommen.

Weidengebüsche und Tideweiden-Auwald breiten sich zurzeit in allen Gebieten aus. Diese Ausbreitung geht in erster Linie auf Kosten der Röhrichte und ist Teil der natürlichen Sukzessionsprozesse. Ob diese Entwicklungen entsprechend der geänderten hydrologischen Bedingungen nach der Fahrrinnenanpassung eine Veränderung erfahren haben, ist momentan nicht abzuschätzen.

8 Literatur

- AMT STROM- UND HAFENBAU (1999): Planfeststellungsbeschluss zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt, Delegationsstrecke, Hamburg
- BFG, BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2000): Computergestützte Klassifizierung von Biotoptypen auf Grundlage digitaler hochauflösender multispektraler Scannerdaten (HRSC-A), Abschlussbericht
- BFG, BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (2004): Analyse der aktuellen räumlichen Veränderungen ufernaher Röhrichte und Uferstauden unter besonderer Berücksichtigung ihrer historischen Entwicklung (der letzten 30 bis 50 Jahre)
- DRACHENFELS v, O. (1994): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der nach §28a und §28b NNatG geschützten Biotope, Naturschutz Landschaftspfl. Nieders. Heft A/4, 1-192, Hildesheim
- CLAUS B., NEUMANN, P. & SCHIRMER, M. (1994): Rahmenkonzept zur Renaturierung der Unterweser und ihrer Marsch. Teil 2. Konkretisierung der Entwicklungsziele, Maßnahmen / Entwicklungskonzept; Landwirtschaftliche Perspektiven. -Veröffentlichung der gemeinsamen Landesplanung Bremen/Niedersachsen Nr. 8-94
- EHLERS, M., MÖLLER, M., JANOWSKY, R. & GÄHLER, M. (2000): Entwicklung einer Methode zur automatisierten Biotoptypenerfassung auf der Grundlage von HRSC-A-Scannerdaten, unveröffentlichter Abschlussbericht, Hochschule Vechta - Institut für Umweltwissenschaften
- EHLERS, M., R. JANOWSKY & M. GÄHLER (2002): Anwendung einer Methode zur automatisierten Biotoptypenerfassung auf der Grundlage einer HRSC-AX-Befliegung im Beweissicherungsverfahren zum 14,5 m-Ausbau von Unter- und Außenelbe. Unveröffentlichter Abschlussbericht.
- EHLERS, M., R. JANOWSKY & M. GÄHLER (2003): Computergestützte Klassifizierung und Kartierung von Biotoptypen auf der Grundlage digitaler hochauflösender multispektraler Scannerdaten –

Wiederholungsbefliegung 2002 - unveröffentlichter Abschlussbericht.

HEUNER, M & SCHRÖDER, U. (2008): GIS-based habitat models for the riverine vegetation of tidal rivers - A case study on the River Elbe in Germany

GÄHLER, M., JANOWSKY, R. & SCHRÖDER, U. (2002): Automatisierte Biotoptypenklassifikation auf Basis höchstauflösender Flugzeugscannerdaten. In: Blaschke T. (Hrsg.) – Fernerkundung und GIS, Neue Sensoren – innovative Methoden

GIERSCH, K. & SCHIRMER, M. (2002): Kommentierte Literaturrecherche zum Thema Röhricht im Auftrag der Bundesanstalt für Gewässerkunde (unveröffentlichter Bericht im Auftrag der BfG)

KURZ, H: (1997): Materialband VI: Fachgutachten Tiere und Pflanzen, terrestrische Lebensgemeinschaften. Erstellt durch das Büro für Biologische Bestandsaufnahmen, Hamburg; i. A. d. Planungsgruppe Ökologie + Umwelt Nord, Hamburg, für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg und der Freien und Hansestadt Hamburg, Wirtschaftsbehörde, Amt Strom- und Hafenbau, Hamburg.

HPA, HAMBURG PORT AUTHORITY (2007): Ergebnisprotokoll „Biotoptypenkartierung Delegationsstrecke“ – Beweissicherung Fahrrinnenanpassung 99/00

KÖTTER, F. (1961): Die Pflanzengesellschaften im Tidegebiet der Unterelbe.-Arch. Hydrobiol./supp. 26: 106-184

MOORMAN, H (2001): Einfluss der Rhizodeposition von Helophyten auf den mikrobiellen Schadstoffabbau, Dissertation, Bremen

NATURE-CONSULT (2008): Erfassung der Röhrichtbestände und angrenzender ufernaher Vegetationseinheiten der Unter-/Außenelbe aus den Daten der Luftbildbefliegung 2006, unveröffentlichter Abschlussbericht im Auftrag der BfG

PÖUN, PLANUNGSGRUPPE ÖKOLOGIE + UMWELT NORD‘ (1997): Umweltverträglichkeitsstudie zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt, Teil 1: Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU). 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.

- SCHRÖDER, U. (2005): Analysis of Shift in Reed Habitats along the River Tidal River Elbe, in: ERASMI, S., CYFFKA, B., KAPPAS, M.(Hrsg): Göttinger Geographische Abhandlungen Remote Sensing & GIS for Environmental Studies: Application in Geography, Heft 113, S.109-115
- STILLER, G. (2005): Bewertungsverfahren für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen in der Tideelbe gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (Endbericht), im Auftrag der ARGE Elbe, Wassergütestelle Elbe, Hamburg
- WEFEL, F.,SCHOLTEN, F., NEUKUM, G., ALBERTZ, J. (1998): Digitale Luftbildaufnahme mit der HRSC – Ein Schritt in die Zukunft der Photogrammetrie. In: PFG, Volume 6, pp. 337-348
- WSA, WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT HAMBURG (2001): Ergebnisprotokoll der Bund-Länder- Arbeitsgruppensitzung am 09.10.2001 im WSA Hamburg
- WSA, WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT HAMBURG (2004): Ergebnisprotokoll der Bund-Länder- Arbeitsgruppensitzung am 20.12.2004 im WSA Hamburg
- WSA, WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT HAMBURG (2007): Bericht zur Beweissicherung 2006
- WSD-NORD, WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT NORD (1999): Planfeststellungsbeschluss zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt, Bundesstrecke, Kiel

Bundesanstalt für
Gewässerkunde

Beweissicherung
Unter- und Außenelbe

Untersuchungen zur
Entwicklung verschiedener
Vegetationseinheiten im
Rahmen der Beweissicherung
zur Fahrrinnenanpassung
der Unter- und Außenelbe
im Bereich der
Delegationsstrecke

Datum 02.12.2008

Seite 35