

Untersuchungen zur Erfassung von Veränderungen der Makrophytenbestände unter Berücksichtigung von Wellenschlag / Wellenbelastung im Bearbeitungsgebiet Tideelbe

Endbericht - Ergebnisse Ersterfassung 2015



Hamburg, Februar 2016

Auftraggeber:
Wasser- und Schifffahrtsamt
Hamburg

Auftragnehmerin:
Dipl.-Biol. Gabriele Stiller
Biologische Kartierungen und Gutachten, Hamburg

Untersuchungen zur Erfassung von
Veränderungen der Makrophytenbestände
unter Berücksichtigung von Wellenschlag / Wellenbelastung
im Bearbeitungsgebiet Tideelbe

Endbericht - Ergebnisse Ersterfassung 2015

Auftraggeber: Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg
Moorweidenstraße 14
20148 Hamburg

Auftragnehmerin: Dipl.-Biol. Gabriele Stiller
Biologische Kartierungen und Gutachten
Jaguarstieg 6 - 22527 Hamburg
Tel.: (040) 40 18 80 95
Fax: (040) 40 18 80 96
e-Mail: Gabriele.Stiller@t-online.de

Bearbeitung: Dipl.-Biol. Gabriele Stiller
Biologische Kartierungen und Gutachten
(Projektleitung, Kartierung, Auswertung, Bericht)

Mitarbeit: Dipl.-Ing. Michael Stöber
Biologische Kartierungen und Gutachten
(technische Unterstützung bei Geländeuntersuchungen)

Hamburg, Februar 2016

Titelfoto

Probestelle TEL-MP-W1-S - Schwarztonnensand:
auflaufende Containerschiffswellen im Makrophytenbestand im Sommer 2015

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2	Untersuchungsgebiet und Probestellenauswahl	1
3	Methoden	2
3.1	WRRL-Untersuchung gemäß BMT-Verfahren	3
3.2	Transektkartierung und Einmessen der unteren Vegetationsgrenze	3
3.3	Erfassung biotischer Parameter	5
4	Ergebnisse	6
4.1	Kurzdarstellung der Makrophytenbestände und Bewertung des ökologischen Zustands gemäß WRRL sowie des Arteninventars	6
4.2	Transektkartierung und untere Vegetationsgrenze	10
4.3	Biotische Parameter der dominanten Röhrichte	11
5	Zusammenfassung	16
6	Literatur	17
6.1	Zitierte Literatur	17
6.2	Bestimmungsliteratur	18

Anhang

Berechnung des STI-Makrophyten in Tidegewässern (<i>Auszug</i>)	Tab. A1
Stammdaten	Tab. A2
Legende Vegetations- und Biotoptypen	Tab. A3
Vegetations- bzw. Biotoptyp-Aufbau der Transekte	Tab. A4
Plot-Koordinaten biotische Parameter	Tab. A5
Kartierprotokolle	TEL-MP-W1-W3

Anlage CD

Endbericht inkl. Anhang
 Fotodokumentation
 Tab. A1: Berechnung des STI-Makrophyten in Tidegewässern
 Kartierprotokolle
 Datentabellen: Profile + unt Veg + Plots
 Profilzeichnungen
 Halmprotokolle + Auswertung der biotischen Parameter

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage der drei Probestellen zum Wellenschlag-Monitoring: Schwarztonnensand (TEL-MP-W1-S), Bielenberg (TEL-MP-W2-B) und Hollerwettern (TEL-MP-W3-H), die im Sommer 2015 erstmals untersucht wurden	2
Abb. 2:	Schematische Darstellung des 100 m langen, uferparallelen WRRL-Kartierabschnitts sowie der drei Transekte am Beispiel der Probestelle Bielenberg (W2-B)	4
Abb. 3:	Transektkartierung gemeinsam mit dem WSA-Vermesser mittels DGPS-Empfänger im Röhricht sowie im Bereich der unteren Vegetationsgrenze im Sommer 2015	4
Abb. 4:	Erfassung biotischer Parameter der dominanten Röhrichte: Eingemessener kreisförmiger Plot mit Stab zur Höhenmessung und Messschieber zur Dickenmessung	5
Abb. 5:	Standort Bielenberg (W2-B) im Frühjahr 2015 mit freigespülten Sumpfsimsen-Beständen (links) und mit freigespülten Schilf-Rhizomen (rechts)	9
Abb. 6:	Standort Schwarztonnensand (W1-S) im Frühjahr 2015 mit freigespülten Sumpfsimsen-Beständen	9
Abb. 7:	Strandsimsen-Sprosse im vorderen flusszugewandten Randbereich des Bestands (links) und innerhalb des dichteren Pflanzenbestands (rechts) am Standort Hollerwettern (W3-H)	12
Abb. 8:	Halmdicke und Halmhöhe der dominanten Röhrichte im flusszugewandten Randbereich (v=vorn) und innerhalb des dichteren Pflanzenbestands (h=hinten) für die Strandsimsen-Sprosse an den Monitoringstellen Schwarztonnensand (W1-S) und Hollerwettern (W3-H) sowie für die Schilf-Halme bei Bielenberg (W2-B)	13
Abb. 9:	Nachgewachsene Strandsimsen-Sprosse innerhalb geschlossener Bestände weisen ebenfalls eine größere Halmdicke auf als die umgebenden älteren Halme	14
Abb.10:	Strandsimsen-Bestand am Nordufer von Neßsand im Sommer 2015: Auch die rückwärtigen, stromabgewandten Sprosse sind gedrungener und haben eine größere Halmdicke	15

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Kurzbeschreibung der im Jahr 2015 untersuchten Wellenschlag-Monitoringstellen	6-7
Tab. 2:	Aufstellung der im Zuge der Ersterfassung im Sommer 2015 innerhalb der Transekte an den drei Monitoringstellen nachgewiesenen Rote Liste-Arten (GARVE 2004, KORNECK et al. 1996, MIERWALD & ROMAHN, 2006)	10
Tab. 3:	Anzahl der Röhrichthalme pro Quadratmeter an den drei Monitoringstellen (vgl. „Auswertung der biotischen Parameter“ auf CD)	12

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Im Messprogramm zum Planfeststellungsbeschluss vom 23. April 2012 zur „Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe für 14,5 m tiefgehende Containerschiffe“ ist neben dem Monitoring von Veränderungen der Vegetation durch den Einfluss der herrschenden Salinitäten auch ein Monitoring zum Einfluss des Wellenschlags auf die Vegetation in der Tideelbe durchzuführen. Während das Salinitätsmonitoring seit 2008 jährlich durchgeführt wird (STILLER 2016) startete das Wellenschlag-Monitoring im Jahr 2015.

Anhand der vorgesehenen Untersuchungen soll die Stabilität der unterhalb der mittleren Tidehochwasserlinie siedelnden Vegetationsbestände (hier: Makrophyten) vor dem Hintergrund von Veränderungen von Seegang, Schiffs- und Windwellen überprüft werden. Denn erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten und die vom Schiffsverkehr erzeugten Wellen können stellenweise zu einer starken mechanischen Belastung der Elbufer führen (Projektbüro Fahrrinnenanpassung (2007) sowie www.fahrrinnenausbau.de). In der Folge kann es zu Uferabbrüchen und Erosion einschließlich Vegetationsschädigungen bis hin zum Ausfall von Pflanzenbeständen kommen. Auch führt die Zunahme von Strömung und Wellenschlag zur Übersandung von Schlickwatten.

Das Untersuchungsprogramm sowie die Lage der Untersuchungsstandorte zum Wellenschlag-Monitoring wurden zwischen dem Wasser- und Schifffahrtsamt, Hamburg (WSA), der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und der Auftragnehmerin abgestimmt. Hiernach sollen Vegetationskartierungen, Wellen- und Strömungsmessungen sowie UAS-gestützte Befliegungen zur Erstellung von Orthofotobildern und digitalen Oberflächenmodellen an drei exponierten Standorten im Bearbeitungsgebiet Tideelbe durchgeführt werden (BfG 2013, 2014, WSA 2014).

Als Träger des Vorhabens (TdV) „Fahrrinnenanpassung“ ist das Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA), Hamburg, für die Durchführung bzw. Veranlassung der im Planfeststellungsbeschluss genannten Untersuchungen zuständig. Im Jahr 2015 wurde Dipl.-Biol. Gabriele Stiller, Hamburg, mit der Durchführung der Arbeiten zu den Vegetationskartierungen beauftragt. Diese gliedern sich gemäß Monitoringprogramm (WSA 2014) in Untersuchungen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie, Transektvermessungen sowie die Erfassung biotischer Parameter für die dominanten Röhrichte. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Ersterfassung in 2015 vorgestellt.

2 Untersuchungsgebiet und Probestellenauswahl

Zur Erfassung von Veränderungen der Vegetation durch Wellenschlag bzw. Wellenbelastungen sind entsprechend exponierte Standorte auszuwählen. Besonders durch schiffsinduzierten Wellenschlag gefährdet sind grundsätzlich

- fahrrinnennahe Standorte ohne vorgelagerte größere Wattflächen, die gleichzeitig infolge der Fahrrinnenanpassung versteilen können (fehlender Auslauf für Wellen),
- sandige Ufer sowie Ufer mit bestehenden Abbruchkanten.

Darüber hinaus müssen hinreichend ausgeprägte Vegetationsbestände vorhanden sein, um die Auswirkungen der sich möglicherweise ändernden Wellenbelastungen erfassen zu können.

Unter Berücksichtigung dieser sowie weiterer Vorgaben, wie Lage zum MThw, naturnahe, nicht verbaute Ufer, Bodenarten, Ausschluss von besonderen Strömungsverhältnissen in

der Nähe von Nebelnelben sowie Erreichbarkeit, wurden „Empfehlungen für die Auswahl dreier exponierter Standorte zum Monitoring von Makrophytenbeständen an der Unterelbe“ durch die BfG erarbeitet. Details zur Auswahl geeigneter Standorte siehe dort (BfG 2013). Aus den hierin vorgeschlagenen acht Standorten wurden gemeinsam mit allen Beteiligten drei Standorte ausgewählt und im September/Okttober 2014 fixiert.

Bei den Untersuchungsstellen für das Wellenschlag-Monitoring handelt es sich um die folgenden drei in Abbildung 1 dargestellten Standorte Schwarztonnensand (Strom-km 665,6), Bielenberg (Strom-km 669,7) und Hollerwetter (Strom-km 680,7), die allesamt im Übergangsgewässer der Tideelbe liegen.

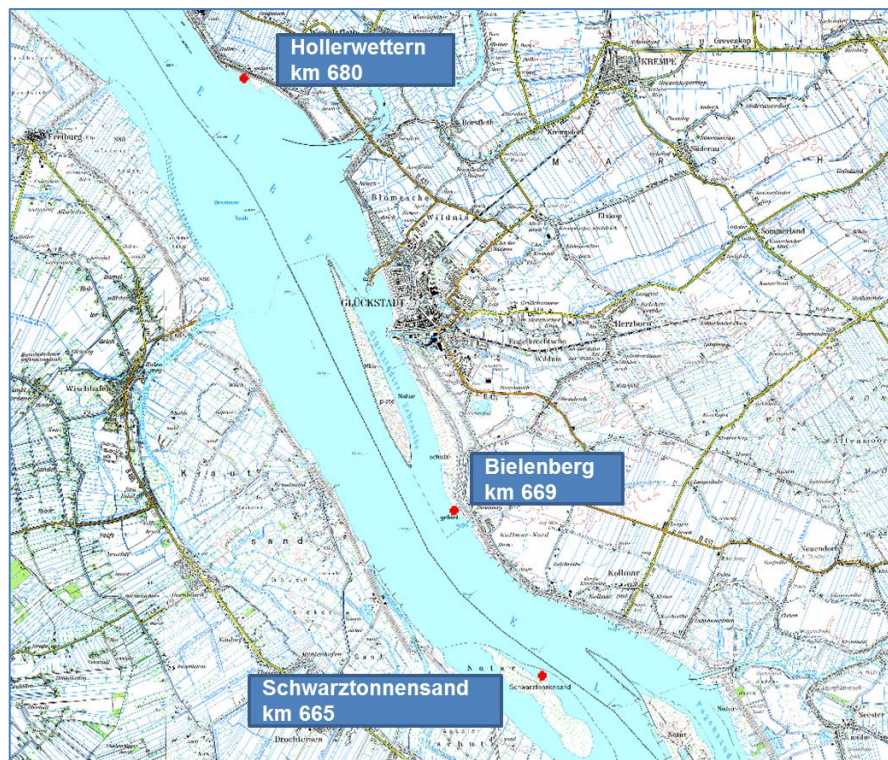


Abb. 1: Lage der drei Probestellen zum Wellenschlag-Monitoring: Schwarztonnensand (TEL-MP-W1-S), Bielenberg (TEL-MP-W2-B) und Hollerwetter (TEL-MP-W3-H), die im Sommer 2015 erstmals untersucht wurden

3 Methoden

Die Untersuchungen zu den Vegetationskartierungen gliedern sich gemäß Monitoringprogramm des WSA (2014) in die flächenhafte Erfassung der Makrophytenbestände nach WRRL-Methodik, Transektvermessungen sowie Einmessen der unteren Vegetationsgrenze und die Erfassung von biotischen Parametern zur Dokumentation von Unterschieden im Wuchsverhalten der dominanten Röhrichte. Während die WRRL-Untersuchungen und die Erhebung der biotischen Parameter der Röhrichte allein durch die Gutachterin sowie Mitarbeiter ihres Büros durchgeführt wurden, erfolgten die Transektvermessungen sowie das Einmessen der flusszugewandten Vegetationsgrenze und der Plots mit Unterstützung eines Vermessers seitens des WSA, Hamburg, der mit einem DGPS-Empfänger (Differential Global Positioning System) ausgerüstet war. Der für die Untersuchungen auf Schwarztonnensand notwendige Transfer zur Insel wurde durch den Auftraggeber sichergestellt.

3.1 WRRL-Untersuchung gemäß BMT-Verfahren

Die Untersuchung der Vegetation an den drei Monitoringstellen erfolgte nach der „Verfahrensanleitung zur Bewertung der Qualitätskomponente Makrophyten in Tidegewässern Nordwestdeutschlands gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie“, dem sog. BMT-Verfahren (STILLER 2011). Eine detaillierte Beschreibung der Durchführung der Geländearbeiten sowie die zur Bewertung notwendigen Formeln und Tabellen können der Verfahrensanleitung entnommen werden.

Hiernach wurde die Kartierung der drei festgelegten Probestellen je 1x im Frühjahr (07.+09.05.2015) und zur Hauptvegetationsperiode (18.+22.07.2015) durchgeführt. Neben der Artenzusammensetzung und Pflanzenmenge wurden die Zusatzkriterien zur Besiedlungsstruktur (Ausdehnung, Vegetationszonierung und Vitalität) durch Abschnitts- und Transektkartierungen im Gelände erfasst. Außerdem wurden relevante Standortfaktoren innerhalb des jeweils 100 m breiten, uferparallelen, homogenen Untersuchungsabschnitts im Bereich der ausgewählten Probestellen gemäß dem vorliegenden Kartierprotokoll erhoben. Sämtliche Details zu Artenzusammensetzung, Besiedlungsstruktur und Standortparametern der Untersuchungen aus 2015 sind in den Kartierprotokollen sowie in Tabelle A2 im Anhang dokumentiert. Vergleiche auch Fotodokumentation auf CD.

Die im Gelände erhobenen Makrophytendaten wurden mit der vorliegenden Bewertungsmatrix unter Berücksichtigung der in der Verfahrensanleitung genannten Kriterien ausgewertet, die Ergebnisse den Bewertungsstufen der Klassifizierungsskala zugeordnet und die einzelnen Probestellen nach WRRL bewertet (vgl. Tab. A1 im Anh. sowie auf CD).

3.2 Transektkartierung und Einmessen der unteren Vegetationsgrenze

Um die mit den möglichen Vegetationsveränderungen einhergehenden Standortveränderungen, wie z. B. Veränderungen der Geländehöhen bzw. Abbrüche, erfassen zu können, wurden die Geländehöhen des untersuchten Abschnitts anhand von sog. Transektvermessungen ermittelt. Je Probestelle wurden dem Monitoringprogramm (WSA 2014) entsprechend drei Transekte vermessen, d. h. Anfang, Mitte und Ende des 100 m breiten WRRL-Kartierabschnitts (Abb. 2 + 3).

Entlang der Transekte wurde im Abstand von 2 m oder beim Wechsel des vorherrschenden Vegetationstyps jeweils ein Geländepunkt einschließlich Geländehöhe mittels DGPS eingemessen. Bei homogenen Wattstrecken wurde der Abstand vergrößert (z. B. auf 4 m), während auftretende Abbruchkanten entsprechend kleinräumiger eingemessen wurden. Die Transekte verlaufen rechtwinklig zur Fahrrinne und reichen jeweils von der MTnw-Linie bis ca. 20 m über die MThw-Linie hinaus (vgl. auch laufende Untersuchungen zum Monitoring auf Neßsand im Auftrag der Hamburg Port Authority (STILLER 2010, 2013a, 2014, 2016 in Vorb.)).

Außer der Geländehöhe wurde auf einer Breite von 5 m, d. h. ca. 2,5 m rechts und links des Messpunktes bzw. des Transektverlaufs die dominante Vegetation bzw. der Biotoptyp erfasst. Die Einstufung der Vegetation entlang der Transekte erfolgte auf Bestandsebene anhand der dominanten Pflanzenarten (vgl. Tab. A3 im Anh.). Heterogene Vegetationsbestände sowie vegetationsfreie Abschnitte (z. B. Sandwatt) wurden auf Ebene der Biotoptypen (BRANDT & ENGELSCHALL 2009, DRACHENFELS 2011) eingestuft.

Im Zuge der Transektkartierungen wurde für den 100 m breiten WRRL-Kartierabschnitt jeweils auch der Verlauf der unteren flusszugewandten Vegetationsgrenze mittels DGPS eingemessen (Abb. 2 + 3; vgl. Datentabelle „unt Veg“ auf CD).

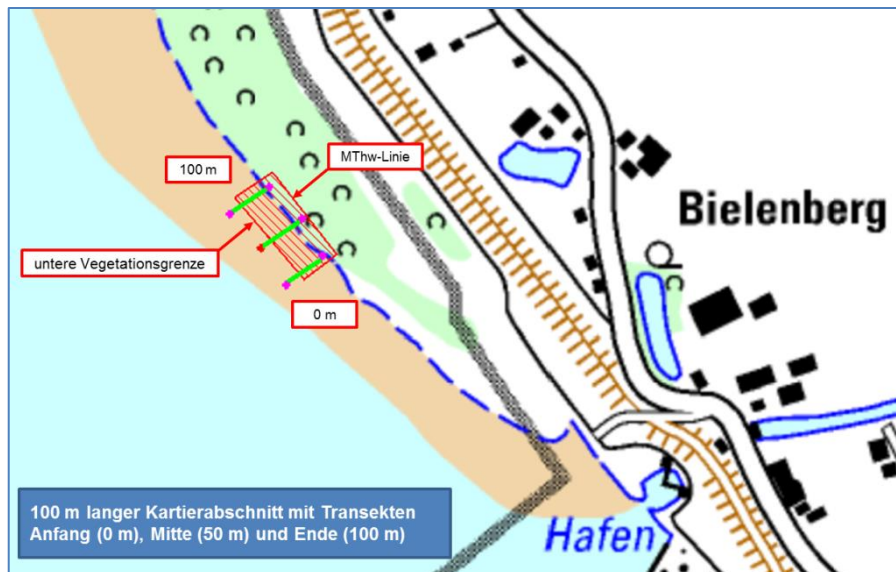


Abb. 2: Schematische Darstellung des 100 m langen, uferparallelen WRRL-Kartierabschnitts sowie der drei Transekte am Beispiel der Probestelle Bielenberg (W2-B)



Abb. 3: Transektkartierung gemeinsam mit dem WSA-Vermesser mittels DGPS-Empfänger im Röhricht sowie im Bereich der unteren Vegetationsgrenze im Sommer 2015

Nach Abschluss der Vermessungsarbeiten, die im Zeitraum 20.-22.07.2015 erfolgten, wurden ausgehend von den gemessenen Geländepunkten Transektzeichnungen im Maßstab 1:500 durch den Auftraggeber gefertigt und durch die Auftragnehmerin geprüft. Hierzu wurden alle Geländepunkte zusammen mit den Vegetationsdaten und den Geländehöhen in Form von Profillinien mit Bezug zum Normalnull (NN) bzw. zum aktuellen MThw und MTnw des jeweiligen Standorts dargestellt (vgl. Datentabelle „Profile“ sowie Profilzeichnungen auf CD).

Zusätzlich zu den Profilzeichnungen wurden die Vegetationsdaten tabellarisch aufbereitet (vgl. Tab. A4 im Anh.). Hierbei wurden für einzelne Abschnitte der Transekte außer den vorherrschenden Pflanzenarten auch Begleitarten sowie Besonderheiten dokumentiert.

3.3 Erfassung biotischer Parameter

Neben den flächigen Untersuchungen der Makrophytenbestände an den Monitoringstellen anhand der WRRL-Untersuchung (vgl. Kap. 3.1) sollten in der unteren flusszugewandten Vegetationszone die biotischen Parameter Halmstärke, Halmlänge und Halmdichte des dominanten Röhrichts ermittelt werden.

Zur Aufnahme dieser Parameter wurde ein kreisförmiger Rahmen mit einem Durchmesser von 40 cm verwendet (Abb. 4), da hierdurch die Platzierung über den eingemessenen Kreismittelpunkt eindeutig und damit reproduzierbar ist. Je Monitoringstelle wurden insgesamt 10 Plots zufallsbasiert verteilt und eingemessen, und zwar jeweils 5 Plots in den unmittelbar flusszugewandten randlichen Röhrichtbeständen und 5 Plots hierzu in einem Abstand von 2-5 m uferwärts innerhalb des Bestands.

In jedem Plot wurde die Höhe jeder Pflanze mit einem Zollstock (in cm und auf 1 cm gerundet) und die zur jeweiligen Pflanze gehörende Halmdicke (in mm und auf 0,1 mm gerundet) gemessen. Die Dickenmessung erfolgte je nach dominantem Röhricht in 5 cm (*Bolboschoenus maritimus*) bzw. 10 cm (*Phragmites australis*) Höhe über dem Boden mit einem Messschieber mit Digitalanzeige (Abb. 4). Berücksichtigt wurden ausschließlich lebende Pflanzen (CARUS & SCHRÖDER 2014).



Abb. 4: Erfassung biotischer Parameter der dominanten Röhrichte: Eingemessener kreisförmiger Plot mit Stab zur Höhenmessung und Messschieber zur Dickenmessung

Die Halmhöhen und -dicken sind in Halmprotokollen zusammen mit Angaben zum Standort bzw. weiteren Arten dokumentiert (vgl. Halmprotokolle auf CD). Die Koordinaten der Plots sind in einer gesonderten Tabelle zusammengefasst (Tab. A5 im Anh. sowie Datentabelle „Plots“ auf CD). Die Halmdichte wurde über die Anzahl der Halme pro Untersuchungsfläche ermittelt und die erhobenen Daten in Tabellen und Grafiken aufbereitet (vgl. Kap. 4.3 sowie „Auswertung der biotischen Parameter“ auf CD).

Um Halmhöhe und -dicke möglichst am Ende der Wachstumsphase zu erfassen, wurden die Arbeiten am 31.08. und 01.09.2015 durchgeführt. Da jedoch zu diesem Zeitpunkt bereits erste Halme aufgrund vorangegangener Hochwasserereignisse abgebrochen waren, empfiehlt es sich diese Erhebungen zukünftig früher vorzunehmen (z. B. Anfang August, vgl. CARUS & SCHRÖDER 2013, 2014). Gegebenenfalls können die Arbeiten dann mit einer der übrigen Untersuchungen kombiniert werden, sofern dies vom Tidefenster her möglich ist. So könnte auch der zeitliche Aufwand reduziert werden. Inwiefern hier eine Optimierung möglich ist, müssen die weiteren Untersuchungen zeigen.

4 Ergebnisse

4.1 Kurzdarstellung der Makrophytenbestände und Bewertung des ökologischen Zustands gemäß WRRL sowie des Arteninventars

In Anlehnung an das WRRL- sowie das Salinitätsmonitoring in der Tideelbe (STILLER 2013a, 2016) werden die in 2015 im Rahmen des Wellenschlag-Monitorings erstmals untersuchten Standorte mit ihren Makrophytenbeständen nachfolgend in Form von kurzen Steckbriefen vorgestellt (Tab. 1).

Die Beschreibungen enthalten die wichtigsten Charakteristika der Standortparameter. Ferner werden die Makrophytenbestände anhand von dominanten Arten und der Zusatzkriterien (Ausdehnung, Vegetationszonierung und Vitalität) im Hinblick auf die Beurteilung der Besiedlungsstruktur beschrieben. Sämtliche Details zu Artenzusammensetzung, Besiedlungsstruktur sowie Standortparametern können den Kartierprotokollen sowie der Tabelle A2 im Anhang entnommen werden.

Darüber hinaus enthalten die Steckbriefe die Bewertungsergebnisse der drei Makrophytenmessstellen zum Wellenschlag-Monitoring. Hiernach befinden sich die Makrophytenbestände der Standorte Schwarztonnensand (W1-S) und Hollerwettern (W3-H) in einen mäßigen ökologischen Zustand. Am Standort Bielenberg (W2-B) weisen die Makrophyten einen unbefriedigenden Zustand auf. Die Berechnungen des STI-Makrophyten finden sich in Tabelle A1 im Anhang sowie auf CD.

Tab. 1: Kurzbeschreibung der im Jahr 2015 untersuchten Wellenschlag-Monitoringstellen

TEL-MP-W1-S - Schwarztonnensand	Übergangsgewässer T1 - oligohalin / (km
	<u>Ufermorphologie:</u> naturnahes, unverbautes Ufer mit relativ festem Sandwatt mit geringer Schlickauflage oder Rippelstruktur, gefolgt von kleiner Abbruchkante zum Sumpfsimsen-/ Strandsimsen-Bestand hin, oberhalb davon kleine Erosionsrinnen bzw. Auskolkungen; Ufer flach und breit, fahrrinnennah <u>Gewässerumfeld:</u> Ufervegetation: Röhricht + Weidengebüsche Umland: Sukzession / NSG / Insellage
Der Standort wird uferwärts von einem geschlossenen Schilf-Röhricht (<i>Phragmites australis</i>) besiedelt, das einen ausgeprägten Frühjahrsaspekt mit Sumpf-Dotterblume (<i>Caltha palustris</i>) und Bitterem Schaumkraut (<i>Cardamine amara</i>) aufweist. Vorgelagert findet sich eine schmale Zone aus Strandsimse (<i>Bolboschoenus maritimus</i>) und/oder Sumpfsimse (<i>Eleocharis uniglumis</i>). Weiter stromwärts siedelt abschnittsweise die Salz-Teichsimse (<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>), die stromauf von den gefährdeten und seltenen Teichsimsen-Arten <i>Sch. x carinatus</i> und <i>Sch. pungens</i> abgelöst wird. Darüber hinaus sind alle typischen Tideröhrichtarten mehr oder weniger häufig vertreten. Die maximale Siedlungstiefe des Röhrichts beträgt ca. 1,7 m unter MThw. Die Ausdehnung ist mit 57 m optimal. Die Vegetationszonen sind nicht klar abgegrenzt, sondern mehr oder weniger durchmischt und teils unvollständig. Der wasserseitig aufgelichtete Bestand zeigt eine mäßige Vitalität.	
Ökologischer Zustand: mäßig	

Tab. 1: Fortsetzung

TEL-MP-W2-B - Bielenberg	Übergangsgewässer T1 - oligohalin / (km)
	<u>Ufermorphologie:</u> naturnahes, unverbautes Ufer mit relativ festem Sandwatt und kleiner Abbruchkante im Schilf-Röhricht, wasserseitig stellenweise mit freigespülten, oberflächlich anstehenden Schlicklin sen; Ufer mäßig flach und breit, fahrrinnenfern <u>Gewässerumfeld:</u> Ufervegetation: Röhricht + Weidengehölze Umland: Deich mit Intensivgrünland
Einem durchgehenden Schilf-Saum (<i>Phragmites australis</i>) ist abschnittsweise ein schmaler Sumpfsimsen-Gürtel (<i>Eleocharis uniglumis</i>) vorgelagert. Der Frühjahrsaspekt wird in erster Linie von Scharbockskraut (<i>Ranunculus ficaria</i>) gebildet. Dort wo die Sumpfsimse wasserseitig fehlt, weist das Schilf starke Erosionsschäden mit freigespülten Rhizomen auf. Die relativ vielen Begleitarten kommen nur mit ein bis wenigen Exemplaren im Bestand vor. Im Schilf-Bestand ist eine kleine Abbruchkante ausgebildet, die stromab auch die untere Vegetationsgrenze bildet. - Stromauf grenzt unmittelbar an den Kartierabschnitt ein kleiner Bestand der vom Aussterben bedrohten Kleinen Dreikantigen Teichsimse (<i>Sch. pungens</i>) an. Die maximale Siedlungstiefe der Sumpfsimse liegt bei ca. 1,5 m unter MThw. Die Ausdehnung ist mit ca. 20 m gering und da die Pionierzonen völlig fehlen ist die Vegetationszonierung unvollständig. Die wasserseitigen Pflanzen sind teils stark in ihrer Vitalität beeinträchtigt.	
Ökologischer Zustand: unbefriedigend	
TEL-MP-W3-H - Hollerwettern	Übergangsgewässer T1 - oligohalin / (km)
	<u>Ufermorphologie:</u> naturnahes, unverbautes Ufer mit relativ festem Sandwatt, wasserseitig zunächst mit Sandripeln, anschließend stellenweise mit freigespülten, oberflächlich anstehenden Schlicklin sen; Ufer flach und breit, fahrrinnennah <u>Gewässerumfeld:</u> Ufervegetation: Röhricht Umland: Deich mit Intensivgrünland
Der Standort wird von einem artenreichen Tideröhricht mit typischen Begleitarten geprägt, wobei der Frühjahrsaspekt mit Sumpf-Dotterblume (<i>Caltha palustris</i>) nur mäßig ausgebildet ist. Die Zonierung ist mitunter undeutlich ausgeprägt. Uferwärts dominiert teils Schilf (<i>Phragmites australis</i>), teils Strandsimse (<i>Bolboschoenus maritimus</i>). Letztere ist überwiegend mit Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i>), typischen Hochstauden (<i>Lythrum salicaria</i>) und Kleinröhrichtarten (<i>Nasturtium officinale</i>) vermischt. Wasserseitig kommt die Sumpfsimse (<i>Eleocharis uniglumis</i>) teils rasenbildend im Unterwuchs vor. Dort, wo sich die Pflanzen entmischen bilden sie wechselnde Dominanzbestände. Ab der Mitte stromabwärts ist der Strandsimse die Salz-Teichsimse (<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>) vorgelagert. Die maximale Siedlungstiefe des Röhrichtsaums beträgt ca. 1,5 m. Die Ausdehnung ist mit 77 m optimal. Vegetationszonierung und Vitalität weichen nur geringfügig vom Referenzzustand ab.	
Ökologischer Zustand: mäßig	

Die an den drei für das Wellenschlag-Monitoring ausgewählten Standorten vorgefundenen Makrophytenbestände sollen nachfolgend kurz im Hinblick auf das Vorkommen von gegenüber mechanischen Belastungen sensiblen und/oder toleranten Pflanzenarten verglichen werden.

Wellenschlag, unabhängig ob es sich um Windwellen oder Schiffswellen handelt, hat für die davon betroffenen Pflanzen die gleichen Konsequenzen: Halme werden abgebrochen und Wurzelstöcke ausgegraben, so dass die Bestände schließlich ausfallen (GIERSCH & SCHIRMER 2002, STILLER 2005). Die zu den Tideröhrichten gehörenden Arten sind unterschiedlich gut an die mechanischen Belastungen, die z. B. mit Wellenschlag einhergehen, angepasst.

Allerdings ist der Parameter Wellenschlag nicht allein ausschlaggebend für das Vorkommen oder Fehlen von Pflanzen im Tidebereich. Weitere prägende Faktoren sind Überflutungsdauer, Strömungsgeschwindigkeit, Salinität, Ufermorphologie und Substrat sowie Exposition (BAUER et. al. 2014, BfG 2013, CARUS & SCHRÖDER 2014, STILLER 2005). Dem natürlichen Tiderhythmus entsprechend sind diese Faktoren variabel. Vor diesem Hintergrund sind die an den drei Standorten zum Wellenschlag-Monitoring parallel zu den Vegetationskartierungen laufenden Messungen von Wellen, Strömung und Überflutungsdauer (BfG 2013, 2014, WSA 2014) wichtige ergänzende Untersuchungen. Hierdurch können zukünftig möglicherweise stattfindende Vegetationsveränderungen besser im Hinblick auf die Ursachen interpretiert werden.

Die einzelnen Pflanzenarten haben aufgrund ihrer speziellen Anpassungsmechanismen innerhalb der Vegetationsbestände unterschiedliche Funktionen: Die wasserseitigen Vegetationsgürtel dienen der Wind- und Wellenminderung und ermöglichen erst hierdurch die Ansiedlung weiterer Vegetationszonen. Diese sind für die Ansammlung von Sediment und damit die Aufhöhung des Standortes zuständig.

Generell werden Wellenschlag bzw. mechanische Belastungen von den Teichsimsen (*Schoenoplectus* spp.) besser ertragen als von der Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus*) oder gar von Schilf (*Phragmites australis*), die beide auf den Schutz durch die Teichsimse angewiesen sind (STILLER 2005). Grund hierfür ist u. a. der unterschiedliche morphologische Aufbau der Pflanzenhalme (BAUER et al. 2014, GIERSCH & SCHIRMER 2002, HEUNER 2013). Noch wellenschlagtolanter als die Teichsimsen ist die Sumpfsimse (*Eleocharis uniglumis*). Da die vorgenannten Röhrichtpflanzen vor allem wasserseitig meist 1-Art-Bestände bilden, fehlen weitere Arten in den flusszugewandten Beständen bis auf Einzelexemplare. Somit sind in erster Linie die vorgenannten Röhrichtbildner im Hinblick auf ihre Toleranz gegenüber mechanischen Belastungen zu betrachten.

Bei den Makrophytenbeständen der Standorte Schwarztonnensand (W1-S) und Hollerwetter (W3-H) handelt es sich um Tideröhrichte mit Ansätzen typischer Zonierung aus Teichsimsen-, Strandsimsen- und Schilf-Röhricht (vgl. Tab. 1). Dabei bilden sowohl Teich- als auch Strandsimse abschnittsweise die untere Vegetationsgrenze und sind somit den mechanischen Einflüssen durch Wellenschlag unmittelbar ausgesetzt.

Auffallend ist die in beiden Beständen im wasserseitigen Unterwuchs teils rasenbildend auftretende Sumpfsimse. Bei Schwarztonnensand bildet sie abschnittsweise sogar eine eigene Zone zwischen Teich- und Strandsimse. Gleiches gilt für die Monitoringstelle Bielenberg (W2-B), wo sie als schmaler Gürtel streckenweise unmittelbar dem Schilf-Röhricht vorgelagert ist.

Die Sumpfsimse bildet an wellenschlagexponierten Prallhängen der tidebeeinflussten Unterläufe eine natürliche Gesellschaft. Reinbestände bildet sie insbesondere an Standorten mit extremer Belastung, an denen die Pionierzonen aus Teich- und Strandsimsen (*Scirpetum maritimi*) völlig ausfallen. Wenn die mechanischen Belastungen jedoch zu stark werden, degenerieren auch diese Bestände. Dann wird das Sediment um die Horste herum abgetragen und es entstehen pilzhutähnliche Gebilde mit Restbeständen, die weiter auseinander brechen und verschwinden. An solchen vegetationsfreien Standorten bilden sich Abbruchkanten (STILLER 2005).

Ansatzweise sind diese Entwicklungen der Sumpfsimsen-Bestände am Standort Bielenberg zu beobachten (Abb. 5, links). Sobald der schützende Sumpfsimsen-Gürtel verschwunden ist, geht die Erosion im Schilf-Bestand weiter, wie am stromabwärts gelegenen Ende der Untersuchungsstrecke Bielenberg bereits der Fall ist (Abb. 5, rechts).



Abb. 5: Standort Bielenberg (W2-B) im Frühjahr 2015 mit freigespülten Sumpfsimsen-Beständen (links) und mit freigespülten Schilf-Rhizomen (rechts)

An den Standorten Schwarztonnensand und Hollerwettern dürften insbesondere die wasserseitig nicht durch Teich- oder Sumpfsimsen-Bestände geschützten Strandsimsen-Bestände durch verstärkte Wellenbelastungen gefährdet sein. Aber auch im Bereich der Sumpfsimse finden sich bei Schwarztonnensand bereits aktuell kleinere Auskolkungen (Abb. 6), die wiederum Angriffsfläche für Wellen bilden.



Abb. 6: Standort Schwarztonnensand (W1-S) im Frühjahr 2015 mit freigespülten Sumpfsimsen-Beständen

Die Makrophytenbestände der drei exponierten Standorte weisen an den flusszugewandten unteren Vegetationsgrenzen aktuell mit der Sumpfsimse (*Eleocharis uniglumis*) und

den Teichsimsen (*Schoenoplectus* spp.) gegenüber mechanischen Belastungen tolerante Pflanzenarten auf. Im Gegensatz hierzu sind die Bereiche, an denen die Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus*) bzw. Schilf (*Phragmites australis*) wasserseitig siedeln gegenüber den derzeitigen und ganz besonders gegenüber zunehmenden mechanischen Belastungen empfindlich.

4.2 Transektkartierung und untere Vegetationsgrenze

Ergänzend zu den flächenhaften WRRL-Untersuchungen wurden je Monitoringstandort drei Transekte an Anfang, Mitte und Ende des 100 m langen WRRL-Kartierabschnitts (vgl. Abb. 2, Kap. 3.2) vermessen und die Geländehöhen und die dazugehörigen Vegetationsbestände erfasst.

Die Ergebnisse der Transektvermessungen wurden in Form von Profilzeichnungen dargestellt (vgl. Profilzeichnungen auf CD). Sie enthalten die genaue Ausdehnung (Strecke) der Vegetationsbestände bzw. Biotoptypen und deren Lage in Bezug zur MThw-Linie bzw. die Geländehöhen je Vermessungspunkt. Die digitalen Profilzeichnungen der Ersterfassung im Jahr 2015 bilden die Grundlage für den Vergleich der Geländehöhen und der Vegetation für die folgenden Monitoringjahre.

Die Vegetationsdaten aus den Transektvermessungen wurden zusätzlich zu den Profilzeichnungen tabellarisch aufbereitet (vgl. Tab. A4 im Anh.). Hierbei wurden für einzelne Abschnitte der Transekte außer den vorherrschenden Pflanzenarten auch Begleitarten sowie Besonderheiten dokumentiert. Diese Daten sollen die Interpretation zukünftiger Vegetationsveränderungen unterstützen.

Anhand der Auswertung des Arteninventars konnten im Zuge der Ersterfassung im Jahr 2015 innerhalb der Transekte insgesamt fünf Arten nachgewiesen werden, die auf den Roten Listen Niedersachsens und/oder Schleswig-Holsteins stehen. Drei davon werden auch auf der bundesweiten Roten Liste geführt (Tab. 2).

Tab. 2: Aufstellung der im Zuge der Ersterfassung im Sommer 2015 innerhalb der Transekte an den drei Monitoringstellen nachgewiesenen Rote Liste-Arten (GARVE 2004, KORNECK et al. 1996, MIERWALD & ROMAHN, 2006)

Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name	Nds.	SH	D
<i>Caltha palustris</i>	Sumpf-Dotterblume	3	V	-
<i>Cardamine amara</i>	Bitteres Schaumkraut	-	V	-
<i>Deschampsia wibelliana</i>	Wibel-Schmieie	3	-	R!!
<i>Schoenoplectus pungens</i>	Kleine Dreikantige Teichsimse	1	1	1
<i>Schoenoplectus x carinatus</i>	Gekielte Teichsimse	3	1	2

Rote Liste-Status:

0 = ausgestorben; 1 = vom Aussterben bedroht; 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet; G = Gefährdung unbekannten Ausmaßes; R = extrem selten / in besonderem Maße verantwortlich; V = Vorwarnliste; D = Daten unzureichend; !! = besonders hohe Verantwortlichkeit

Unter den Rote Liste-Arten finden sich mit Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*) und Bitterem Schaumkraut (*Cardamine amara*) zwei charakteristische Arten des Frühjahrsaspekts der Tideröhrichte. Zu den Besonderheiten der Tidebereiche gehört auch die Wibel-

Schmiele (*Deschampsia wibeliana*), deren Verbreitung auf das Elbe-Ästuar beschränkt ist, so dass die Bundesländer hier besondere Verantwortung für den Erhalt dieser Pflanzenart tragen. Die drei Arten konnten an allen drei Standorten an fast allen Transekten in den uferwärtigen Vegetationsbeständen nachgewiesen werden.

Hervorzuheben sind insbesondere die Vorkommen der Kleinen Dreikantigen Teichsimse (*Schoenoplectus pungens*) und der Gekielten Teichsimse (*Schoenoplectus x carinatus*), beides seltene Teichsimsen des Tidebereichs. Sie gelten auch bundesweit als extrem selten und sind daher stark gefährdet oder sogar vom Aussterben bedroht. Sie wurden beide am Standort Schwarztonnensand (W1-S) am stromaufliegenden Transekt erfasst. Da sie am wasserseitigen Saum siedeln, sind sie besonders von zunehmenden Wellenbelastungen betroffen.

Im Zuge der Transektkartierungen war für die 100 m breiten WRRL-Kartierabschnitte der drei Standorte auch der Verlauf der unteren flusszugewandten Vegetationsgrenze mittels DGPS eingemessen worden (vgl. Daten „unt Veg“ auf CD). Hierdurch soll die Entwicklung des wasserseitigen Vegetationssaums im Hinblick auf Veränderungen überwacht werden. Außerdem ergänzt diese Erhebung die Luftbilddaten der flächenhaften Erfassung der Vegetationsbestände aus der UAS-Befliegung (BfG 2013-2015, WSA 2014). Nach einer ersten Auswertung der Luftbilddaten durch die BfG stimmen die DGPS-Daten sehr gut mit denen der Befliegungen überein (mdl. Mitteil. Hr. Schröder, Sept. 2015).

4.3 Biotische Parameter der dominanten Röhrichte

Zur Dokumentation von Unterschieden im Wuchsverhalten der dominanten Röhrichte an den Monitoringstellen wurden im Rahmen der Ersterfassung im Jahr 2015 auch biotische Parameter der vorherrschenden Arten erfasst.

Hintergrund ist, dass es einen morphologischen Unterschied zwischen Strandsimsen-Sprossen (*Bolboschoenus maritimus*) am Rande der Vegetation und innerhalb des Vegetationsgürtels gibt. Hiernach haben die wasserseitigen Halme einen größeren Durchmesser als die dünneren Halme innerhalb des geschlossenen Bestands (Abb. 7). Hiermit einher geht eine höhere Stabilität der wasserseitigen Sprosse. Das unterschiedliche Wachstum wird nach CARUS & SCHRÖDER (2013, 2014) durch die Strömungsgeschwindigkeit verursacht. Ihrer Aussage zufolge erlaubt es der festgestellte Zusammenhang, vom Pflanzendurchmesser auf die Strömungsverhältnisse verschiedener Standorte zu schließen.

Da die Pflanzen am wasserseitigen Rand stabiler sind als innerhalb des Vegetationsgürtels, müssten sich nach CARUS & SCHRÖDER (2013, 2014) zunehmende mechanische Belastungen z. B. durch Wellenschlag auch auf das Wuchsverhalten der flusszugewandten Röhrichtpflanzen auswirken.

Für das Monitoring dieser Zusammenhänge wurden gemäß Monitoringprogramm (WSA 2014) die Parameter Halmdicke, Halmhöhe und Halmdichte im Gelände ermittelt. An jeder Monitoringstelle wurden jeweils fünf Untersuchungsflächen (Plots) in den unmittelbar flusszugewandten randlichen Röhrichtbeständen und fünf Plots innerhalb des Bestands, d. h. insgesamt 10 kreisförmige Plots mit einem Durchmesser von 40 cm untersucht.

Die im Gelände erhobenen Daten sind in Halmprotokollen für alle Plots dokumentiert (vgl. Halmprotokolle auf CD). Die Koordinaten der eingemessenen Kreismittelpunkte sind in einer Tabelle im Anhang zusammengefasst (vgl. Tab. A5).

Darüber hinaus wurden die Daten dieser Erstaufnahme ausgewertet - auch um zu prüfen, ob die zuvor beschriebenen Beobachtungen hinsichtlich des Wuchsverhaltens auf die Vegetationsbestände der Monitoringstellen zutreffen - zumal dies anhand der Kartierungen augenscheinlich der Fall war (Abb. 7).



Abb. 7: Strandsimsen-Sprosse im vorderen flusszugewandten Randbereich des Bestands (links) und innerhalb des dichteren Pflanzenbestands (rechts) am Standort Hollerwettern (W3-H)

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Strandsimse (*Bolboschoenus maritimus*) nur an den Monitoringstellen Schwarztunnensand (W1-S) und Hollerwettern (W3-H) wasserseitige Dominanzbestände bildet. Am Standort Bielenberg (W2-B) besteht der wasserseitige Vegetationssaum überwiegend aus Sumpfsimse (*Eleocharis uniglumis*). Hier wurden die biotischen Parameter für das sich hieran anschließende Schilf-Röhricht (*Phragmites australis*) erhoben, um mögliche Entwicklungen zu beobachten.

Die folgende Tabelle 3 zeigt das Ergebnis der Ermittlung der **Halmdichte** pro Quadratmeter. Hiernach liegt diese für die Strandsimse wasserseitig bei 72 bzw. 57 Halmen pro qm. Im anschließenden Bestand verdichten sich die Halme auf 167 bzw. 185 Halme pro qm. Beim Schilf ist es dagegen umgekehrt. Hier ist die Halmdichte wasserseitig mit 202 Halmen deutlich größer als innerhalb des Bestands, wo 132 Halme pro qm gezählt wurden.

Tab. 3: Anzahl der Röhrichthalme pro Quadratmeter an den drei Monitoringstellen (vgl. „Auswertung der biotischen Parameter“ auf CD)

Monitoringstellen	Anzahl der Halme pro Quadratmeter	
	vordere Plots	hintere Plots
Strandsimse (<i>Bolboschoenus maritimus</i>)		
W1-S - Schwarztunnensand	72	167
W3-H - Hollerwettern	57	185
Schilf (<i>Phragmites australis</i>)		
W2-B - Bielenberg	202	132

Die folgende Abbildung 8 zeigt die Mittelwerte sowie Minimum- und Maximumwerte für Halmdicke und Halmhöhe jeweils für die fünf vorderen und die fünf hinteren Plots an den einzelnen Monitoringstellen (vgl. auch „Auswertung der biotischen Parameter“ auf CD).

Aus der oberen Grafik geht hervor, dass die **Halmdicke** der Strandsimsen-Sprosse an den Standorten Schwarztonnensand (W1-S) und Hollerwettern (W3-H) in den wasserseitigen Randbereichen (= v) größer ist als innerhalb des eigentlichen Pflanzenbestands (= h). Beim Schilf verhält es sich umgekehrt: Hier sind die wasserseitigen Halme durchweg dünner als die Halme innerhalb des Bestands. Die **Halmhöhe** verhält sich für beide Röhrichtarten gleich: Sie nimmt von vorn nach hinten zu, wie aus der unteren Grafik in der folgenden Abbildung hervorgeht.

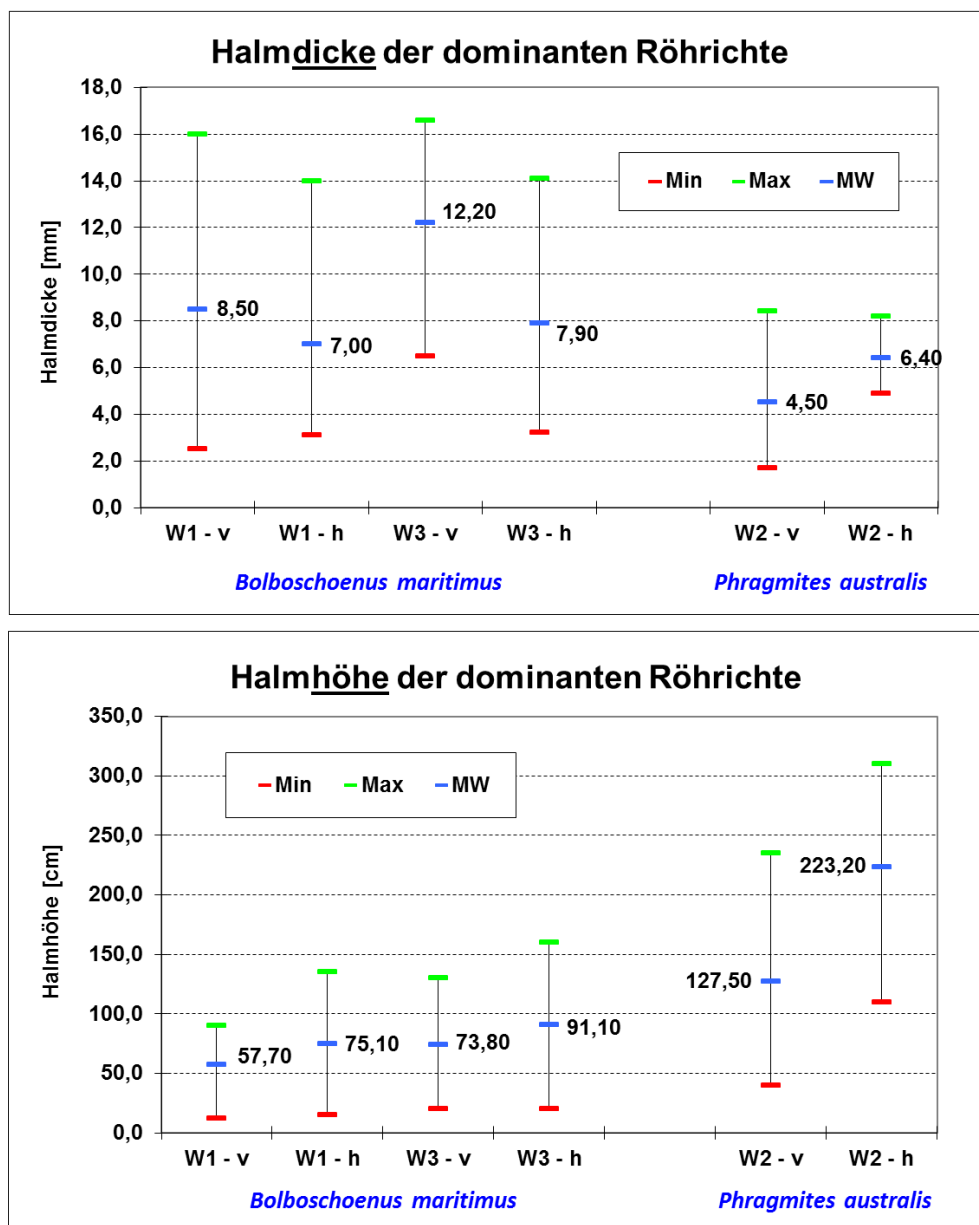


Abb. 8: Halmdicke und Halmhöhe der dominanten Röhrichte im flusszugewandten Randbereich (v=vorn) und innerhalb des dichteren Pflanzenbestands (h=hinten) für die Strandsimsen-Sprosse an den Monitoringstellen Schwarztonnensand (W1-S) und Hollerwettern (W3-H) sowie für die Schilf-Halme bei Bielenberg (W2-B)

Die Auswertung der Halmdickenmessungen hat somit die von CARUS & SCHRÖDER (2013, 2014) nachgewiesenen unterschiedlichen Wuchsformen der Strandsimse bestätigt.

Dies sowie die Beobachtung, dass die wasserseitigen Strandsimsen-Pflanzen keine bzw. deutlich weniger Blüten treiben als innerhalb der Bestände entspricht auch den langjährigen Erfahrungen der Bearbeiterin aus den Untersuchungen im Zusammenhang mit dem WRRL-Monitoring und dem Salinitätsmonitoring im Bereich der Tideelbe (STILLER 2013b, 2016).

Dabei ist jedoch auch aufgefallen, dass die Strandsimse innerhalb von Beständen ebenfalls größere Halmstärken aufweist. Dort wo es z. B. durch Windwurf zu lokalen Freiflächen gekommen ist, sind die über die Rhizome neu austreibenden Sprosse durchweg dicker als ältere und/oder blühende Sprosse (Abb. 9).



Abb. 9: Nachgewachsene Strandsimsen-Sprosse innerhalb geschlossener Bestände weisen ebenfalls eine größere Halmdicke auf als die umgebenden älteren Halme

Bei einem sich ausbreitenden Strandsimsen-Bestand am Nordufer der Elbinsel Neßsand konnte im Sommer 2015 beobachtet werden, dass die rückwärtigen, d. h. stromabgewandten Sprosse gedrängter waren und durchweg eine größere Halmdicke aufwiesen (Abb. 10).

Die Sprosse am Ufer von Neßsand finden sich zwar am Rand des Strandsimsen-Bestands - jedoch stromabgewandt. Die in den zuvor beschriebenen Freiflächen aufkommenden neuen Triebe wachsen im Schutz relativ dichter Bestände.

In beiden Fällen sind es Bereiche, die keiner unmittelbaren Strömung ausgesetzt sind. Vielmehr sind es Areale mit geringerer Vegetationsdichte bzw. fehlender Konkurrenz durch andere Pflanzenbestände, d. h. ideale Standorte für neue, dann oft dickere Sprosse. Diese Beobachtungen sollten bei der Interpretation möglicher Veränderungen der Wuchsformen der Strandsimse zukünftig berücksichtigt werden.



Abb. 10: Strandsimsen-Bestand am Nordufer von Neßsand im Sommer 2015: Auch die rückwärtigen, stromabgewandten Sprosse sind gedrungener und haben eine größere Halmdicke

5 Zusammenfassung

Das Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg ist als Träger des Vorhabens „Fahrrinnenanpassung“ verpflichtet, ein Monitoring zur Beweissicherung der Makrophytenbestände im Bearbeitungsgebiet Tideelbe durchzuführen. Nachdem das Monitoring zur Erfassung von Veränderungen der Makrophyten unter Berücksichtigung der Salinitätsverhältnisse bereits seit 2008 jährlich an sechs Monitoringstellen durchgeführt wird, wurde mit dem Monitoring zum Einfluss von Wellenschlag an drei exponierten Standorten im Jahr 2015 begonnen.

Im Vorfeld wurden zunächst das Untersuchungsprogramm sowie die Lage der Untersuchungsstandorte zum Wellenschlag-Monitoring mit allen Beteiligten abgestimmt. Unter Berücksichtigung verschiedener Kriterien, wie z. B. Fahrrinnennähe, Exposition und Vorhandensein von Makrophytenbeständen, wurden drei wellenschlag-exponierte Standorte ausgewählt: Schwarztonnensand (Strom-km 665,6), Bielenberg (km 669,7) und Hollerwettern (km 680,7). Das abgestimmte Monitoringprogramm umfasst neben Vegetationskartierungen auch Wellen- und Strömungsmessungen sowie Drohnenbefliegungen.

Im vorliegenden Gutachten werden die Ergebnisse der **Ersterfassung der Vegetationskartierungen** vorgestellt. Diese gliedern sich in Untersuchungen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie, Transektvermessungen sowie die Erfassung biotischer Parameter für die dominanten Röhrichte.

Die **Untersuchung und Bewertung nach WRRL** ergab für die Makrophytenbestände der Standorte Schwarztonnensand (W1-S) und Hollerwettern (W3-H) jeweils einen mäßigen ökologischen Zustand. Bei Bielenberg (W2-B) weisen die Makrophyten einen unbefriedigenden Zustand auf. Bei den Makrophytenbeständen der Monitoringstellen Schwarztonnensand und Hollerwettern handelt es sich um Tideröhrichte mit Ansätzen typischer Zonierung aus Teichsimsen-, (*Schoenoplectus* spp.) Strandsimsen- (*Bolboschoenus maritimus*) und Schilf-Röhricht (*Phragmites australis*). Am Standort Bielenberg fehlen die Pionierzonen. Stattdessen ist hier die Sumpfsimse (*Eleocharis uniglumis*) als schmaler Gürtel dem Schilf-Röhricht vorgelagert. Insgesamt weisen die Makrophytenbestände der drei Standorte an den flusszugewandten unteren Vegetationsgrenzen aktuell gegenüber mechanischen Belastungen sowohl tolerante als auch empfindliche Pflanzenarten auf.

Die Ergebnisse der **Transektvermessungen** wurden in Form von Profilzeichnungen aufbereitet. Diese enthalten die genaue Ausdehnung der Vegetationsbestände bzw. Biotop-typen und deren Lage in Bezug zur MThw-Linie bzw. die Geländehöhen je Vermessungspunkt. Sie bilden die Grundlage für den Vergleich der Geländehöhen und der Vegetation für die folgenden Monitoringjahre. Die Vegetationsdaten aus den Transektvermessungen wurden zusätzlich zu den Profilzeichnungen tabellarisch aufbereitet. Hierbei wurden für einzelne Abschnitte der Transekte außer den vorherrschenden Pflanzenarten auch Begleitarten sowie Besonderheiten dokumentiert. Diese Daten sollen die Interpretation zukünftiger Vegetationsveränderungen unterstützen. Als Grundlage zur Überwachung von Veränderungen im Wuchsverhalten der dominanten Röhrichte wurden im Zuge der Ersterfassung außerdem die **biotischen Parameter** Halmdichte, Halmdicke und Halmhöhe erfasst und ausgewertet.

Die vorgenannten Ergebnisse beschreiben den Ist-Zustand der Makrophytenbestände an den drei wellenschlag-exponierten Standorten Schwarztonnensand, Bielenberg und Hollerwettern für das Jahr 2015 und bilden die Basis für das im Planfeststellungsbeschluss vom 23.04.2012 zur „Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe für 14,5 m tiefgehende Containerschiffe“ verankerte Wellenschlag-Monitoring.

6 Literatur

6.1 Zitierte Literatur

- BAUER, E.-M., M. HEUNER, A. BAHLS, T. BILDSTEIN, J. CARUS, U. FAUDE, E. FUCHS, K. JENSEN, C. KINKELDEY, B. KLEINSCHMIT, K. KLEIß, U. KÖHLER, D. KRAFT, J. MEYERDIRKS, A. ROEDER, J. SCHIEWE, S. SCHMIDTLEIN, W. SCHOENBERG, B. SCHRÖDER, H.-H. SCHRÖDER, U. SCHRÖDER, B. SCHURCHARDT A. SILINSKI, A. SUNDERMEIER & S. WITTIG (2014): Klimabedingte Änderung der Vorlandvegetation und ihrer Funktionen in Ästuaren sowie Anpassungsoptionen für die Unterhaltung. Schlussbericht KLIWAS-Projekt 3.09. KLIWAS-24/2014. BfG, Koblenz, 47 S.
- BRANDT, I. & B. ENGELSCHALL (2009): Kartieranleitung und Biotoptypenschlüssel für die Biotopkartierung in Hamburg einschließlich der Definitionen besonders geschützter Biotope nach § 28 HambNatSchG und unter Berücksichtigung der Lebensraumtypen gemäß FFH-Richtlinie der EG. - Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg, 315 S.
- BfG (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE) (2013): Empfehlungen für die Auswahl dreier exponierter Standorte zum Monitoring von Makrophyten in der Unterelbe (Beweissicherung FAP), Stand: Dez. 2013 - Koblenz, 36 S.
- BfG (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE) (2014): Untersuchungskonzept Makrophytenmonitoring, Stand: 07.01.2014 - Koblenz, 4 S.
- BfG (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE) (2015): Erste Einschätzung der Ist-Zustandsaufnahme der drei exponierten Standorte im Rahmen des Wellenschlagmonitorings, Stand: 21.09.2015 - Koblenz, 6 S.
- CARUS, J. & B. SCHRÖDER (2013): Einfluss des hydromorphologischen Gezeitenregimes auf zwei Röhrichtarten.- In: Die Vegetation an Tideelbe und Tideweser im Klimawandel Ergebnisse aus dem KLIWAS-Projekt "Ästuarvegetation und Vorlandschutz" sowie dem BfG-Projekt "Biogene Uferstabilisierung", Koblenz, S. 14-15.
- CARUS, J. & B. SCHRÖDER (2014): Analyse abiotischer und biotischer Treiber der Röhrichtentwicklung im tidebeeinflussten Bereich der Elbe - Entwicklung und Parametrisierung eines mechanistischen Wachstumsmodells. Abschlussbericht. - KLIWAS-Schriftenreihe 26/2014. BfG (Hrsg.), Koblenz, 95 S.
- DRACHENFELS, O. V. (2011): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, Hannover, A/4, 326S.
- GARVE, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen - 5. Fassung, Stand 1.3.2004, Inform. d. Naturschutz Niedersachs., Nr. 1, Hildesheim, 76 S.
- GIERSCH, K. & M. SCHIRMER (2002): Kommentierte Literaturstudie zum Thema Röhricht. Universität Bremen, 71 S.
- HEUNER M. (2013): Wellenexperimente - zwei Pionierröhrichte im Vergleich. - In: Die Vegetation an Tideelbe und Tideweser im Klimawandel Ergebnisse aus dem KLIWAS-Projekt "Ästuarvegetation und Vorlandschutz" sowie dem BfG-Projekt "Biogene Uferstabilisierung", Koblenz, S. 10-11.
- KORNECK, D., M. SCHNITTLER & I. VOLLMER (1996): Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (*Pteridophyta* et *Spermatophyta*) Deutschlands. - Schr.-R. f. Vegetationskunde, BfN, Bonn-Bad Godesberg, 28: 21-187.
- MIERWALD, U. & K. ROMAHN (2006): Die Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins - Rote Liste. - Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Flintbek, Bd. 1, 122 S.
- PROJEKTBÜRO FAHRRINNENANPASSUNG BEIM WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT HAMBURG (2007): Fahrrinnenanpassung Unter- und Außenelbe - Das Projekt im Überblick. - Hamburg, 40 S.
- STILLER, G. (2005): Bewertungsverfahren für die Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen in der Tideelbe gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie. - Gutachten i. A. der ARGE ELBE, Wassergütestelle Elbe, Hamburg, 47 S.

- STILLER, G. (2010): Monitoring von Vegetationsveränderungen am Nordufer der Elbinsel Neßsand mit Schweinsand - Ersterfassung 2009. Gutachten i. A. der HPA, Hamburg Port Authority, Hamburg, 15 S. + Anh.
- STILLER, G. (2011): Verfahrensanleitung zur Bewertung der Qualitätskomponente Makrophyten in Tidegewässern Nordwestdeutschlands gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (BMT-Verfahren). - Gutachten i. A. des NLWKN, Betriebsstelle Stade, 34 S. + Anh.
- STILLER, G. (2013a): Monitoring von Vegetationsveränderungen am Nordufer der Elbinsel Neßsand mit Schweinsand - 1. Wiederholungskartierung 2011. Gutachten i. A. der HPA, Hamburg Port Authority, Hamburg, 17 S. + Anh.
- STILLER, G. (2013b): Untersuchung und Bewertung der Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen in der Tideelbe gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie im Rahmen des Koordinierten Elbemessprogramms 2012. - Gutachten i. A. der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg, 20 S. + Anh.
- STILLER, G. (2014): Monitoring von Vegetationsveränderungen am Nordufer der Elbinsel Neßsand mit Schweinsand - 2. Wiederholungskartierung 2013. Gutachten i. A. der HPA, Hamburg Port Authority, Hamburg, 25 S. + Anh.
- STILLER, G. (2016): Untersuchungen zur Überwachung von Veränderungen der Makrophytenbestände unter besonderer Berücksichtigung der Salinität im Bearbeitungsgebiet Tideelbe 2015. - Gutachten i. A. des WSA Hamburg, 20 S. + Anh.
- STILLER, G. (2016 in Vorb.): Monitoring von Vegetationsveränderungen am Nordufer der Elbinsel Neßsand mit Schweinsand - 3. Wiederholungskartierung 2015. Gutachten i. A. der HPA, Hamburg Port Authority, Hamburg.
- WSA (WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT) (2014) - Arbeitsprogramm Wellenschlag-Monitoring der Makrophytenbestände an der Tideelbe - Stand: 15.07.2014, Hamburg, 5 S.

6.2 Bestimmungsliteratur

- FRAHM, J.-P. (1998): Moose als Bioindikatoren. - Quelle & Meyer, Wiesbaden, 187 S.
- FRAHM, J.-P., W. FREY (1992): Moosflora. - Ulmer, Stuttgart, 528 S.
- HAEUPLER, H. & T. MUER (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschland.- Ulmer, Stuttgart, 759 S.
- KRAUSCH, H.-D. (1996): Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen. - Ulmer, Stuttgart, 315 S.
- KRESKEN, G.-U. (2000): Vorläufiger Bestimmungsschlüssel der Gattung *Callitriche*. - Botan. Verein zu Hamburg e. V., Regionalstelle Pflanzenschutz, 7 S.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart, 1050 S.
- RAABE, E.-W. (1975): Über die großen *Scirpus*-Arten unserer Gewässer. - Kieler Notizen zur Pflanzenkunde in Schleswig-Holstein, 7 (3) 46-57.
- ROTHMALER, W. (1997-2002): Exkursionsflora von Deutschland. - G. Fischer, Jena, Stuttgart, Bd. 1; Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin, Bd. 3 und 4.
- WEYER, K. VAN DE & C. SCHMIDT (2011): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. - Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV), Potsdam, Heft-Nr. 119 + 120, Bd. 1+2.
- WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - Ulmer, Stuttgart, 765 S.

Anhang

- Tab. A1: Berechnung des STI-Makrophyten in Tidegewässern und Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen einschl. Angabe des EQR für die drei Messstellen „Wellenschlag-Monitoring 2015“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (Auszug, Details s. Tab. A1 Teil I bis III auf CD)
- Tab. A2: Stammdaten der drei Messstellen „Wellenschlag-Monitoring 2015“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe - (s. a. Kartierprotokolle TEL-MP-W1-W3)
- Tab. A3: Legende der Vegetations- und Biotoptypen zum „Wellenschlag-Monitoring 2015“ - Stand: 07 / 2015
- Tab. A4: Vegetations- bzw. Biotoptyp-Aufbau der im Jahr 2015 im Rahmen des Wellenschlag-Monitorings an den drei Standorten Schwarztonnensand, Bielenberg und Hollerwettern vermessenen und untersuchten Transekte - Reihenfolge der Begleitarten entspricht Häufigkeit ihres Auftretens (Legende der Vegetations- und Biotoptypen vgl. Tab. A3)
- Tab. A5: Wellenschlag-Monitoring 2015: Zusammenstellung der Koordinaten des Kreismittelpunktes der Plots, an denen die biotischen Parameter untersucht wurden

Kartierprotokolle

TEL-MP-W1-S, TEL-MP-W2-B und TEL-MP-W3-H

Tab. A1: Berechnung des STI-Makrophyten in Tidegewässern und Zuordnung zu den ökologischen Zustandsklassen einschl. Angabe des EQR für die drei Messstellen „Wellenschlag-Monitoring 2015“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe (Auszug, Details s. Tab. A1 Teil I bis III auf CD)

Prozentuale Quantitäten der ökologischen Kategorien, einzelne und summierte K_{DA} -Werte, Verrechnung mit den Faktoren zur Besiedlungsstruktur, berechnete STI_{MT} -Werte und deren Zuordnung zum EQR bzw. zu den ökologischen Zustandsklassen

	Gewässername / -typ / -subtyp gem. EG-WRRL		Übergangsgewässer T1		
	Probestellen-Nr. / Bezeichnung	TEL-MP	W1-S	W2-B	W3-H
	Erfassungsjahr / Aufnahmedatum	2015	22.07.	18.07.	18.07.
	Artenzahl je Probestelle		19	17	22
Bsges	Besiedlungsstrukturfaktor (submerse + emerse MP)		0,75	0,75	0,75
	max. Siedlungstiefe [m] (untere Vegetationsgrenze)		1,70	1,50	1,50
	Ausdehnung Makrophyten [m]		57,00	21,00	77,00
	Besiedlungsstruktur emerse MP: Zusatzkriterien				
		Ausdehnung (1-3 Punkte)	3	1	3
		Vegetationzonierung (1-3 Punkte)	2	2	2
		Vitalität (1-3 Punkte)	2	1	2
	Summe Zusatzkriterien		7	4	7
Bs	Besiedlungsstrukturfaktor (emerse Makrophyten)		0,75	0,50	0,75

Summe der prozentualen Quantitäten der vier ökologischen Kategorien ¹⁾	1	4,55	0,58	13,51
	2	41,92	75,29	32,83
	3	39,90	23,84	52,16
	4	9,09	0,00	0,00

¹⁾ ohne die nicht bis zur Art bestimmten und daher nicht eingestuft Taxa

K_{DA} -Werte der ökologischen Kate	1	5	5	3
	2	9	10	9
	3	14	13	15
	4	17		
Summe der K_{DA} -Werte		45	28	27

Berechnung des STI-Makrophyten und Einstufung in die Bewertungsstufen des ökologischen Zustands				
$\sum K_{DA} / \text{Anzahl der ökologischen Kategorien}$		11,25	9,33	9,00
Bs-Faktor _{ges} (submerse+emerse Makrophyten)		0,75	0,75	0,75
Bs-Faktor (emerse Makrophyten)		0,75	0,50	0,75
STI-Makrophyten in Tidegewässern		6,33	3,50	5,06
EQR (Ecological Quality Ratio)		0,53	0,29	0,42
ökologischer Zustand		3	4	3

Erläuterungen zur Berechnung:

Die Berechnung des STI_{MT} basiert auf der Grundlage der prozentualen Quantitäten der vorkommenden ökologischen Kategorien und erfolgt über die Aufsummierung der gewichteten K_{DA} -Werte, dividiert durch die Anzahl der vorkommenden ökologischen Kategorien und die Multiplikation mit dem bzw. den Faktoren zur Besiedlungsstruktur.

Tab. A2: Stammdaten der drei Messstellen „Wellenschlag-Monitoring 2015“ im Bearbeitungsgebiet Tideelbe - (s. a. Kartierprotokolle TEL-MP-W1-W3)

Gewässertyp gem. EG-WRRL		Übergangsgewässer T1		
Oberflächenwasserkörper		Elbe (Übergangsgewässer)		
Probestellen-Nr.	TEL-MP-	W1-S	W2-B	W3-H
Bezeichnung				
Datum der Kartierung		07.05.+22.07.2015	09.05.+18.07.2015	09.05.+18.07.2015
Salinität		oligohalin	oligohalin	oligohalin
Stromkilometer		665,6	669,7	680,7
Gewässerbreite [km]		2,50	2,50	2,50
Exposition der Probestelle		NO	SW	SW
Geogr. Koord. UTM / ETRS89 (obere Veg.-grenze)	E	32N 530437.795	32N 528495.813	32N 523778.952
	N	5.951.857.775	5.955.695.205	5965491854
Geogr. Koord. UTM / ETRS89 (untere Veg.-grenze)	E	32N 530476.396	32N 528479.718	32N 523715.897
	N	5951899891	5955681313	5965447170
Ufermorphologie	naturnah / verbaut	naturnah	naturnah	naturnah
	sonstige Strukturen / Besonderheiten	Sandwatt vor kleiner Abbruchkante; Standort oberhalb davon mit kleineren Erosionsrinnen	Sandwatt / im Bestand kleine Abbruchkante / im vorgelagerten Watt oberflächl. anstehende Schlicklinsen	Sandwatt / im vorgelagerten Watt oberflächl. anstehende Schlicklinsen
Lage der Probestelle im Strom		fahrrinnennah	fahrrinnenfern	fahrrinnennah
Uferneigung (flach <1:20, mittel 1:5 - 1:20, steil >)		flach	mittel	flach
Substrat des MP- Wuchsortes	Schlick [%]	10	0	10
	Ton / Lehm [%]	0	0	0
	Sand [%]	90	100	90
	Steine / Blöcke [%]	0	0	0
Ufervegetation		Röhricht	Röhricht+Weidengehölz	Röhricht
Ausdehnung Ufervegetation [m]		37,0	141,0	36,0
angrenzende Umlandnutzung		Sukzession / NSG	Deichgrünland / Deich	Deichgrünland / Deich
Ausdehnung des Deichvorlandes [m]		entfällt, da Insel	172,0	82,0
Algenaspekt (<u>E</u> nteromorpha, <u>F</u> aden- bzw. Grünalgen, <u>V</u> aucheria, <u>S</u> onst.)		V (verbreitet)	V + F (verbreitet)	V (verbreitet)

Tab. A3: Legende der Vegetations- und Biotoptypen zum „Wellenschlag-Monitoring 2015“ - Stand: 07 / 2015

Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Hinweise bzw. dominante Pflanzenarten
Stiller / WSA		
vegetationsfreie Biotope		
401	Sandwatt	< MThw
402	Schlickwatt	< MThw
404	Flachwasser	< MTnw
493	Leitwerk / Steinverwallung	< MThw
408	Sandwatt mit Schlicklinsen	< MThw
729	OK Böschung mit Deckwerk Steinschüttung	< und > MThw
730	OK Böschung mit Deckwerk Asphalt / Beton	< und > MThw
Röhrichte (< und > MThw)		
432	Rohrglanzgras	<i>Phalaris arundinacea</i>
433	Schilf	<i>Phragmites australis</i>
435	Schmalblättriger Rohrkolben	<i>Typha angustifolia</i>
439	Strandsimse	<i>Bolboschoenus maritimus</i>
417	Salz-Teichsimse	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>
437	Sumpfsimse	<i>Eleocharis uniglumis</i>
422	Gekielte Teichsimse	<i>Schoenoplectus</i> x <i>carinatus</i>
425	Mischbestand (Röhricht + Hochstauden)	z. B. <i>Boma</i> , <i>Phar</i> , <i>Lysa</i> , <i>Ephi</i> , <i>Stpa</i>
Gehölze (entlang und > MThw)		
453	Weidenbestand	Bäume u/o Sträucher
Zusatzinformationen		
s	spärlich	<<< 25 % Deckung
ae	Äste überhängend	
rh	freigespülte Rhizome	tot u/o austreibend
w	Windwurf / Treibsel	

Tab. A4: Vegetations- bzw. Biotoptyp-Aufbau der im Jahr 2015 im Rahmen des Wellenschlag-Monitorings an den drei Standorten Schwarztonnensand, Bielenberg und Hollerwettern vermessenen und untersuchten Transekte - Reihenfolge der Begleitarten entspricht Häufigkeit ihres Auftretens (Legende der Vegetations- und Biotoptypen vgl. Tab. A3)

TEL-MP-W1-S - Schwarztonnensand - Transekt T1 = 665,506		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
401	Sandwatt	
422-s	Gekielte Teichsimse	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Sch. pungens</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i>
437	Sumpfsimsen-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Schoenoplectus x carinatus</i> , <i>Sch. pungens</i> , <i>Veronica catenata</i> , <i>Nasturtium officinale</i>
401	Sandwatt	Auskolkung
437	Sumpfsimsen-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Nasturtium officinale</i>
401	Sandwatt	Auskolkung
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> , <i>Nasturtium officinale</i>
432	Rohrglanzgras-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Nasturtium officinale</i>
433	Schilf-Röhricht	wasserseitig: <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> Richtung MThw: <i>Caltha palustris</i> , <i>Poa</i> sp., <i>Angelica archangelica</i> , <i>Calystegia sepium</i>
433-ae		<i>Caltha palustris</i> , <i>Poa</i> sp., <i>Angelica archangelica</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>Salix viminalis</i> -Äste überhängend
453	Weidenbestand / Strauchweiden (<i>Salix viminalis</i>)	<i>Phragmites australis</i> , <i>Calystegia sepium</i>

TEL-MP-W1-S - Schwarztonnensand - Transekt T2 = 665,556 = Mitte		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
401	Sandwatt	
402	Schlickwatt	
401	Sandwatt	
417	Salz-Teichsimsen-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i>
437	Sumpfsimsen-Röhricht	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i>
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Phragmites australis</i>
433	Schilf-Röhricht	wasserseitig: <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> Richtung MThw: <i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Poa</i> sp., <i>Rumex</i> sp., <i>Rumex conglomeratus</i> , <i>Angelica archangelica</i>
453	Weidenbestand / Strauchweiden (<i>Salix viminalis</i>)	<i>Phragmites australis</i> mit Treibselraum

Tab. A4: Fortsetzung

TEL-MP-W1-S - Schwarztonnensand - Transekt T3 = 665,606		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
401	Sandwatt	
402	Schlickwatt	
401	Sandwatt	
439	Strandsimsen-Röhricht	
437	Sumpfsimsen-Röhricht	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Veronica catenata</i>
417	Salz-Teichsimsen-Röhricht	<i>Eleocharis uniglumis</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Phragmites australis</i>
401	Sandwatt	Auskolkung
425	Mischbestand aus Röhricht und Hochstauden	<i>Eleocharis uniglumis</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Alisma plantago-aquatica</i> , <i>Lythrum salicaria</i>
432	Rohrglanzgras-Röhricht	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i>
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Phragmites australis</i> , <i>Nasturtium officinale</i>
433	Schilf-Röhricht	wasserseitig: <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Phalaris arundinacea</i> Richtung MThw: <i>Caltha palustris</i> , <i>Poa</i> sp., <i>Myosotis scorpioides</i> , <i>Cardamine amara</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Persicaria hydropiper</i> , <i>Calystegia sepium</i>
433-ae		<i>Salix viminalis</i> -Äste überhängend
453	Weidenbestand / Strauchweiden (<i>Salix viminalis</i>)	<i>Phragmites australis</i>

Tab. A4: Fortsetzung

TEL-MP-W2-B - Bielenberg - Transekt T1 = 669,649		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
401	Sandwatt	Rippelstruktur
408	Sandwatt mit Schlicklinsen /-bänken	
401	Sandwatt	glatt
437	Sumpfsimsen-Röhricht	<i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Veronica catenata</i>
433	Schilf-Röhricht	<i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Veronica catenata</i> , <i>Persicaria hydropiper</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i>

TEL-MP-W2-B - Bielenberg - Transekt T2 = 669,699 = Mitte		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
401	Sandwatt	Rippelstruktur
408	Sandwatt mit Schlicklinsen /-bänken	
401	Sandwatt	glatt
437	Sumpfsimsen-Röhricht	<i>Phragmites australis</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i>
433	Schilf-Röhricht	<i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> Richtung MThw: <i>Ranunculus ficaria</i> (Speicherwurzeln), <i>Angelica archangelica</i> , <i>Rumex conglomeratus</i> , <i>Festuca arundinacea</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>Glechoma hederaceum</i>

TEL-MP-W2-B - Bielenberg - Transekt T3 = 669,749		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
401	Sandwatt	Rippelstruktur
408	Sandwatt mit Schlicklinsen /-bänken	
401	Sandwatt	glatt
408	Sandwatt mit Schlicklinsen /-bänken	
401	Sandwatt	glatt
433-s	Schilf-Röhricht	
433-rh		
433		<i>Deschampsia wibeliana</i> Richtung MThw: <i>Ranunculus ficaria</i> (Speicherwurzeln), <i>Angelica archangelica</i>
433-ae		<i>Salix</i> spp.-Äste
453	Weidenbestand / Baum- und Strauchweiden (<i>Salix alba</i> , <i>S. rubens</i> , <i>S. viminalis</i>)	<i>Phragmites australis</i> , <i>Angelica archangelica</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i>

Tab. A4: Fortsetzung

TEL-MP-W3-H - Hollerwettern - Transekt T1 = 680,619		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
402	Schlickwatt	
408	Sandwatt mit Schlicklinsen /-bänken	
401	Sandwatt	
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Eleocharis uniglumis</i> (teilw. rasenbildend), <i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>
433	Schilf-Röhricht	< MThw: <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Lycopus europaeus</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i>
433		> MThw: <i>Calystegia sepium</i> , <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Stachys palustris</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Impatiens glandulifera</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Angelica archangelica</i> , <i>Mentha</i> sp., <i>Lycopus europaeus</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Melilotus</i> sp., <i>Vicia cracca</i> , <i>Anthriscus sylvestris</i> , <i>Festuca arundinacea</i> , <i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Cardamine amara</i> , <i>Myosotis scorpioides</i>
433-w		
433		
730	OK Böschung mit Deckwerk Asphalt, Beton	mit Treibselsaum

TEL-MP-W3-H - Hollerwettern - Transekt T2 = 680,669 = Mitte		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
402	Schlickwatt	
401	Sandwatt	
408	Sandwatt mit Schlicklinsen /-bänken	
401	Sandwatt	
417	Salz-Teichsimsen-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i>
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> (teilw. rasenbildend), <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Veronica catenata</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Deschampsia wibeliana</i>
432	Rohrglanzgras-Röhricht	<i>Nasturtium officinale</i> , <i>Lythrum salicaria</i>
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Lythrum salicaria</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i>
432	Rohrglanzgras-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Mentha</i> sp., <i>Calystegia sepium</i>
433	Schilf-Röhricht	<i>Calystegia sepium</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Epilobium hirsutum</i>
730	OK Böschung mit Deckwerk Asphalt, Beton	Ruderalflur, Eschen-Schösslinge und Treibselsaum

Tab. A4: Fortsetzung

TEL-MP-W3-H - Hollerwettern - Transekt T3 = 680,719		
Zahlencode	Vegetations- / Biotoptyp	Begleitarten bzw. Hinweise
402	Schlickwatt	
493	Leitdamm	
402	Schlickwatt	
408	Sandwatt mit Schlicklinsen /-bänken	
401	Sandwatt	
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>
417	Salz-Teichsimsen-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i>
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> , <i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Caltha palustris</i>
432	Rohrglanzgras-Röhricht	
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i> (teilw. rasenbildend), <i>Deschampsia wibeliana</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Nasturtium officinale</i>
425	Mischbestand aus Röhricht und Hochstauden	<i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> , <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Stachys palustris</i> , <i>Eleocharis uniglumis</i>
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Typha angustifolia</i> , <i>Mentha</i> sp.
432	Rohrglanzgras-Röhricht	<i>Bolboschoenus maritimus</i>
439	Strandsimsen-Röhricht	<i>Typha angustifolia</i> , <i>Phalaris arundinacea</i>
435	Schmalblättriger Rohrkolben-Röhricht	<i>Lythrum salicaria</i> , <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Phalaris arundinacea</i> , <i>Stachys palustris</i>
435-w		lichter Bestand durch Windwurf + Treibsel mit <i>Epilobium hirsutum</i> , <i>Lythrum salicaria</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Bolboschoenus maritimus</i>
433	Schilf-Röhricht	<i>Calystegia sepium</i>
453	Weidenbestand / Strauchweiden (<i>S. viminalis</i>)	<i>Phragmites australis</i> , <i>Lythrum salicaria</i> + Treibselraum
730	OK Böschung mit Deckwerk Asphalt, Beton	

Tab. A5: Wellenschlag-Monitoring 2015: Zusammenstellung der Koordinaten des Kreismittelpunktes der Plots, an denen die biotischen Parameter untersucht wurden

Projekt / Auftrag:	MP / Wellenschlag		
Titel:	Halmdicke / -höhe / -dichte		
Ort:	Hollerwettern / Bielenberg / Schwarztonnensand		
Datum:	01.09.2015 / 01.09.2015 / 31.08.2015		
Probestellen-Name:	X-xx.xx (Plot-Nummer)		
Probenahme-Fläche:	0,1257 m ² (Kreisfläche / Kreis: d = 0,4 m)		
UTM-Koordinaten:	s. u.	s. u.	(Kreismittelpunkt)
PS-Name / -Lage	Übersicht		
TEL-MP-W1-S	Schwarztonnensand		
TEL-MP-W2-B	Bielenberg		
TEL-MP-W3-H	Hollerwettern		

Probestellen-Name		
Plot-Nr.	UTM / ETRS89	
	E	N
TEL-MP-W1-S (Schwarztonnensand)		
S-01.01	530486.997	5951887.386
S-01.02	530441.186	5951911.527
S-01.03	530437.010	5951914.726
S-01.04	530432.495	5951917.022
S-01.05	530428.510	5951918.772
S-02.01	530483.455	5951884.502
S-02.02	530438.404	5951908.239
S-02.03	530434.136	5951910.165
S-02.04	530431.570	5951913.445
S-02.05	530426.376	5951913.585
TEL-MP-W2-B (Bielenberg)		
B-01.01	528477.615	5955691.788
B-01.02	528472.846	5955695.745
B-01.03	528466.800	5955697.731
B-01.04	528458.291	5955717.702
B-01.05	528454.454	5955722.344
B-02.01	528481.576	5955694.081
B-02.02	528475.462	5955698.164
B-02.03	528470.591	5955702.700
B-02.04	528460.756	5955718.747
B-02.05	528457.417	5955724.523

Probestellen-Name		
Plot-Nr.	UTM / ETRS89	
	E	N
TEL-MP-W3-H (Hollerwettern)		
H-01.01	523755.198	5965425.626
H-01.02	523750.362	5965425.717
H-01.03	523743.861	5965429.065
H-01.04	523739.843	5965432.230
H-01.05	523737.560	5965437.528
H-02.01	523759.944	5965429.632
H-02.02	523753.503	5965429.984
H-02.03	523747.717	5965432.333
H-02.04	523744.284	5965435.737
H-02.05	523743.094	5965440.033