

Machbarkeitsstudie

Ökologische Aufwertung der Hafengebiete und hafen naher Gebiete Hamburgs durch künstliche Unterwasserstrukturen



Verschiedenartige Uferbefestigungen im Hamburger Hafen (Foto: Stiftung Lebensraum Elbe)

Auftraggeber:
Stiftung Lebensraum Elbe
Hamburg

April 2020

Auftraggeber: Stiftung Lebensraum Elbe
Neuenfelder Str. 19
21109 Hamburg

Titel: Machbarkeitsstudie
Ökologische Aufwertung der Hafengebiete und hafennaher
Gebiete Hamburgs durch künstliche Unterwasserstrukturen

Auftragnehmer: BIOCONSULT Schuchardt & Scholle GbR

Auf der Muggenburg 30
28217 Bremen
Telefon +49 421 6207108
Telefax +49 421 6207109

Klenkendorf 5
27442 Gnarrenburg
Telefon +49 4764 921050
Telefax +49 4764 921052

Lerchenstraße 22
24103 Kiel
Telefon +49 431 53036338

Internet www.bioconsult.de
eMail info@bioconsult.de

Bearbeiter: Dr. Bastian Schuchardt
Dipl.- Geogr. Alke Huber
Dipl.-Biol. Andrea Werner
Dipl.-Biol. Raimund Kesel (ecosurvey)

Datum: April 2020

Inhalt

1. Aufgabe und Vorgehensweise	5
2. Grundlagen	7
2.1 Betrachtungsraum	7
2.2 Abiotische Rahmenbedingungen	8
2.3 Uferstrukturen und Nutzung	9
2.3.1 Uferstrukturen	9
2.3.2 Nutzung	10
2.4 Makrophyten	10
2.5 Aquatische Wirbellose	11
2.6 Fischfauna.....	12
2.7 Ökologische Bedeutung und Defizite des Betrachtungsraumes.....	14
3. Maßnahmenentwicklung	15
3.1 Recherche vorliegender Maßnahmenkonzepte	15
3.1.1 International.....	15
3.1.2 Regional.....	18
3.2 Randbedingungen.....	21
3.3 Maßnahmenkonzeption	22
3.4 Exkurs Makrophyten	23
4. Maßnahmenumsetzung	27
4.1 Maßnahmenkonkretisierung.....	27
4.1.1 Schwimmgarten	27
4.1.2 Tauchgarten	29
4.1.3 Steingarten.....	31
4.1.4 Holzgarten.....	33
4.1.5 Ufergarten.....	35
4.1.6 Zwischengarten	38
4.2 Standorte	39
4.2.1 Grundsätzliche Anforderungen	40
4.2.2 Mögliche Standorte	41
5. Schlussfolgerungen und Empfehlung	44
Literatur.....	46

Abbildungen und Tabellen

Abb. 1:	Betrachtungsraum.....	7
Abb. 2:	Abgrenzung OWK Hafen (OWK el_02) in der Tideelbe, Gewässertyp 20.....	8
Abb. 3:	Querschnitt einer Pflanztasche in der Uferböschung im Hamburger Hafen (älteres Regelprofil).....	20
Abb. 4:	„Tide Pools“, die aktuell von HPA versuchsweise in einer Uferböschung eingebaut werden, s. Text	21
Abb. 5:	Schwimmkampen der Firma Bestmann	28
Abb. 6:	Skizze eines möglichen Lay-out des Ringpontons für die Variante 2 des Tauchgartens.....	30
Abb. 7:	Steingarten, s. Text.....	32
Abb. 8:	Ältere Holzvorsetze im Bremer Holzhafen, die das entstehende Lückensystem veranschaulicht	34
Abb. 9:	Skizze zur Herstellung des „Holzgartens“, s. Text	35
Abb. 10:	Links: Pflanztasche mit Weidenstreifen und vorgelagertem Röhrichtgürtel im Hamburger Hafen (äußerer Hansahafen). Rechts: Beispiel der Vegetation in einer schwellgeschützten Berme im MTHW-Bereich an der Unterweser bei Bremen-Farge.....	36
Abb. 11:	Skizze (unmaßstäblich) möglicher Profile zur Herstellung eines Ufergartens, s. Text.....	37
Abb. 12:	Ansicht des wasserseitigen Bereichs des Hafenmuseums Standort Hansahafen	42
Tab. 1:	Zusammenstellung der für den Maßnahmentyp „Schwimmgarten“ geeigneten einheimischen Makrophyten mit ihren ökologischen Eigenschaften und Präferenzen.	24
Tab. 2:	Zusammenstellung der für den Maßnahmentyp „Tauchgarten“ geeigneten einheimischen Makrophyten mit ihren ökologischen Eigenschaften und Präferenzen (in Rot: besonders geeignet).	25

1. Aufgabe und Vorgehensweise

Aufgabe

Die ästuarine ökologische Situation in den Hamburger Häfen ist durch Struktur und Nutzung stark verändert und z.T. beeinträchtigt. Im Rahmen der aktuellen Diskussionen um eine ökologische Aufwertung des Elbästuars u.a. vor dem Hintergrund WRRL und FFH-RL stehen die Häfen selbst aufgrund der anderen Zweckbestimmung nur eingeschränkt für solche Maßnahmen von Regeneration und Restauration zur Verfügung.

Vor diesem Hintergrund sollen im Rahmen einer Machbarkeitsstudie Möglichkeiten für ggf. auch nur temporäre Maßnahmen entwickelt werden, mit denen die Habitateigenschaften für ästuartypische Arten des Benthos und der Fische im Hafenbereich punktuell verbessert werden können, ohne die Nutzbarkeit der Häfen und die Sicherheit des Schiffsverkehrs zu gefährden. Hintergrund ist die Konkretisierung von Maßnahmen des Integrierten Bewirtschaftungsplans Elbästuar (IBP Elbe), die u.a. eine ökologische Aufwertung des Hafenbereichs vorsehen.

Mögliche Varianten und Standorte sind in Abstimmung u.a. mit der Auftraggeberin und der Hamburg Port Authority zu prüfen. Von besonderer Bedeutung sind die Aspekte

- ökologische Wirksamkeit,
- Nutzungsansprüche der Hafenwirtschaft,
- Flächenverfügbarkeiten.

Vorgehensweise

- (1) Biologische Grundlagenermittlung: auf der Grundlage vorliegender Daten werden die unter den Aspekten FFH und WRRL wesentlichen Artengruppen und Arten benannt und ihre Habitatansprüche beschrieben, die identifizierten Defizite bilden dann den Ausgangspunkt für die Überlegungen zu sinnvollen Strukturverbesserungen darstellen.
- (2) Recherche vorliegender Ideen: International und national sind eine Vielzahl von Maßnahmenideen zu möglichen Strukturverbesserungen entwickelt worden; diese werden recherchiert und auf ihre Übertragbarkeit geprüft.
- (3) Randbedingungen: auf der Grundlage der ersten beiden Arbeitsschritte werden die wesentlichen Randbedingungen identifiziert, die bei der Maßnahmenentwicklung relevant sind.
- (4) Vor dem Hintergrund der Analyse der ökologischen Defizite, der vorhandenen Situation u.a. der Uferstruktur und der spezifischen Randbedingungen wird ein grundsätzlich geeignetes Maßnahmenpaket konzipiert.

- (5) In einem weiteren Schritt wird dieses Maßnahmenset anhand bestimmter Kriterien zu Funktion, Herstellung, Unterhaltung, Genehmigungsfähigkeit und Kosten konkretisiert
- (6) Standorte: für die in Schritt 5 als sinnvoll und machbar erarbeiteten und bewerteten Ideen werden in Abstimmung mit v.a. Auftraggeber und HPA und ggf. weiteren Behörden (Naturschutz) mögliche Umsetzungsorte recherchiert und die Ideen hinsichtlich ihrer Akzeptanz und ihrer Genehmigungsfähigkeit diskutiert und ggf. priorisiert.
- (7) Umsetzungsplanung: für die in Schritt 6 als möglich diskutierten Maßnahmen (-standorte) werden die für Planung, Genehmigungen, Herstellung, Bau und Betrieb einschließlich Unterhaltung erforderlichen Schritte, Zeiträume und Kosten abgeschätzt.

2. Grundlagen

2.1 Betrachtungsraum

Der Betrachtungsraum umfasst den gesamten Hafenbereich inkl. der historischen Hafenbecken im Bereich der Innenstadt/Speicherstadt/Hafencity (s. Abb. 1). Süder- und Norderelbe selbst sind nicht Bestandteil.



Abb. 1: Betrachtungsraum
Quelle: Stiftung Lebensraum Elbe

In den von der Wassergütestelle Elbe erarbeiteten Steckbriefen zu den Gewässertypen der Tideelbe sind deren wesentliche Charakteristika zu den Parametern Gewässerkunde (Morphologie, Tidehub, Oberwasserabfluss), physiko-chemische Eigenschaften und die biologischen Qualitätskomponenten (u.a. Makrozoobenthos) dargestellt (WGE 2007a, b). Der Abschnitt von Strom-km 585,9 – 634 ist dem Gewässertyp 'Sandgeprägter, tidebeeinflusster Strom des Tieflandes (Typ 20, Subtyp Tideelbe) zugeordnet. Daran stromab anschließend (Strom-km 634 - 654,9) wird die Elbe dem Typ 22.3 (Ströme der Marschen, Subtyp Tideelbe) zugeordnet. Der Typ 'Sandgeprägter, tidebeeinflusster Strom des Tieflandes' ist dagegen durch zwei Wasserkörper (Hafen, Elbe-Ost) repräsentiert.

Das im Rahmen der vorliegenden Studie relevante Betrachtungsraum betrifft den zum Gewässertyp 20 zugeordneten Wasserkörper Hafen (OWK el_02) der Tideelbe. Dieser erstreckt sich über ca. 20 km von Strom-km 615 bis 635 im limnischen Abschnitt (Salzgehalt <0,5) der tidebeeinflussten

Untere Elbe und umfasst dabei Teile der Norder- und Süderelbe sowie Hafenbecken und Kanäle. Abb. 2 zeigt die Abgrenzung des Wasserkörpers, wobei die „Habitate“ Stromelbe und Hafenbecken farblich differenziert sind. Die Gesamtfläche (21,6 km²) ergibt sich aus den Teilflächen „Stromelbe“ mit 10,3 km² Ausdehnung und „Hafenbecken“ (inkl. Kanäle) mit einer Größe von 11,3 km².

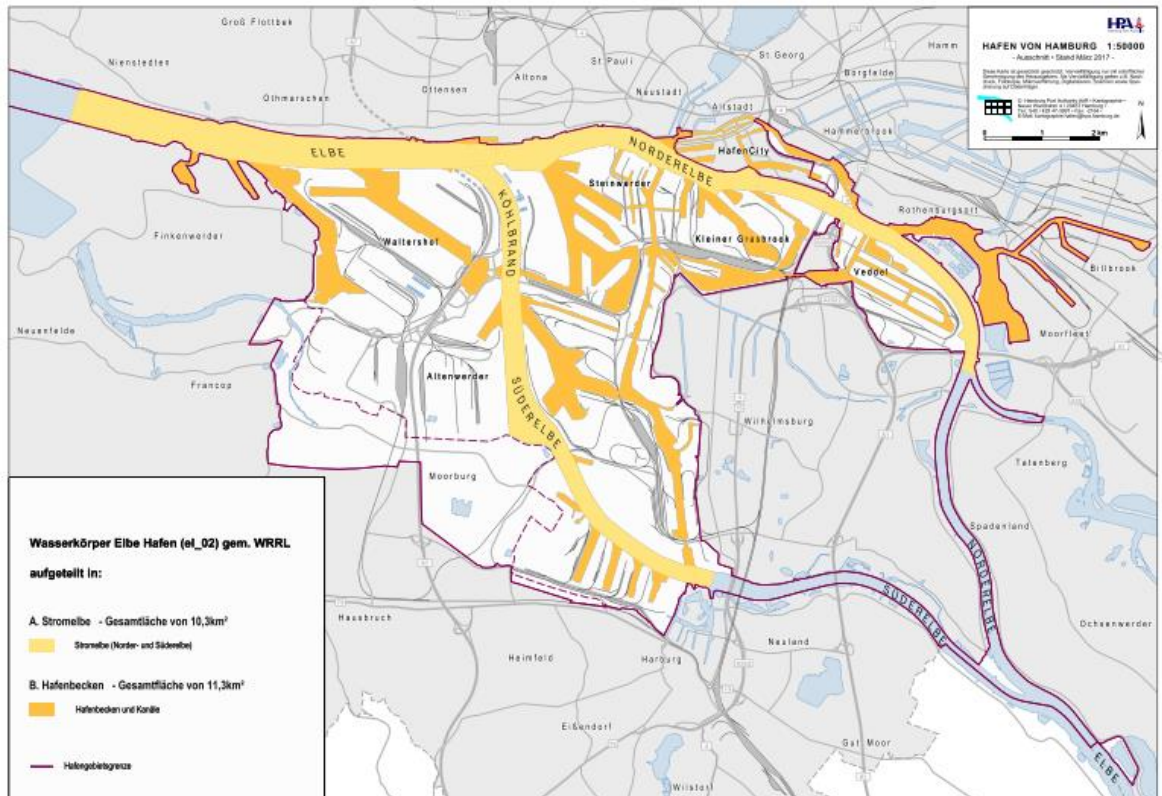


Abb. 2: Abgrenzung OWK Hafen (OWK el_02) in der Tideelbe, Gewässertyp 20
Hellgelb: Stromelbe, dunkelgelb: Hafenbecken. Karte: Hamburg Port Authority.

Im Integrierten Bewirtschaftungsplan (ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR 2011a) nimmt der Funktionsraum 2 mit dem Hamburger Hafen eine Sonderstellung ein. Er umfasst Abschnitte der Norderelbe, der Süderelbe und der Stromelbe, die zwar nicht Bestandteil von Natura 2000 sind, jedoch eine unentbehrliche Verbindungsfunktion zwischen den Gebieten stromaufwärts und stromabwärts des Hafens erfüllen. Diese Stromabschnitte werden deshalb im IBP als eigenständiger Funktionsraum behandelt.

2.2 Abiotische Rahmenbedingungen

Der Wasserkörper Hafen ist durch eine intensive anthropogene Überformung und Nutzung gekennzeichnet. Hierzu gehören v.a. strukturelle Veränderungen als Folge der Schifffahrtsnutzung, Vertiefung der Tideelbe, Hafennutzung, Hochwasserschutz etc. Besonders bedeutsam ist die Überformung durch die zahlreichen künstlichen Hafenbecken, deren naturferne Uferstruktur (s.u.), deren geringe spezifische Oberfläche (geringe Wasseroberfläche bei großem Wasservolumen) sowie die Dominanz von Sedimenten mit erhöhtem Schlickgehalt. Die Nutzung als Schifffahrtsweg erfordert kontinuierliche Unterhaltungsbaggerungen zur Gewährleistung der festgelegten Solltiefe.

Der Gewässertyp 20 (sowie die gesamte Tideelbe) gelten aus den genannten Gründen als ein „stark verändertes Gewässer“ (heavily modified waterbody = HMWB). Für solche Gewässer ist das Bewirtschaftungsziel („gutes ökologisches Potenzial“) im Sinne der WRRL im Vergleich zu natürlichen Gewässern („guter ökologischer Zustand“) weniger streng.

Der mittlere Tidehub im OWK Hafen beträgt heute ca. 3,8 m; er ist in den letzten 100 Jahren u.a. als Folge des Ausbaus der Unterelbe zum Großschifffahrtsweg um ca. 1,7 m angestiegen (SCHUCHARDT et al. 2007).

Während in der Tideelbe auch im Stromspaltungsgebiet oberwasser- und tidephasenabhängig hohe Strömungsgeschwindigkeiten bis 1,4 m/s erreicht werden (Meyer-Nehls 1996), sind die Hafenbecken deutlich strömungsreduziert und können z.T. als Stillwasserbereiche bezeichnet werden.

Für den OWK Hafen gibt HPA (zitiert in BIOCONSULT 2018) die Hafen- und Kanalfächen mit seeschifftiefem Wasser (> 14,7 m unter SKN) mit 1,1 km², mit binnenschifftiefem Wasser (> 5,0 m) mit 4,56 km² und mit Wassertiefen < 5 m mit 5,51 km² an (Summe 11,2 km²; Fläche in der Stromelbe im OWK Hafen 10,3 km²; Summe OWK Hafen gesamt also 21,5 km²).

Im Strombereich der Tideelbe prägen Sande die Gewässersohle (örtlich auch mit hohen Feinkornanteilen), während in den weniger durchströmten Seitenbereichen und v.a. in den Hafenbecken Feinsande und Schlick dominieren (BIOCONSULT 2018), die durch eine z.T. frequente Unterhaltungsbaggerei entfernt werden müssen.

Durch den tidebedingten stromab bzw. stromauf Transport kommt es bei niedrigen Oberwasserabflüssen (<400 m³/s) zu einer langen Verweilzeit und damit u.U. auch zu intensiven sauerstoffzehrenden Abbauprozessen im Strom. So können im Sommer Sauerstoffgehalte auftreten, die v.a. bodennah 3 mg/l z.T. deutlich unterschreiten (Seemannshöft, ARGE Elbe 2004). Solche Sauerstoffdefizite sind v.a. im Bereich von Strom-km 608 bis noch in die untere limnische Zone dokumentiert.

2.3 Uferstrukturen und Nutzung

Sowohl die Uferstrukturen als auch Art und Umfang der Nutzung des Hafens bzw. der verschiedenen Hafenbereiche ist im Rahmen dieser Studie über mehrere Aspekte relevant, da sie die Umsetzung von Maßnahmen in unterschiedlicher Weise einschränken oder auch befördern können.

2.3.1 Uferstrukturen

Die vorhandenen Uferstrukturen sind sowohl für die aquatischen Lebensgemeinschaften als auch für die Umsetzbarkeit bestimmter Maßnahmen von besonderer Bedeutung. Die Situation im Hamburger Hafen Anfang der 1990er Jahre ist in EBEL (ohne Jahr, ca. 1995) kartiert worden. Für das Hafengebiet werden 48,5 % der Uferlänge als Schüttsteinböschungen kartiert, 0,5 % als Sandufer, 42,5 % als senkrechter Uferverbau, 1,3 % als naturnahes Ufer, 4,3 % als Ufer mit hölzernen Vorsetzen und 3,0 % als nur teilweise befestigtes, schräg abfallendes Ufer. In der hamburgischen Stromelbe selbst ist v.a. der Anteil der Schüttsteinböschungen deutlich höher

(65,2 %) und der Anteil der senkrechten Uferverbauungen deutlich geringer (20,0 %). Eine Besonderheit Hamburgs ist der hohe Anteil von Eisensilikat-Steinen in den Deckwerken.

Eine Auswertung der vom AG zur Verfügung gestellten GIS-Shapes zeigte ein ähnliches Bild.

2.3.2 Nutzung

Der Betrachtungsraum ist ein fast vollständig für verschiedene Nutzungen anthropogen überprägtes bzw. hergestelltes Gebiet. Sowohl land- wie wasserseitig dominieren die verschiedenen Formen der Hafennutzung bzw. assoziierte Nutzungsformen.

Die Umsetzung möglicher hier zu entwickelnder Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung soll vorhandene oder geplante Nutzungen nicht einschränken und auch die Flexibilität der Nutzungen möglichst wenig reduzieren.

Dazu sind neben der Uferstruktur (s.o.) v.a. die folgenden Nutzungsparameter hier relevant:

- Bebauung der ufernahen Bereiche
- Wasserseitige, v.a. schifffahrtliche Nutzung der Ufer
- Nutzung durch Erholungssuchende
- Nutzungsbedingte Unterhaltungserfordernis der Sohle

Es ist nicht möglich und sinnvoll, im Rahmen der vorliegenden Studie dazu eine flächendeckende Erhebung und Darstellung zu machen. Stattdessen werden in Abstimmung v.a. mit HPA, wo die beste Ortskenntnis dazu vorliegt, für die einzelnen Maßnahmentypen mögliche punktuelle Realisierungsorte vorgeschlagen. Die für die verschiedenen Maßnahmentypen erforderlichen Randbedingungen werden deshalb bei der Konzeption der Maßnahmen definiert.

2.4 Makrophyten

Makrophyten fungieren als Langzeitindikatoren für die strukturellen und trophischen Belastungen und reagieren insbesondere auf Veränderungen der Parameter Uferstruktur, Strömung und Nährstoffkonzentration (UBA & LAWA 2018). Die Makrophyten in den tideoffenen OWK Elbe Hafen und Elbe West werden heute vorwiegend durch emerse Röhrichte geprägt. Für ihre Bewertung wird i. d. R. das BMT-Verfahren von STILLER (2013) genutzt (**B**ewertung von **M**akrophyten in **T**idegewässern). Dass BMT erfasst die Makrophyten in der Zone zwischen der MThw-Linie und der wasserseitigen Vegetationsgrenze. Die Bestände werden anhand der Parameter Artenzusammensetzung, Abundanz- und Besiedlungsstruktur mit einer gewässertypspezifischen Referenzgemeinschaft verglichen und anschließend bewertet.

Der OWK Elbe Hafen war bisher von der Überwachung ausgenommen, weil er wegen des starken Tidehubs, der großen Wassertiefe und fehlender Flachwasserzonen keine relevanten Beständen aufweist (STILLER 2013). Die Potenzialbewertung erfolgte stattdessen per „Expert Judgement“ in Anlehnung an die Ergebnisse der angrenzenden OWK und erreichte – wie auch der OWK Elbe West – die Bewertung „schlecht“ bzw. im aktuellen Bewirtschaftungsplan „mäßig“.

Eine umfassende Bestandserhebung und Strukturanalyse der Auen- und Ufervegetation im Hamburger Hafen- und Hafenrandgebiet hat PREISINGER (1991) vorgelegt. Die Analyse der langfristigen landschaftsökologischen Entwicklung hat dabei die massive anthropogene Überformung des Betrachtungsraumes anschaulich gemacht. Sie hat weiter deutlich gemacht, dass die verschiedenen anthropogenen Uferstrukturen die Makrophyten in unterschiedlichem Maße reduzieren und einen Gradienten unterschiedlicher Naturferne bilden. Dabei ist die Uferneigung ein entscheidender Standortfaktor. PREISINGER (1991) gibt auch Hinweise für mögliche die Habitatqualität verbessernde Maßnahmen (v.a. Herstellung von Bermen in Steinschüttungen auf Höhe des MThW).

Submerse Makrophyten fehlen in der Unterelbe und auch in den Hafenbecken v.a. aufgrund des Tidehubs vollständig. Vorkommen beschränken sich auf die Grabensysteme im Vorland, die damit eine gewisse Ersatzfunktion für die nicht mehr vorhandenen natürlichen Auengewässer übernehmen (SCHUCHARDT 2001).

2.5 Aquatische Wirbellose

Das Makrozoobenthos kann aufgrund seiner artspezifisch differenzierten Habitatansprüche als Indikator für die allgemeine Degradation eines Gewässers herangezogen werden (KRIEG 2013). Für die Bewertung des Makrozoobenthos in der Unterelbe wurde im ersten Bewirtschaftungszeitraum das AeTV-Verfahren (Ästuartypieverfahren) nach KRIEG (2005) genutzt. Die Bewertung im aktuellen Bewirtschaftungsplan beruht auf dem AeTV+ Verfahren, einer für die Potenzialbewertung in der Tideelbe optimierten Version (vgl. BIOCONSULT 2015). Kernparameter sind die gewässertypischen Indikatorarten („Ästuar-Typie-Index“ AeTI), die mittlere Artenzahl sowie die Alpha-Diversität.

Das Makrozoobenthos der OWK Elbe Hafen und Elbe West wurde aufgrund des Defizits an ästuar- und flusstypischen Indikatorarten sowie der allgemein verarmten Biozönose in der Vergangenheit mit „unbefriedigend“ mit „mäßig“ bewertet. Ursachen hierfür sind u. a. der Mangel an Flachwasserzonen und die dauerhafte Störung der Gewässersohle durch die Unterhaltungsarbeiten (vgl. KRIEG 2008, 2013). Im jüngsten WRRL-Fachbericht zur QK Makrozoobenthos wird das Potenzial der QK im OWK Hafen nur noch als „unbefriedigend“ eingestuft (KÜFOG 2016). Dies entspricht auch den Ergebnissen einer umfangreichen Untersuchung zur Besiedlungsqualität des Makrozoobenthos aus dem Jahr 2017, die im Auftrag von HPA im OWK Hafen durchgeführt wurde (BIOCONSULT 2018).

VOIGT & KRIEG (2001) haben eine sehr umfangreiche Analyse der benthischen Besiedlung im Hamburger Hafen durchgeführt und dazu auch die ältere Literatur gesichtet. Sie hat v.a. die Verarmung der benthischen Besiedlung verglichen mit historischen Daten deutlich werden lassen. Nach WGE (2007b) zeichnete sich der Gewässertyp 20 unter Annahme natürlicher Bedingungen ehemals durch eine sehr artenreiche aquatische Wirbellosenfauna aus. Neben Großmuscheln (*Unio*,

Anodonta) waren wohl auch zahlreiche Schneckenarten vorhanden, die v.a. in Makrophyten-reicheren Seitengewässern auftraten. Darüber hinaus waren höhere Krebse (Flohkrebse, Garnelen) sowie auch zahlreiche Insektenarten (u.a. Eintagsfliegen, Köcherfliegen, Wasserkäfer) präsent. Die meisten Arten dieser Gruppen (insbesondere Mollusken und viele Insektengruppen) fehlen heute in der Tideelbe weitestgehend (WGE 2007b).

Nach Angaben des „Atlas der Süßwassermollusken - Rote Liste, Verbreitung, Ökologie, Bestand und Schutz“ der Freien und Hansestadt Hamburg (GLOER & DIERCKING 2009) sind im Bereich des Hamburger Hafens örtlich Vorkommen der heimischen Arten *Unio tumidus* (Große Flussmuschel; Nachweis Oberhafenkanal), *U. pictorum* (Malermuschel, häufiger als *U. tumidis*), *Anodonta anatina* (Entenmuschel, relativ häufigste Großmuschel) und *A. cygnea* (Gemeine Teichmuschel, deutlich seltener als *A. anatina*; Nachweise Steinwerder, Peute) dokumentiert. In TRIOPS (2012) werden verschiedene Bestandsaufnahmen von H.-J. Krieg zitiert, der vereinzelte Exemplare (Individuendichte absteigend) von *Anodonta anatina*, *Unio pictorum*, *Anodonta cygnea* und *Unio tumidus* in verschiedenen weniger unterhaltenen Hafengebiete gefunden hat. Dies stimmt mit aktuellen Untersuchungen in BIOCONSULT (2018) überein.

Nach GLOER & DIERCKING (2009) ist die rezente Wasserschneckenfauna – anders als in der Stromelbe – in den Häfen noch recht umfangreich vertreten bzw. gegenüber dem 19. Jahrhundert offenbar angestiegen (13 Arten im Jahr 1900 und 32 Arten im Jahr 2009, GLOER & DIERCKING 2009). Obwohl anzunehmen ist, dass dieser (scheinbare) Anstieg auch andere Ursachen wie Einwanderung von Arten und größeren Probenahmeumfang hat, weisen die Ergebnisse doch auf ein heute bestehendes Besiedlungspotenzial und auf eine entsprechende Bedeutung der Hafenbecken hin, die formal zum Gewässertyp 20 gehören.

Während die meisten stromtypischen Wirbelosengruppen (Schnecken, Muscheln, alle Insekten) im Gewässertyp 20 (mit Ausnahmen s.o.: Angaben zur Molluskenfauna in bestimmten Hafenbecken) heute unterrepräsentiert sind bzw. fehlen, bleibt in den Strombereichen v.a. die Oligochaetenfauna prägend. Im Gegensatz zu den oben genannten Gruppen entspricht diese qualitativ wohl weitgehend noch dem historischen Spektrum (WGE 2007b). Eudominant sind Arten wie der Propappide *Propappus volki*, der für die sandige Stromsohle charakteristisch ist. In den strömungsärmeren schlick- und feinsandgeprägten Bereichen sind u.a. Tubificidae wie *Tubifex tubifex* und verschiedene *Limnodrilus*-Arten dominant/charakteristisch. Ergänzt wird das heutige Artenspektrum des Gewässertyps 20 hauptsächlich durch Crustacea (z.B. *Bathyporeia*, Gammaridae) sowie durch Zweiflügler (Chironomidae).

2.6 Fischfauna

Auch die Fischfauna reagiert artspezifisch auf anthropogene Veränderungen ihrer Habitate und wird deshalb als Indikator genutzt. Die fischbasierte Bewertung der süßwassergeprägten OWK der Tideelbe (OWK West, Hafen, Ost) erfolgte zunächst mit dem Bewertungsverfahren FiBS für Fließgewässer. Da dieses für tidebeeinflusste Gewässer nur eingeschränkt geeignet ist, wurde im Auftrag der beteiligten Bundesländer ein an Tidegewässer angepasstes Bewertungsverfahren (FAT-FW) entwickelt (BIOCONSULT 2018), welches sich konzeptionell an das seit vielen Jahren angewendete und interkalibrierte Verfahren für Übergangsgewässer FAT-TW (BIOCONSULT 2006, SCHOLLE & SCHUCHARDT 2012) anlehnt. Die Bewertung basiert auf einer rekonstruierten

historischen Referenz über drei Bewertungsmodule: Artenspektrum, Abundanzen ausgewählter Arten und Altersstruktur.

Im OWK Elbe Hafen wurde die Fischfauna (vermutlich mittels des nur eingeschränkt geeigneten Verfahren FiBS) in beiden zurückliegenden Bewirtschaftungszeiträumen mit „mäßig“ bewertet. Die exemplarisch von uns mit dem FAT-FW-Verfahren auf einer interannuell nicht immer einheitlichen Datengrundlage (Anzahl Hols/Jahr) durchgeführten Berechnungen für den OWK Elbe Hafen zeigen für den Zeitraum 2000 – 2007 einen überwiegend „mäßigen ökologischen Zustand“; ab 2008 wird durchgängig nur noch der „unbefriedigende Zustand“ erreicht. Maßgeblicher Faktor für die ungünstigeren Bewertungen ist dabei der Parameter Abundanz, während das aktuelle Artenspektrum weniger deutlich Defizite verglichen mit der historischen Referenz reflektiert. So sind die im Vergleich zum Referenzzustand aktuell überwiegend geringen Abundanzen der berücksichtigten Indikatorarten/Artengruppen im OWK Elbe Hafen ein Hauptgrund für die defizitäre Bewertung nach FAT-FW; v.a. sind hier die in jüngerer Vergangenheit niedrigeren Fangzahlen des Stints zu nennen.

THIEL & THIEL (2015) geben in ihrem „Atlas der Fische und Neunaugen Hamburgs“ einen umfassenden Überblick über die Bedeutung der verschiedenen hamburgischen Gewässer für die Fischfauna und betonen die herausragende Bedeutung des Gewässersystems Elbe/ Hafen für die Fischfauna in Hamburg. Die Bedeutung leiten Thiel & Thiel (2015) aus den Artenzahlen in verschiedenen Artengruppen im Vergleich der verschiedenen Gewässersysteme ab. Die Artenzahlen sind, sowohl verglichen mit anderen hamburgischen Gewässern als auch mit der historischen Referenz wie im Bewertungstool FAT-FW, weiterhin hoch. Auch bereits VOIGT & KRIEG (2001) haben in einer umfangreichen Literaturanalyse zur Fischfauna im Hamburger Hafen gezeigt, dass das Artenspektrum nur wenig gegenüber den Angaben in älteren Arbeiten reduziert ist.

Funktional kommt den relativ tiefen, dauerhaft wasserführenden und strömungsreduzierten Hafenbecken v.a. eine Bedeutung als Nahrungs- und Reproduktionsraum für Stillwasserformen wie Zander, Brassen, Zope und Güster zu (s. für die bremischen Häfen SCHEFFEL & SCHIRMER (1997)). So zeigen vorliegende Untersuchungen in tideoffenen Hafenbecken gegenüber dem Strom erhöhte Dichten an Larven und Jungfischen; die Hafenbecken übernehmen also partiell trotz der naturferne und des weitgehenden Fehlens von Flachwasserbereichen und natürlichen Uferzonen die Funktionen von natürlichen Auengewässern. Für phytophile Laicher wie Hecht, Rotfeder, Moderlieschen und Karausche fehlen allerdings die erforderlichen submersen Makrophyten. Zu möglichen Vorkommen der auentypischen FFH-Kleinfischarten Schlammpeitzger und Steinbeißer in den Häfen fehlen Untersuchungen; wir gehen jedoch davon aus, dass die Habitatbedingungen nicht oder nur sehr eingeschränkt geeignet sind.

Die Maßnahme FR 2.3 HH/SH des IBP zielt auf die Erhaltung von strömungsberuhigten Seitenräumen der Vorhäfen und der Schleuseneinfahrten als Rastplätze und Ruheräume für Wanderfischarten und schlägt die Bereitstellung von Unterschlupfmöglichkeiten entlang der Wanderstrecke durch Grobsteinschüttungen oder künstliche Riffelemente (reef balls) für charakteristische Fischarten des Lebensraumtyps 3270 Flüsse mit Schlammbanken und des LR 1130 Ästuarien sowie Meer- und Flussneunauge vor.

2.7 Ökologische Bedeutung und Defizite des Betrachtungsraumes

Der Hamburger Hafen stellt trotz seiner massiven anthropogenen Überformung der Landschaft, der intensiven Nutzung und der stark veränderten ökologischen Situation einen gewässerökologisch bedeutsamen Raum dar. Die sehr großen dauerhaft wasserführenden tideoffenen Stillwasserbereiche haben eine Reihe von Funktionen der ehemaligen Auengewässer übernommen: sie sind eine Senke für Schwebstoffe und Nährstoffe, sie sind wichtiges Aufwuchsgebiet für Jungfische, Lebensraum für Zooplankton und punktuell Rückzugsraum für eine Reihe von Stillwasserarten des Makrozoobenthos.

Nicht oder allenfalls sehr eingeschränkt kompensieren können sie allerdings die Bedeutung der Auengewässer als Lebensraum für submerse und emerse Makrophyten, den überwiegenden Teil der aquatischen Insektenfauna, Großmuscheln und die autotypischen Kleinfischarten. Ursachen sind neben den direkt von der Nutzung ausgehenden Störungen wie Schwell v.a. der anthropogen erhöhte Tidehub, das Fehlen ungestörter (weil unterhaltener) Weichböden und der Verbau der Ufer, der die Ausbildung von Flachwasserzonen und einer breiten Wasserwechselzone verhindert.

3. Maßnahmenentwicklung

3.1 Recherche vorliegender Maßnahmenkonzepte

3.1.1 International

Grundlage für die Maßnahmenentwicklung bildet die nachstehende Zusammenstellung der Ergebnisse einer Internetrecherche zu Maßnahmen, die für eine ökologische Aufwertung in den Hamburger Häfen grundsätzlich geeignet sein könnten. Die recherchierten Maßnahmen lassen sich konstruktiv in drei Gruppen einteilen:

- (1) schwimmende Konstruktionen
- (2) ortsfeste Lückenstrukturen
- (3) Mikrostrukturen

(1) Schwimmende Konstruktionen

Die Konstruktionen der Gruppe 1 lassen sich als künstliche schwimmende Inseln charakterisieren, die funktional unterschiedlich ausgerichtet sein können: Verbesserung der Wasserqualität durch Nährstoffelimination v.a. durch Bepflanzung mit emerse Makrophyten, Habitat für aquatische Fauna durch das Wurzelwerk emerger Makrophyten oder durch wasserseitig angebrachtes Tauwerk u. ä. und ästhetische Funktionen durch entsprechende Gestaltung und Bepflanzung.

Die Konstruktionen, für die es eine Vielzahl von Beispielen gibt und die auch kommerziell angeboten werden, bestehen meist aus einem Rahmen (Kunststoff, Metall oder Holz), Auftriebskörpern (aufgeschäumter Kunststoff, z.B. Polystyrolschaum oder luftgefüllte Kunststoffkörper) und einem pflanzen-tragenden Element (z.B. Pflanzenträgermatte aus Polyurethan (PU) oder Polyvinylchlorid (PVC)). In ruhigen Gewässern werden auch schwimmende Inseln eingesetzt, die insgesamt aus aufgeschäumtem Kunststoff bestehen. Künstliche Inseln weisen, je nach Material, Bauart und Ausstattung eine unterschiedlich lange Beständigkeit auf. Generell erhalten Schwimmträger aus synthetischen Materialien wie PE (Polyethylen) und PU (Polyurethan) über eine längere Zeitspanne ihre Funktion als jene aus natürlichen Materialien wie Holz oder Kokosfasern.

Die Bauform der schwimmenden Insel richtet sich nach den Strömungs- und Welleneigenschaften des Zielgewässers. In Stillgewässern kommen eher runde Formen zum Einsatz. In strömungsreicheren Gewässern hat sich eine dreieckige Bauform bewährt (<https://www.bestmann-green-systems.de/produktgruppen/schwimmkampe>).

Die Verankerung der künstlichen Insel muss den physikalischen Eigenschaften des Zielgewässers angepasst sein. Versenkte Betonelemente oder bereits vorhandene, stabile Unterwasserstrukturen können als Ankervorrichtung dienen; zum Einsatz kommen Ankerketten oder -leinen; deren

Gewicht ist bei der Auslegung zu berücksichtigen. Künstliche Inseln sind räumlich flexibel einzusetzen, sie können bei Bedarf entfernt oder an einen anderen Ort verbracht werden. Manche Konstruktionen können gekrant werden.

Künstliche Pflanzeninseln werden zusätzlich zum Grundgerüst aus Rahmen und Auftriebskörpern mit synthetischen oder natürlichen Bepflanzungsmatten ausgestattet. Standorttypische Pflanzenarten werden z.T. auf diesen Matten vorkultiviert und bei entsprechender Durchwurzelung in den Schwimmrahmen eingebracht oder die Bepflanzung erfolgt unmittelbar auf der schwimmenden Insel.

Ein Habitatangebot für die aquatische Fauna wird z.T. durch das Wurzelwerk der emersen Makrophyten geschaffen, z.T. werden unterhalb der schwimmenden Insel durch vertikale Strukturen Versteck- und Besiedlungsmöglichkeiten geschaffen. Dies können dicht hängende Seile sein, so dass eine Art Vorhang entsteht (engl. hula, hawaiianisches Baströckchen). Bei Feldversuchen im Salzwasser erwiesen sich synthetische Seile als geeignet; sie wurden von Epifauna zügig besiedelt. Länge und Anordnung der Seile richten nach den hydraulischen Gegebenheiten des Zielgewässers. Hängen die Seile in bewegtem Wasser sehr nah beieinander, besteht eine Gefahr durch Abrieb für festsitzende Organismen.

Der Unterhaltungsaufwand ist je nach Bauart, Gewässer und Bepflanzung unterschiedlich. Der Aspekt der Nachhaltigkeit (Umweltbelastung und Beständigkeit in Abhängigkeit von der Materialauswahl werden in unterschiedlichem Maße thematisiert.

(2) ortsfeste Lückenstrukturen

Die Konstruktionen der Gruppe 2 sind fest installierte, lückenreiche Unterwasserstrukturen natürlichen und künstlichen Ursprungs, die anders als Spundwände durch ihr Lückensystem ein strukturreiches, besser nutzbares Habitat darstellen, dessen Versteckmöglichkeiten von Fische und vagile Wirbellosen genutzt werden und das durch die große Oberfläche vergrößerten Ansiedlungsgrund für sessile Organismen bietet.

Die Konstruktionen, für die es eine Vielzahl von Beispielen gibt und die auch kommerziell angeboten werden, sind recht unterschiedlich. Der Einsatz erfolgt v.a. im marinen Bereich; im limnischen Bereich liegen Erfahrungen aus dem Weserästuar vor (s.u.).

Ein auch in genutzten Hafenbecken verwendete Konstruktion besteht aus zweigeteilten, teils mit biogenem Material (z.B. Austernschalen) gefüllten Metallkäfigen, die im Sublitoral an Spundwänden, Mauern oder anderen stabilen Gebilde montiert werden. Der gefüllte Teil des Käfigs dient der Erhöhung der Strukturkomplexität und damit einhergehend der Steigerung der Versteckmöglichkeiten für Jungfische und anderer aquatischer Organismen. Das Drahtgeflecht des ungefüllten Teils dient den Jungfischen zum Schutz vor Prädatoren. Die Abmessung der Körbe liegt bei z.B. H x B x T: 50cm x 80cm x 25cm. Die Anbringung der Käfige findet durch Taucher statt, die entsprechend der hydraulischen Belastung stabile Verschraubungen vornehmen. Die Metallkäfige sind weltweit ein gängiges Mittel zur ökologischen Aufwertung von stark genutzten Handels- und Fährhäfen. Hierzu <https://oppla.eu/sites/default/files/uploads/ecocean-restauration-ecologique-brochure-harbor-2015-en.pdf>

Eine weitere Möglichkeit ist das Einbringen von Holz in unterschiedlichen Formen, wie es als Totholz auch gerne in kleineren Fließgewässern eingesetzt wird. Es bietet, besonders wenn es maschinell gelöchert oder in Bündeln ausgebracht wird, ein natürliches, u.U. lückenreiches Harts substrat, das unter Wasser eine lange Lebensdauer hat und natürlich verrottet. Holzbündel werden grundnah z.B. am Böschungsfuß versenkt oder als einzelne Stämme an Spundwänden befestigt.

Die Anbringung von Betontöpfen (flowerpots) in Höhe der mittleren Gezeitenzone von Spundwänden und Seemauern erschafft Tümpel, die bei Niedrigwasser gefüllt bleiben. Hier bietet sich Schnecken und Krebsen die Möglichkeit tideunabhängig Zuflucht zu finden. Die konusförmigen Betontöpfe werden in eine fest an der Spundwand verschraubte Metallfassung eingebracht. Die vorgeschlagene Konstruktion eignet sich nicht für höhere hydraulische Belastung wie starke Strömung oder Wellenschlag. In Gewässern mit hoher Resuspension versanden die Betontöpfe. HPA baut derzeit als Versuch solche Strukturen im Hafengebiet ein (s.u.).

Versteck- und Besiedlungsmöglichkeiten bieten am Grund oder an Pfählen installierte Seilanordnungen oder Kunststofffahnen. Habitatschaffend sind hierbei eine Masse an schwimmenden Seilen (z.B. aus Polyamidfasern) oder auftreibenden, mobartig angeordneten Kunststofffahnen. Die Seile werden an einer Manschette befestigt und wie eine Art Baströckchen arrangiert. Diese Manschetten werden sub- oder intertidal um Metall- oder Holzpfähle gelegt. Kunststofffahnen werden an einem schweren Grundelement befestigt und versenkt.

(3) Mikrostrukturen

Die strukturelle Veränderung glatter, artenarmer Oberflächen (z.B. Spundwände) bietet aquatischen Organismen Zufluchts- und Lebensraum und führt zu einer Erhöhung der Biomasse und Biodiversität. Fische und vagile Wirbellose aber auch festsitzende Lebewesen profitieren von dem vermehrten Nahrungsangebot durch Wachstum von Zoo- und Phytoplankton in strukturreichen Bereichen. Die Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit von senkrechten Wänden geschieht über den Austausch der ursprünglichen Wandelemente durch strukturell verbesserte Elemente (z.B. durch Wahl eines anderen Baumaterials oder durch Oberflächenbearbeitung der Ursprungselemente). Eine weitere Möglichkeit ist das Aufsetzen einer neuen Oberfläche (zumeist durch Betonkacheln) auf die ursprüngliche Wand.

Gemauerte Hafengewände werden strukturell verbessert indem einzelne, nicht-tragende Mauersteine entfernt werden. In den entstandenen Löchern bilden sich Mikrohabitate für Spaltenbewohner, Versteckmöglichkeiten für Fische und vagile aquatische Wirbellose.

Die Oberflächenverbesserung von glatten, artenarmen Stahlspundwänden geschieht durch den Austausch des Werkstoffs Metall durch ein generell strukturreicheres (raueres) Material wie Holz, Gasbeton oder Steine. Die neuen Wandelemente werden, wenn die Statik und Hydrodynamik es zulassen, zuvor mit Struktur, z.B. Löchern und Rippen, versehen.

Speziell gestaltete Betonkacheln werden eingesetzt um die Oberflächenkomplexität von Hafengewänden zu erhöhen. Zur Gestaltung bieten sich der Natur nachempfundene Formen wie Riffstrukturen oder Wurzelgeflechte an. Durch das dreidimensionale Einarbeiten von Spalten und Rippen entstehen Mikrohabitate, die auch bei Niedrigwasser Feuchtigkeit bewahren und außerdem

Spaltenbewohnern Schutz vor Fressfeinden bieten. Die Betonkacheln werden durch Spezialfirmen und Forschungsinstitute gefertigt. In Australien wurden Anfang 2019 Habitatkacheln erstmals via 3D-Printing aus Zement und recyceltem Kunststoff angefertigt und eingesetzt. Die Kacheln oder Platten werden auf die bestehende Mauer aufgeschraubt. Sie sind wartungsfrei und haben eine hohe Beständigkeit in hydrodynamisch anspruchsvollen Gewässern.

3.1.2 Regional

Gewässerökologischer Entwicklungsplan Hafen Hamburg

ROSENTHAL et al. (1997) haben im Auftrag der Stadt Hamburg 1997 einen Gewässerökologischen Strukturplan für den Hamburger Hafen und die Tideelbe in Hamburg vorgelegt, in dem aufbauend auf ORTEGA et al. (1994; zitiert in ROSENTHAL et al. 1997) auf der Basis einer umfangreichen Bewertung des Status quo Möglichkeiten gewässerökologischer Gestaltungsmaßnahmen aufgezeigt werden. Die Maßnahmen umfassen:

- Schwimmkampen mit emersen Makrophyten und submerser Wurzelbildung
- Bepflanzung von Steinschüttungen
- Schwimmpontons mit Zweigen etc. auf der Unterseite
- Versenkte Baumstämme am Böschungsfuß (unter NWL)
- Pflanztaschen in Steinschüttungen auf Mittelwasser und HWL
- Holzbohlen in Spundwandtälern oberhalb NWL

VOIGT & KRIEG (2001) haben auf der Basis einer umfangreichen Literaturlauswertung die biologischen Grundlagen vertieft und potentielle Standorte für die in ROSENTHAL et al. (1997) aufgeführten Maßnahmen im Hamburger Hafen und der limnischen Tideelbe benannt.

Ökologisches Entwicklungskonzept für den Hafen Cuxhaven

REINECKE et al. (1996) haben für den im weitgehend marinen Milieu liegenden Hafen Cuxhaven eine Reihe von Maßnahmen zusammengestellt, die im Rahmen der Eingriffsregelung als Kompensationsmaßnahmen zur Umsetzung innerhalb des Hafens geeignet sein könnten:

- Vegetatives Deckwerk: eine von emersen Makrophyten durchwurzelte Steinschüttung o.ä.
- Laichzweige: Befestigung von Nadel- oder Laubbuschwerk unterhalb der NWL
- Holzbohlen: Befestigung von durchlöchernten Holzbohlen in Spundwandtälern
- Schwimmkampen: künstliche, mit emersen Makrophyten bepflanzte schwimmende Inseln

- Pfahlrostsystem mit darunterliegenden Böschungsvarianten: statt Spundwände vor Steinschüttungen zu bauen, wird ein offenes Pfahlsystem errichtet und die Steinschüttung bleibt erhalten und besiedelt
- Schlenzen: kleinräumiger Rückbau von Uferbefestigungen
- Das „künstliche Aquarium“: Einbringung von künstlichen oder natürlichen lückenreichen Hartsubstraten unterhalb der NWL als Rückzugsraum für Fische

Steingarten

Als Kompensationsmaßnahme wurde der sog. Steingarten entwickelt (SCHUCHARDT et al. 2002a). Im limnischen Bereich des Weserästuars wurde durch eine partiell gedoppelte, auf der Vorderseite gelöcherte Spundwand, deren durch die Doppelung entstehenden Hohlräume mit Wasserbausteinen gefüllt wurden ein Ersatzlebensraum für die überbaute Steinschüttung geschaffen. Ein Monitoring ergab eine zügige Besiedlung mit dem Artenspektrum, das vorher in der überbauten Steinschüttung vorkam (SCHUCHARDT et al. 2002b).

Maßnahmen und aktuelle Maßnahmenplanungen in Hamburg

Pflanztaschen: In Hamburg sind durch HPA in der Vergangenheit in verschiedenen Bereichen Maßnahmen zur „Belebung“ von Deckwerken durchgeführt worden. Es wurden v.a. sog. Pflanztaschen hergestellt. Ein Beispiel zeigt Abb. 3). Im Bereich der Pflanztaschen ist der Höhenbereich zwischen etwa Mittelwasser und etwa MThw der Steinschüttung auf einem entsprechenden Unterbau durch eine ca. 40 cm starke Kleiauflage ersetzt und ist mit einer etwas geringeren Neigung hergestellt (1:5 und flacher gegenüber 1:3). Dadurch verschiebt sich der Böschungsfuß oder die obere Böschungskante entsprechend; es wird also etwas mehr Raum beansprucht. Nach schriftl. Mitteilung von HPA (Herr Engel) sind folgende Maßnahmen durchgeführt worden (von West nach Ost):

Köhlfleet: Herstellung Ende der 90er Jahre; Breite von ca. 25 Meter.

Zufahrten zu Roß- und Travehafen: Herstellung 1993/1994; Breite ca. 45 Meter bzw. ca. 70 Meter.

Hansahafen: Herstellung unklar; vermutlich Anfang 2000); Breite ca. 330 Meter.

Norderelbe Elbbrücken: Herstellung ca. 2005 durch Umweltbehörde; Breite ca. 25 Meter. Vergrößerung durch HPA 2015 um 85 Meter.

Aktuell werden Maßnahmen zur Deckwerksbegrünung im Finkenwerder Vorhafen und am Genter Ufer geplant (Mitt. Frau Wolfstein HPA).

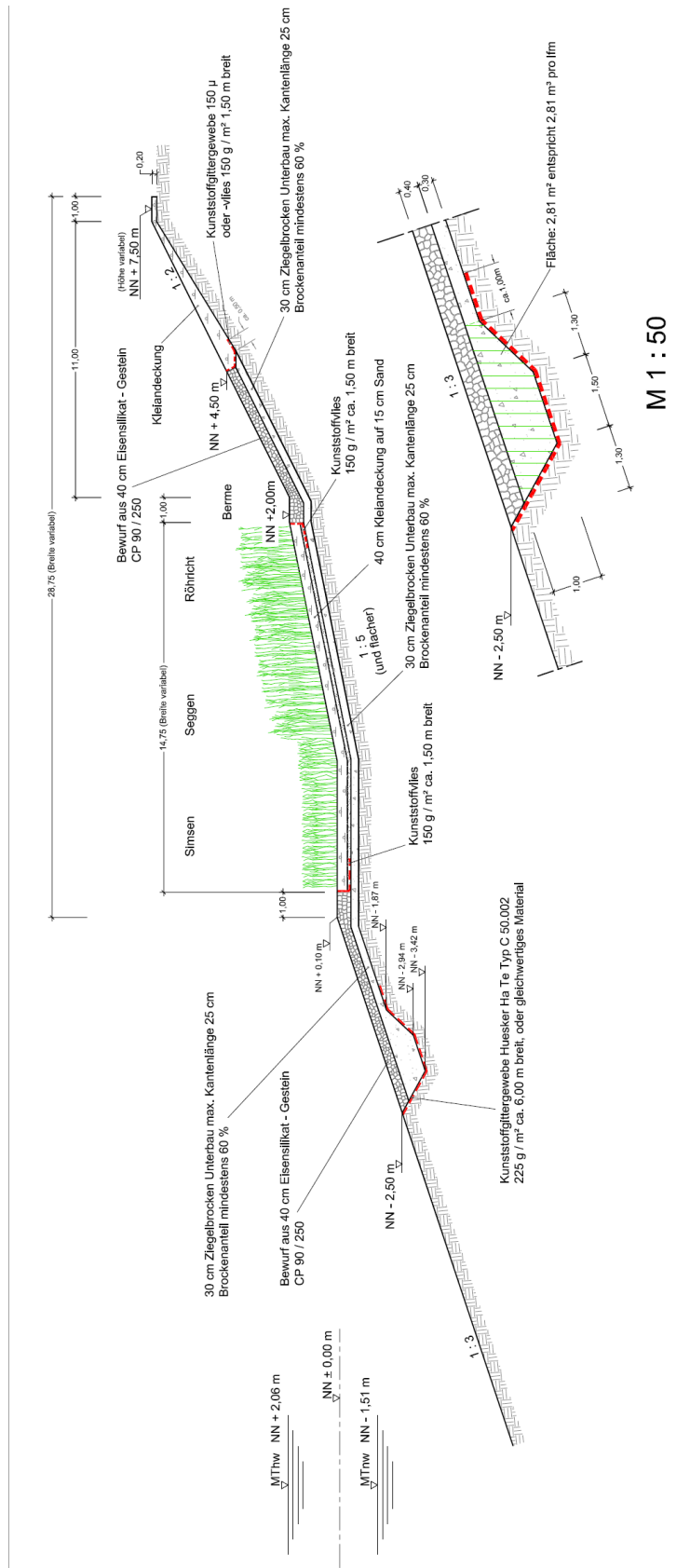


Abb. 3: Querschnitt einer Pflanztasche in der Uferböschung im Hamburger Hafen (älteres Regelprofil)
Quelle: HPA, Herr Engel

Tide Pools: Aktuell werden von HPA (Mitt. Frau Matheuszik) versuchsweise 5 sog. Tide Pools (Durchmesser ca. 1,2 m) der Firma EConcrete® in ein Deckwerk in verschiedenen Höhenstufen eingebaut (Abb. 4). Die vorgefertigten Tide Pools sollen rock pools einer natürlichen Felsküste simulieren, also von Habitaten, die auch bei Niedrigwasser nicht trockenfallen. Die Besiedlung dieser v.a. für den marinen Bereich konzeptionierten Teile im limnischen Bereich des Hafens soll beobachtet werden.



Abb. 4: „Tide Pools“, die aktuell von HPA versuchsweise in einer Uferböschung eingebaut werden, s. Text
Quelle: HPA, Frau Matheuszik; EConcrete®

Projekt Schwimmende Landschaften

Parallel zum hier bearbeiteten Projekt hat die Stiftung Lebensraum Elbe das Studio Urbane Landschaften Hamburg und die Galerie für Landschaftskunst Hamburg mit dem Projekt „Schwimmende Landschaften“ beauftragt, in dem mehr aus stadtplanerischer und gestalterischer Perspektive Möglichkeiten zur (ökologischen) Aufwertung der Häfen erarbeitet werden. Dabei ist eine gewisse Parallelität der Bearbeitung nicht ganz zu vermeiden; für die Umsetzung sollen die Ergebnisse der beiden Projekte zusammengeführt werden.

3.2 Randbedingungen

Die oben recherchierten Beispiele stammen aus unterschiedlichen Gewässern mit unterschiedlicher Salinität, unterschiedlichen Klimazonen und unterschiedlicher Nutzung, so dass eine einfache Übertragung nicht möglich ist. Als weitere Grundlage für die Maßnahmenentwicklung und -auswahl

werden nachfolgend die spezifischen Randbedingungen im Betrachtungsraum zusammengestellt, die es im Weiteren zu beachten gilt. Dies umfasst naturräumliche Spezifika und nutzungsbedingte Anforderungen:

Naturräumliche Spezifika:

- hohe Schwebstoffkonzentration und Sedimentation
- hoher Tidehub
- örtlich starker Schwell
- limnisches Milieu (geringere ökologische Bedeutung von Hartsubstrat als im marinen Milieu)

Nutzungsbedingte Anforderungen:

- Keine Gefährdung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs
- Keine Beeinträchtigung der Unterhaltung der Hafenbecken und der Hamburger Stromelbe
- Keine Einschränkung der wirtschaftlichen Nutzbarkeit des Hafens und der Erreichbarkeit aller Anlagen
- Keine neuen rechtlichen Unsicherheiten (z.B. im Zusammenhang mit „temporärer Natur“)

Weitere Anforderungen

- Geringer Unterhaltungsaufwand
- Nachhaltige Materialauswahl

3.3 Maßnahmenkonzeption

Vor dem Hintergrund der Analyse der ökologischen Defizite, der vorhandenen Situation u.a. der Uferstruktur und der spezifischen Randbedingungen haben wir das folgende Maßnahmenset konzeptioniert, das wir für grundsätzlich geeignet halten:

(1) Schwimmgarten: durch den großen Anteil naturferner Uferstrukturen in den Häfen sind emerse Makrophyten (u.a. verschiedene Röhrichte) kaum vorhanden. Eine Möglichkeit der räumlich flexiblen Ansiedlung sind sog. Schwimmkampen, auf denen dieser Vegetationstyp gute Wachstumsmöglichkeiten hat.

(2) Tauchgarten: v.a. aufgrund der großen Wassertiefe und des hohen Anteils naturferner Uferstrukturen in den Häfen fehlen submerse Makrophyten (u.a. verschiedene Laichkräuter) vollständig. Eine Möglichkeit der räumlich flexiblen Ansiedlung könnten Schwimmrahmen sein, die

Körbe entsprechender Größe schwimmfähig machen. In diesen Körben wachsen submerse Makrophyten; die Körbe sind frei zugänglich für fliegende Insekten zur Eiablage, Jungfische und aquatische Wirbellose.

(3) Steingarten: besonders im limnischen Milieu sind Spundwände nur von wenigen Arten zu besiedeln. Um ihre Funktion als Habitat zu erhöhen ohne ihre schiffahrtliche Nutzbarkeit einzuschränken wurde der sog. Steingarten entwickelt: durch eine gedoppelte, auf der Vorderseite gelöcherte Spundwand, deren durch die Doppelung entstehenden Hohlräume mit Wasserbausteinen gefüllt werden, wird ein hohlraumreicher Ersatzlebensraum v.a. unterhalb der NWL geschaffen.

(4) Holzgarten: besonders im limnischen Milieu sind Spundwände nur von wenigen Arten zu besiedeln. Um ihre Funktion als Habitat zu erhöhen ohne ihre schiffahrtliche Nutzbarkeit einzuschränken können gelöcherte Bohlen oder Stämme in den Spundwandtälern v.a. unterhalb der NWL montiert werden, wodurch eine vergrößerte besiedelbare Oberfläche und ein Kleinlückensystem entstehen.

(5) Ufergarten: durch den großen Anteil naturferner Uferstrukturen in den Häfen sind emerse Makrophyten (u.a. verschiedene Röhrichte) kaum vorhanden. Eine Möglichkeit der Ansiedlung auf der dominierenden Uferstruktur „Schüttsteinböschung“ besteht durch die Verbesserung der Besiedelbarkeit u.a. durch Kleiauflagen im Bereich oberhalb der Mittelwasserlinie.

(6) Zwischengarten: die Häfen sind aufgrund der geringen Strömung und des hohen Schwebstoffdargebots Orte starker Sedimentation; sie müssen deshalb frequent unterhalten werden. Durch die Sedimententnahmen wird die Besiedlung mit längerlebigen Wirbellosen wie Großmuscheln weitgehend verhindert. Durch die Ausweisung von Hafenbereichen in denen temporär eine geringere Wassertiefe tolerierbar ist und deshalb eine temporäre Einstellung der Unterhaltungsbaggerungen möglich ist, können Ansiedlungsmöglichkeiten für diese Arten geschaffen werden. Allerdings besteht bisher eine rechtliche Unsicherheit bzgl. der Bewältigung möglicher artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände, wenn die Unterhaltung wieder aufgenommen werden muss.

3.4 Exkurs Makrophyten

Als aquatische Makrophyten werden höhere Wasserpflanzen (Samenpflanzen, Moose und Armleuchteralgen) bezeichnet, die im oder am Gewässer wachsen. Sie werden nach Art ihrer Wuchsform in submerse und emerse Makrophyten untergliedert.

- Die **emersen Makrophyten** keimen und wachsen zwar unter Wasser, ragen jedoch mit einem Großteil ihrer Blätter, Blüten und Früchte über die Wasseroberfläche hinaus. Einige Arten können bei Hochwasser auch Schwimmblattformen ausbilden. Hier gibt es zwei Gruppen: die Amphiphyten sind Pflanzen, die sowohl unter als auch über dem Wasser leben können und Pionier- und Kleinröhrichte ausbilden, die Helophyten können zwar im Wasser stehen, aber meist nicht unter Wasser überleben; sie bilden oft ausgedehnte Röhrichte aus. In Tab. 1 sind die für schwimmende Röhrichtinseln geeigneten Amphi- und Helophyten mit ihren Eigenschaften zusammengestellt.

- Die **submersen Makrophyten**, auch Hydrophyten genannt, sind vollständig untergetaucht wachsende und entweder im Sediment wurzelnde Rhizophyten oder bisweilen mit Treib- oder Ankerwurzeln im Wasser treibende Pleustophyten (Wasserschweber). Bei einigen Arten ragen die Blüten- und Fruchtstände über die Wasseroberfläche hinaus. In Tab. 2 sind die für die Aufgabenstellung geeigneten Makrophyten mit ihren Eigenschaften zusammengestellt.

Tab. 1: Zusammenstellung der für den Maßnahmentyp „Schwimmgarten“ geeigneten einheimischen Makrophyten mit ihren ökologischen Eigenschaften und Präferenzen.

Zusammenstellung der für Schwimmende Inseln geeigneten einheimischen Makrophyten mit ihren ökologischen Eigenschaften und Präferenzen. Quelle: Ellenberg et al. 1992; SUBV 2013			Lichtzahl			Temperatur			Reaktionszahl			Stickstoffzahl			Salzzahl			Feuchtezahl			Veg										
			Halbschatten	Halblicht	Volllicht	Mäßigwärmezeiger	Wärmezeiger	Mäßigsäurezeiger	Säure-Basenzeiger	Base- und Kalkzeiger	mäßig stickstoffreich	stickstoffreich	Stickstoffzeiger	Verschmutzungszeiger	nicht salztolerant	salztolerant (0-0,1% Cl ⁻)	oligohalin (0,05-0,3% Cl ⁻)	β-mesohalin (0,3-0,5% Cl ⁻)	mässiger Nässezeiger	Nässezeiger	Wechselwasser	starkes Wechselwasser	Überschwemmungszeiger	Pionier- und Keimröhrichte	Großröhrichte & Uferstrauden						
Nr	Artnamen		5	6	7	8	9	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Gewöhnlicher Froschlöffel																													
2	<i>Berula erecta</i>	Aufrechte Berle																													
3	<i>Catabrosa aquatica</i>	Quellgras																													
4	<i>Eleocharis palustris</i>	Gewöhnliche Sumpfsimse																													
5	<i>Glyceria fluitans</i>	Flutender Schwaden																													
6	<i>Juncus compressus</i>	Zusammengedrückte Binse																													
7	<i>Myosotis scorpioides</i>	Sumpf-Vergissmeinnicht																													
8	<i>Nasturtium officinale</i>	Gewöhnliche Brunnenkresse																													
9	<i>Oenanthe fistulosa</i>	Röhriger Wasserfenchel																													
10	<i>Persicaria hydropiper</i>	Wasserpfeffer																													
11	<i>Persicaria lapathifolia</i>	Ampler-Knöterich																													
12	<i>Rorippa amphibia</i>	Wasser-Sumpfkresse																													
13	<i>Rorippa palustris</i>	Gewöhnliche Sumpfkresse																													
14	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Pfeilkraut																													
15	<i>Sparganium emersum</i>	Flutender Igelkolben																													
16	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	Wasser-Ehrenpreis																													
17	<i>Veronica catenata</i>	Bleicher Ehrenpreis																													
18	<i>Acorus calamus</i>	Kalmus																													
19	<i>Angelica archangelica</i> ssp. <i>archangelica</i>	Echte Engelwurz																													
20	<i>Angelica archangelica</i> ssp. <i>litoralis</i>	Ufer-Engelwurz																													
21	<i>Bolboschoenus maritimus</i> var. <i>compactus</i>	Strand-Simse																													
22	<i>Butomus umbellatus</i>	Schwabenblume																													
23	<i>Glyceria maxima</i>	Wasser-Schwaden																													
24	<i>Leersia oryzoides</i>	Wilder Reis																													
25	<i>Mentha aquatica</i>	Wasser-Minze																													
26	<i>Mimulus guttatus</i>	Gelbe Gaucklerblume																													
27	<i>Oenanthe aquatica</i>	Großer Wasserfenchel																													
28	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras																													
29	<i>Phragmites australis</i>	Schilf																													
30	<i>Ranunculus lingua</i>	Zungen-Hahnenfuß																													
31	<i>Rumex aquaticus</i>	Wasser-Ampfer																													
32	<i>Rumex hydrolapathum</i>	Fluss-Ampfer																													
33	<i>Rumex maritimus</i>	Strand-Ampfer																													
34	<i>Rumex palustris</i>	Sumpf-Ampfer																													
35	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Salz-Teichsimse																													
36	<i>Sparganium erectum</i>	Ästiger Igelkolben																													
37	<i>Typha angustifolia</i>	Schmalblättriger Rohrkolben																													
38	<i>Typha latifolia</i>	Breitblättriger Rohrkolben																													

Alle in Tab. 1 und Tab. 2 aufgelisteten Arten kommen in und an den Gewässern im Hamburger Elbtal vor, überprüft mittels Verbreitungsatlanen wie Schwioger 2002, Garve 2007, NetPhyD & BfN 2013 sowie dem kartengestützten online-Artenkataster des Botanischen Vereins zu Hamburg (<http://www.bg-web.de/ak7/karte.php>; <https://www.botanischerverein.de/flora-von-hamburg/artenkataster-hamburg>). Einige der Arten wurden bereits vom Botanischen Verein zu Hamburg (2020) für Wiederansiedlungen vorgeschlagen.

Keine der einheimischen Süßwasser-Makrophyten ist an hohe periodische Wasserstandsschwankungen wie Tidenhübe über vermutlich ca. 50 cm angepasst. Lediglich marine Makrophyten bzw. Brackwasserpflanzen wie die Salden (*Ruppia maritima* und *R. cirrhosa*), die in flachen Salz- und Brackwassergewässern an der Küste und im Binnenland vorkommen, und die Seegräser (*Zostera marina* und *Z. noltii*), die in bis zu 10 m tiefen unterseeischen Wiesen der Nord- und Ostsee wachsen, sind dem Tidegeschehen angepasst.

Während für Herstellung und Pflege bepflanzter Schwimmgärten (Schwimmkampen) bereits umfangreiche Erfahrungen auch bei Betrieben in der Umgebung Hamburgs vorliegen, fehlen wissenschaftliche Grundlagen und praktische Erfahrungen bzgl. des Maßnahmentyps Tauchgarten. Nachfolgend sind deshalb als Grundlage für die weitere Konzeption wesentliche Voraussetzungen für Entwicklung von submersen Makrophyten zusammengestellt:

- Genügend Lichteinfall für die Photosynthese
- Ausreichende Wassertiefe von 50 bis 150 cm (artspezifisch)
- Geringe hydraulische Belastung (Tide und Wellengang)
- Meso- bis eutrophe Nährstoffverhältnisse
- Durchwurzelbares Sediment, wenn Rhizophyten ausgebracht werden sollen
- Hydrophyten benötigen relativ klares Wasser mit einer Trübung <20 NTU (Madsen et al. 2001; Köhler et al. 2010; Reitsema et al. 2018; Queensland Government 2020). Daher Reduktion des Phytoplanktons und damit der Trübung des Wassers, z.B. durch algenfressende Organismen (z.B. Wasser-schnecken; Wu et al. 2019), künstliche algenattraktive Pflanzen (Yan et al. 2020) oder algenhemmende Stoffe abgebende Pflanzen (z.B. Krebscheren; Mulderij et al. 2007).

Nr	Eigenschaft	Struktur
1	Ausreichend Lichteinfall	Begrenzung der Wassertiefe; keine Abschattung; tidesynchrone vertikale Bewegung; Einsatz in Bereichen mit reduzierter Schwebstoffkonzentration (innere Häfen).
2	Dimensionierung	Wassertiefe ca. 100; Fläche min. 1 m ² ; Behälter von min. 1 m ³ Volumen; Dimensionierung und Material des SMH müssen vertikale Bewegungsfreiheit, horizontale Standortfixierung und Wellenfestigkeit gewährleisten (Doyle et al. 2001).
3	Materialstabilität	Robustheit gegen hydraulische Belastung und mechanische Beschädigungen.
4	Vertikale Bewegungsfreiheit	Mit dem Tidenhub mitsteigende oder -sinkende, seitlich und/oder am Grund verankerte Behälter mit ausreichend Auftrieb; kein Aufsetzen und Trockenfallen bei niedrigstem Niedrigwasser.
5	Lagestabiles feinkörniges Sediment	Behälter mit verwindungsfestem Boden, auf dem min. 30 cm Sediment aufgebracht sind, wenn Rhizophyten ausgebracht werden sollen;
6	Austausch von Wasser und Organismen mit der aquatischen Umgebung	Behälter mit Wandöffnungen, die einen Austausch mit möglichst geringen Störwirkungen nach innen zulassen.

4. Maßnahmenumsetzung

4.1 Maßnahmenkonkretisierung

4.1.1 Schwimmgarten

Idee: durch den großen Anteil naturferner Uferstrukturen in den Häfen sind emerse Makrophyten (u.a. verschiedene Röhrichte) kaum vorhanden. Eine Möglichkeit der räumlich flexiblen Ansiedlung sind sog. Schwimmkampen, auf denen dieser Vegetationstyp gute Wachstumsmöglichkeiten hat; das Wurzelgeflecht wächst in das freie Wasser hinein.

Ersetzte Funktionen: emerse Makrophyten inklusive submersem Wurzelgeflecht; Verbesserung der Wasserqualität; Habitat für Insektenlarven und andere Wirbellose sowie Jungfische.

Ausführung: mobile Schwimmpontons mit vorgezogenen emersen Makrophyten auf durchwurzeltten Matten. Geeignete Arten, die nach PREISINGER (1991) auch in der limnischen Tideelbe präsent sind, sind u.a. *Caltha palustris*, *Phalaris arundinacea*, *Typha angustifolia*, *Acorus calamus*, *Phragmites australis*, *Glyceria maxima*.

Die Pontons werden verankert oder anderweitig festgemacht. Die Firma Bestmann bietet u.a. folgende Ausführung an: AquaGreen® Schwimmkampe Typ SK 30A: Standardausführung als gleichseitiges Dreieck mit einer Seitenlänge von 2,90 m aus rostfreien Edelstahlrohren. Fläche = 3,20 m². Vorbepflanzt mit Röhrichtpflanzen, inklusive Spezialnetztuch aus Polypropylän. Die Schwimmkampen werden vormontiert geliefert und sind auf der Baustelle nach Herstellerangaben zu montieren, zu positionieren und zu verankern. Kann auch als Schwimmkampengruppe ausgeführt werden (Abb. 5).



Abb. 5: Schwimmkampen der Firma Bestmann
Quelle: AquaGreen®

Standorte: schwellberuhigte, temporär nicht genutzte Hafengebiete

Beschaffung/Herstellung: käufliches Produkt (<https://www.bestmann-green-systems.de>); es sollte geprüft werden, ob vor dem Hintergrund der Gewässerbelastung mit Mikroplastik auch andere Materialien einsetzbar sind.

Unterhaltung: die Pontons müssen regelmäßig kontrolliert und gewartet werden; ggf. muss Pflanzenbiomasse entfernt werden, um den Gewichtszuwachs zu begrenzen.

Besonderheiten: die Pontons müssen so verankert werden, dass auch in extremen Situationen ein auf Drift gehen ausgeschlossen ist. Sie können durch Schlepper an andere Orte verbracht werden. Durch ihre optische Wirkung sind sie auch besonders für von Erholungssuchenden bzw. Anwohnern genutzte Häfen geeignet und könnten zusätzlich zur Vermittlung von ökologischem Wissen genutzt werden.

Genehmigungsfähigkeit/Umsetzbarkeit: Entsprechend § 6 (1) Hafentwicklungsgesetz dürfen im Hafennutzungsgebiet ausschließlich Nutzungen realisiert werden, die den Hafenzwecken dienen. § 6 (2) räumt jedoch die Möglichkeit ein, u.a. zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sowie für Naturschutz und Landschaftspflege eine Nutzung von Flächen zuzulassen. Für verankerte oder festgemachte schwimmende Anlagen muss entsprechend § 28 der Verordnung über den Verkehr im Hamburger Hafen und auf anderen Gewässern (Hafenverkehrsordnung) vom 12. Juli 1979 bei der zuständigen Schifffahrtspolizeibehörde eine Genehmigung für den Liegeplatz eingeholt werden. Nach § 29 ist außerdem bei der zuständigen Wasserbehörde eine wasserrechtliche Genehmigung nach § 15 des Hamburgischen Wassergesetzes einzuholen. Grundsätzlich könnte der Schwimmgarten also genehmigungsfähig sein. Fragen der Haftung sind zu klären.

Kosten: die Kosten für eine einzelne bereits bepflanzte Kampe in der oben beschriebenen Ausführung (bepflanzte Fläche 3,20 m²) beträgt ca. 1.500,- € zzgl. Fracht und Verankerung.

Einschätzung: Aufgrund des Unterhaltungsaufwandes ist dieser Maßnahmentyp u.E. v.a. dort zu empfehlen, wo er zusätzlich zu den ökologischen Wirkungen auch als optische Aufwertung und als Medium für die Vermittlung ökologischer Informationen eingesetzt werden kann. Da die Anlage mobil ist, kann sie wenn erforderlich verlegt werden. Schwimmkampen werden als fertiges Produkt angeboten, können aber natürlich auch gesondert (ggf. in anderen Abmessungen) hergestellt werden. Die Maßnahme Schwimmgarten ist im Parallelprojekt „Schwimmende Landschaften“ (s. Kap. 3.1.2) mit interessanten Ansätzen weiter konzeptioniert worden.

4.1.2 Tauchgarten

Idee: v.a. aufgrund der großen Wassertiefe und des hohen Anteils naturferner Uferstrukturen in den Häfen fehlen submerse Makrophyten (u.a. verschiedene Laichkräuter) vollständig. Eine Möglichkeit der räumlich flexiblen Ansiedlung könnten Schwimmrahmen sein, die Körbe entsprechender Größe schwimmfähig machen. In diesen Körben wachsen submerse Makrophyten; die Körbe sind frei zugänglich für fliegende Insekten zur Eiablage, Jungfische und aquatische Wirbellose.

Ersetzte Funktionen: submerse Makrophyten und Flachwasserstrukturen; Habitat für Insektenlarven; phytophile Fische; Jungfische

Ausführung: mobile Schwimmrahmen mit submersen Makrophyten in Körben. Die Schwimmrahmen werden verankert oder anderweitig festgemacht. Einen Überblick geeigneter Arten gibt Tab. 2.

Variante 1: Die Firma Bestmann könnte durch Weiterentwicklung bestehender Produkte folgendes anbieten: Ausführung als gleichseitiges Dreieck mit einer Seitenlänge von 2 m aus rostfreien Edelstahlrohren. Unterseitig 1 m hoher Edelstahl-Käfig, Maschenweite 10x10 cm oder kleiner, Drahtstärke 4,5 mm. Makrophyten verfügbares Volumen ca. 1,7 m³. Die Schwimmrahmen werden vormontiert geliefert und sind auf der Baustelle nach Herstellerangaben zu montieren, zu positionieren und zu verankern. Kann auch als Schwimmrahmengruppe ausgeführt werden.

Eine deutlich leichtere Ausführung wäre möglich, wenn statt des Edelstahl-Käfigs ein Netzkäfig z.B. aus Polypropylen eingebracht werden würde. Dies führt jedoch zu einer kürzeren Lebensdauer, einem höheren Unterhaltungsaufwand und einer geringeren hydraulischen Belastbarkeit.

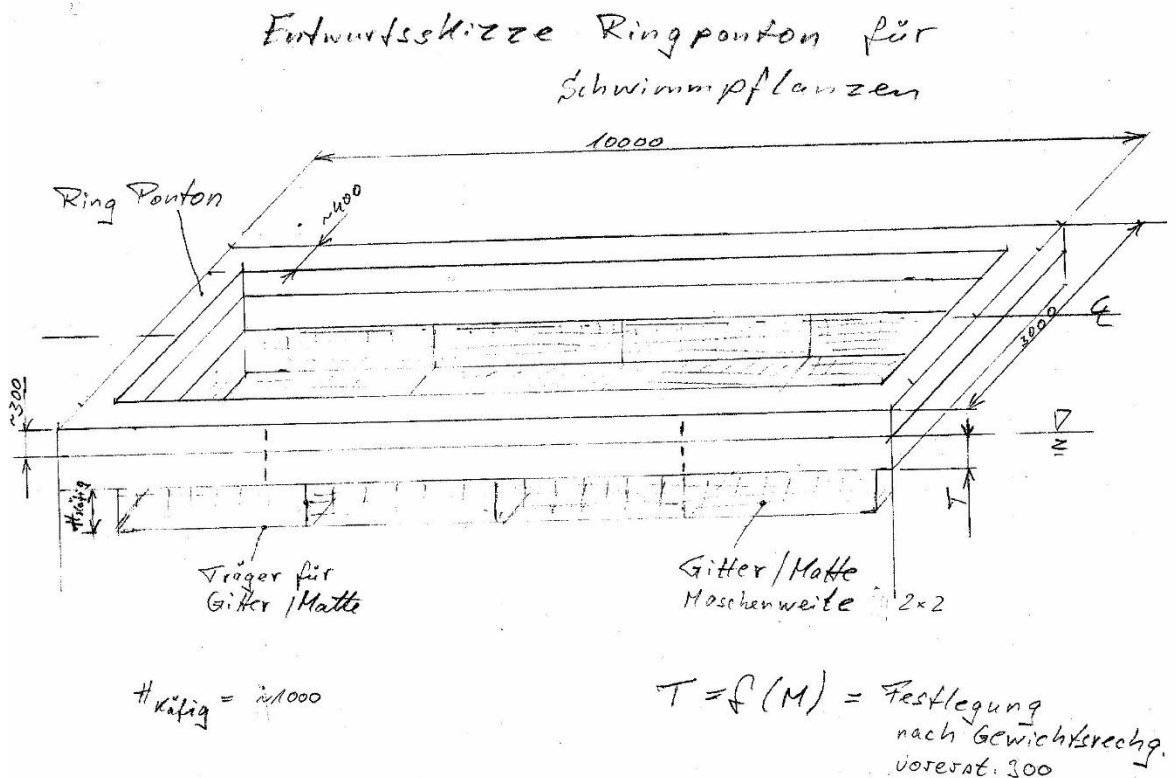


Abb. 6: Skizze eines möglichen Lay-out des Ringpontos für die Variante 2 des Tauchgartens

Variante 2: Für den Einsatz in den Hamburger Häfen ist möglicherweise eine größere Einheit besser geeignet, die auch zu geringeren Kosten und geringerem Aufwand bei Verankerung und Wartung etc führt. Die Variante 2 sieht einen Schwimmrahmen mit Käfig aus V4A mit den Außenmaßen von 10 x 3 (bis 4) m vor. Sie wird als geschlossene Schweißkonstruktion ausgeführt und ist damit relativ verwindungssteif, hat eine hohe Lebensdauer, ist unterhaltungsarm und hat eine gewisse „Trägheit“ gegen Wellenanregung (s. Abb. 6). Da der Tauchgarten auch bei Niedrigwasser nicht aufsetzen soll, muss der Käfig („Maschengröße“ ca. 2x2 cm) nicht selbsttragend sein. Vorgesehen werden Hebeaugen zur einfachen Bergung und Klampen zur Vertäuung an Dalben o.ä. und ein Handlauf für eine (eingeschränkte) Begehrbarkeit. Eine regelmäßige Wartung ist erforderlich.

Die Konstruktion sollte die Einbringung einer dünnen Sedimentschicht in den Schwimmrahmen ermöglichen, so dass auch wurzelnde Arten eingebracht werden können. Dies erhöht allerdings das Gewicht und damit die Anforderungen an die bauliche Ausführung und muss bei der Entwicklung eines Prototyps detailliert werden.

Standorte: schwellberuhigte, temporär nicht genutzte Hafenbereiche

Beschaffung/Herstellung: Variante 1: Weiterentwicklung eines bestehenden Produkts der Firma Bestmann (<https://www.bestmann-green-systems.de>). Variante 2: Entwurf und Bau durch Fachfirma (Pontonbauer, Werften etc.).

Unterhaltung: die Pontons müssen regelmäßig kontrolliert und gewartet werden

Besonderheiten: die Pontons können durch Schlepper an andere Orte verbracht werden

Genehmigungsfähigkeit/Umsetzbarkeit: s. Ausführungen zum Schwimmgarten. Für die Variante 2 müssen, da sie begehbar sein sollte, die Unfallverhütungsvorschriften (UVV) berücksichtigt werden. Vermutlich ist ein Schwimmfähigkeitsnachweis erforderlich.

Hinweise zur Umsetzung: bei der weiteren Konkretisierung sollten nachfolgende Aspekte berücksichtigt werden: Stabile Ausführung; Verwendung standardisierter Teile soweit möglich; geringer Unterhaltungsaufwand; ausschließliche Verwendung heimischer Arten; Gewinnung des pflanzlichen Materials im Rahmen von Grabenunterhaltungen im Umland prüfen (in Abstimmung mit der Naturschutzbehörde); Synergien mit Herstellung Schwimmgarten suchen; Nutzbarkeit vorhandener Festmacher prüfen; Monitoring der Entwicklung der eingebrachten Pflanzen und der faunistischen Besiedlung.

Kosten: die Kosten für ein einzelnes Element des Tauchgartens in der oben beschriebenen Variante 1 (für Makrophyten verfügbares Volumen ca. 1,7 m³) betragen 3.000–5.000,- € zzgl. Verankerung. Es ergibt sich ein Quadratmeterpreis von ca. 2.400,- €. Die Kosten für die Variante 2 können mit ca. 20.000,- € angegeben werden (wir bedanken uns bei der VIDOBE GmbH, Jaffestrasse 12a, 21109 Hamburg für die Kostenschätzung). Es ergibt sich ein Quadratmeterpreis von 1.000,- bis 1.500,- €.

Einschätzung: Dieser Maßnahmentyp führt voraussichtlich zu einer deutlichen ökologischen Aufwertung, da submerse Makrophyten und damit deren charakteristische Fauna in den Häfen vollständig fehlen. Unseres Wissens liegen bisher keine Erfahrungen vor, so dass hier der Aufwand bzgl. Entwicklung und Monitoring relativ größer als bei anderen Maßnahmentypen ist. Da die Anlage mobil ist, kann sie wenn erforderlich verlegt werden. Die Realisierung eines Prototyps der Variante 2 erscheint sinnvoll.

4.1.3 Steingarten

Idee: besonders im limnischen Milieu sind Spundwände nur von wenigen Arten zu besiedeln. Um ihre Funktion als Habitat zu erhöhen ohne ihre schiffahrtliche Nutzbarkeit einzuschränken wurde der sog. Steingarten entwickelt: durch eine partiell gedoppelte, auf der Vorderseite gelöcherte Spundwand, deren durch die Doppelung entstehenden Hohlräume mit Wasserbausteinen gefüllt werden, wird ein hohlraumreicher Ersatzlebensraum geschaffen. Die Steingärten sollten v.a. unter der Niedrigwasserlinie liegen (s. Abb. 7).

Ersetzte Funktionen: sublitorales Lückensystem; Habitat für Crustaceen; Klein- und Jungfische

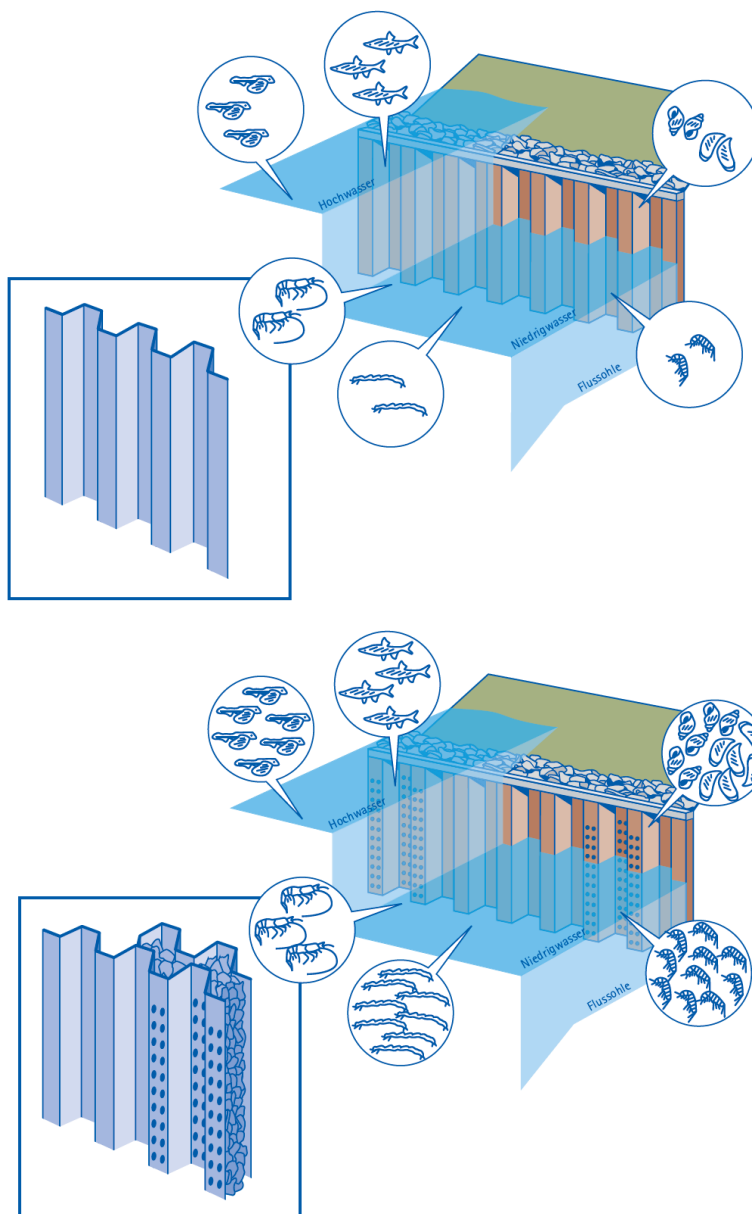


Abb. 7: Steingarten, s. Text

Quelle: BioConsult, eigene Darstellung

Ausführung: Bei dem von BioConsult im Rahmen einer Kompensationsmaßnahme entwickelten Steingarten handelt es sich hierbei um eine partiell doppelwandige Spundwand, deren Hohlkörper mit Wasserbausteinen aufgefüllt wird. Größe und Volumen der Steingärten sind variabel und die jeweiligen Standortgegebenheiten anpassbar. Durch eine ausreichende Anzahl von Öffnungen in dem wasserseitigen Teil der Spundwand wird der Kontakt des befüllten Hohlkörpers mit dem Gewässer gewährleistet. Somit wird die Zugänglichkeit für aquatische Organismen zu dem hergestellten besiedelbaren Raum ermöglicht und insgesamt die Spundwand struktureicher. Gleichzeitig kann die originäre Funktion und Nutzbarkeit der Spundwand, z.B. für die Schifffahrt, in vollem Umfang erhalten werden.

Standorte: stark schifffahrtlich genutzte, gespundete Hafengebiete

Beschaffung/Herstellung: wird durch Wasserbaufirma vor Ort hergestellt

Unterhaltung: Durch die ausschließliche Verwendung von im Wasserbau verwendeten Materialien entsteht kein zusätzlicher Unterhaltungsaufwand; die Maßnahme hat die gleiche Lebensdauer wie die übliche Stahlspundwandkonstruktion.

Besonderheiten: Praxisbeispiel in der bremischen Unterweser vorhanden (s. SCHUCHARDT et al. 2002a); Monitoring der Besiedelung s. SCHUCHARDT et al. 2002b.

Vermutlich stellt der Steingarten ein bevorzugtes Biotop für die Schwarzmundgrundel (*Neogobius melanostomus*) dar, die vom Bundesamt für Naturschutz als invasive Art eingestuft ist und die inzwischen auch in der Elbe vorkommt.

Genehmigungsfähigkeit/Umsetzbarkeit: der Maßnahmentyp stellt keine besonderen Anforderungen an die Genehmigung und kann in der Entwurfs- und Ausführungsplanung für neue Spundwände ohne weiteres berücksichtigt werden.

Kosten: Die Kosten sind sehr stark von der örtlichen Situation und der Ausführung abhängig; eine grobe Orientierung können ca. 4.000,- €/m² sein.

Einschätzung: Der Materialeinsatz und der Herstellungsaufwand sind hoch. Eine Anwendung kommt nur bei der Errichtung neuer Spundwände in Frage. Es entsteht kein Unterhaltungsaufwand und die Herstellung kann auch an intensiv schifffahrtlich genutzten Standorten erfolgen. Aufgrund des hohen Materialeinsatzes und des bereits hohen Anteils an Hartsubstraten und Lückensystemen im Hafengebiet ist eine Herstellung u.E. allerdings nur im Einzelfall sinnvoll.

4.1.4 Holzgarten

Idee: besonders im limnischen Milieu sind Spundwände nur von wenigen Arten zu besiedeln. Um ihre Funktion als Habitat zu erhöhen ohne ihre schifffahrtliche Nutzbarkeit einzuschränken können gelöcherte Bohlen oder Stämme in den Spundwandtälern v.a. unterhalb der NWL montiert werden, wodurch eine vergrößerte besiedelbare Oberfläche und ein Kleinlückensystem entsteht (s. Abb. 8).

Ersetzte Funktionen: ähnlich Steingarten, jedoch deutlich kleineres Lückensystem



Abb. 8: Ältere Holzvorsetze im Bremer Holzhafen, die das entstehende Lückensystem veranschaulicht
Foto: BioConsult

Ausführung: Es werden gelochte Weichholzbohlen oder -stämme in den Spundwandtäälern vorhandener Spundwände durch Taucher montiert. Dazu werden bei ca. 6m langen Bohlen ca. 4 Befestigungen vorgesehen, in dem Taucher Winkel anschweißen, an die jeweils 1 Bügel gebolzt wird, die die Bohle dann sicher halten (s. Abb. 9 unten). Bei beschichteten Spundwänden ist die Beschichtung wieder herzustellen. Für fachliche Hinweise bedanken wir uns bei Dipl.-Ing. Klaus Ammermann.

Standorte: stark schiffahrtlich genutzte, gespundete Hafenbereiche; sie sollten v.a. unter der Niedrigwasserlinie hergestellt werden.

Beschaffung/Herstellung: wird durch Wasserbaufirma und Taucher vor Ort hergestellt

Unterhaltung: nicht erforderlich; bei einem Einsatz unter der NWL ist eine sehr lange Lebensdauer zu erwarten (mehrere Jahrzehnte)

Besonderheiten: -

Genehmigungsfähigkeit/Umsetzbarkeit: der Maßnahmentyp stellt keine besonderen Anforderungen an die Genehmigung und kann in der Entwurfs- und Ausführungsplanung für neue Spundwände ohne weiteres berücksichtigt werden; auch eine Nachrüstung ist möglich.

Kosten: die Kosten für den Anbau eines 6m langen Stamms können grob auf 5.000,- € geschätzt werden

Einschätzung: Der Materialeinsatz und der Herstellungsaufwand sind im Zusammenhang mit der Errichtung neuer Spundwände gering. Es entsteht kein Unterhaltungsaufwand und die Herstellung

kann auch an intensiv schiffahrtlich genutzten Standorten erfolgen. Aufgrund des relativ kleinen entstehenden Lückensystems und des bereits hohen Anteils an Hartsubstraten im Hafensbereich erscheint eine Herstellung allerdings nur begrenzt sinnvoll.

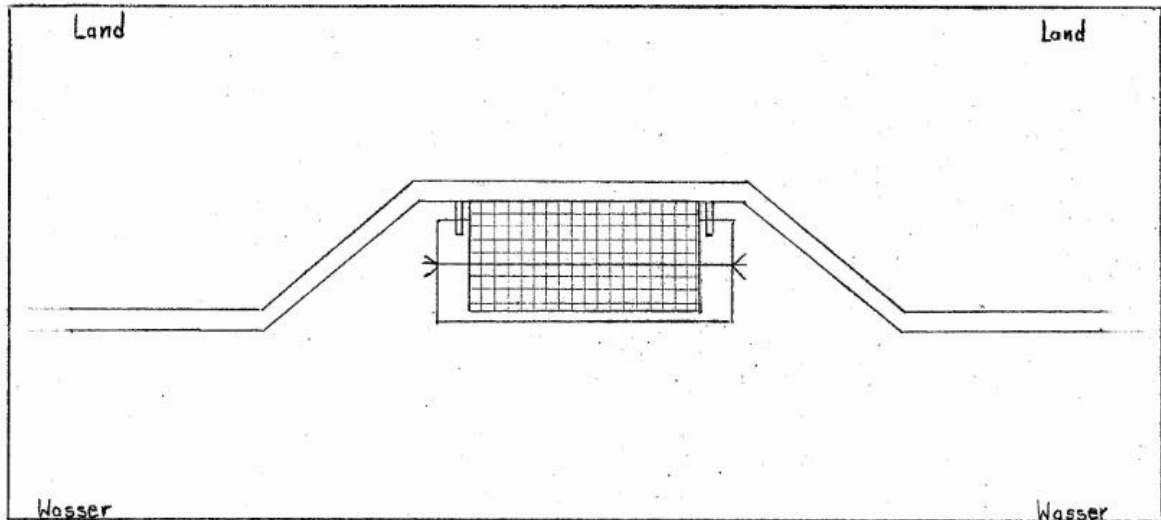


Abb. 9: Skizze zur Herstellung des „Holzgartens“, s. Text
Quelle: BioConsult, eigene Darstellung

4.1.5 Ufergarten

Idee: durch den großen Anteil naturferner Uferstrukturen in den Häfen sind emerse Makrophyten (u.a. verschiedene Röhrichte) kaum vorhanden. Eine Möglichkeit der Ansiedlung auf der dominierenden Uferstruktur Schüttsteinböschung besteht durch die Herstellung eines „Ufergartens“ (in Hamburg z.T. auch als „Pflanztasche“ bezeichnet; s. Abb. 3), durch den besser besiedlungsfähige Fläche auf einer Steinböschung geschaffen wird. Solche Maßnahmen sind vereinzelt im Hamburg Hafen von HPA oder der BUE durchgeführt worden (s. Kap. 3.1.2 und Abb. 10).

Ersetzte Funktionen: Flachwasserzone/Wasserwechselzone mit emersen Makrophyten. Die Bedeutung für die Pflanzenarten der Tideaue konnte u.a. PREISINGER (1991) zeigen.

Ausführung: „Ufergärten“ auf Steinschüttungen oder -pflasterungen können auf unterschiedliche Weise hergestellt werden; grundsätzlich geht es darum, die Besiedelbarkeit der Deckwerke mit Röhrichten oder auch Weidengebüsch zu verbessern. Die besiedelbare Fläche sollte in der Höhenstufe von ca. 1,5 m unter MThw bis etwa 0,5 m über MThw liegen, so dass sich sowohl die verschiedenen Röhrichte als auch Weidengebüsche ansiedeln können; ggf. kann durch eine Bepflanzung unterstützt werden.



Abb. 10: Links: Pflanztasche mit Weidenstreifen und vorgelagertem Röhrichtgürtel im Hamburger Hafen (äußerer Hansahafen). Rechts: Beispiel der Vegetation in einer schwelgeschützten Berme im MTHW-Bereich an der Unterweser bei Bremen-Farge.
Fotos: BioConsult

Zu einer Verbesserung der Besiedelbarkeit trägt wesentlich ein flacheres Profil (1:5 oder flacher gegenüber 1:3) und eine Verbesserung der Durchwurzelbarkeit des Untergrundes bei. Dies kann durch Kleiauflagen, Klei unter Steinen geringerer Schüttdichte oder eine Berme (also eines vertikalen Profilbereichs, in dem die Uferneigung stark verringert ist, so dass Sedimente akkumulieren) ermöglicht werden. In schwellexponierten Bereichen kann ein Schwelenschutz aus Steinen sinnvoll sein (Abb. 10). Drei mögliche Profile veranschaulicht Abb. 11 (unten). Dies ist nach örtlicher Situation und Kosten zu entscheiden. Ein aufwändigere Form sind die in Hamburg bereits mehrfach ausgeführten „Pflanztaschen“ (s. Abb. 3). Besonders bei erforderlicher Erneuerung einer Steinschüttung ist diese Maßnahme geeignet.

Jede Abflachung des Profils bis zum Einbau einer Berme vergrößert den Raumbedarf der Uferbefestigung. Dies kann grundsätzlich sowohl wasser- als auch landseitig erfolgen; es muss jedoch zusätzliche Fläche verfügbar sein. Für fachliche Hinweise bedanken wir uns bei Dipl.-Ing. Klaus Ammermann.

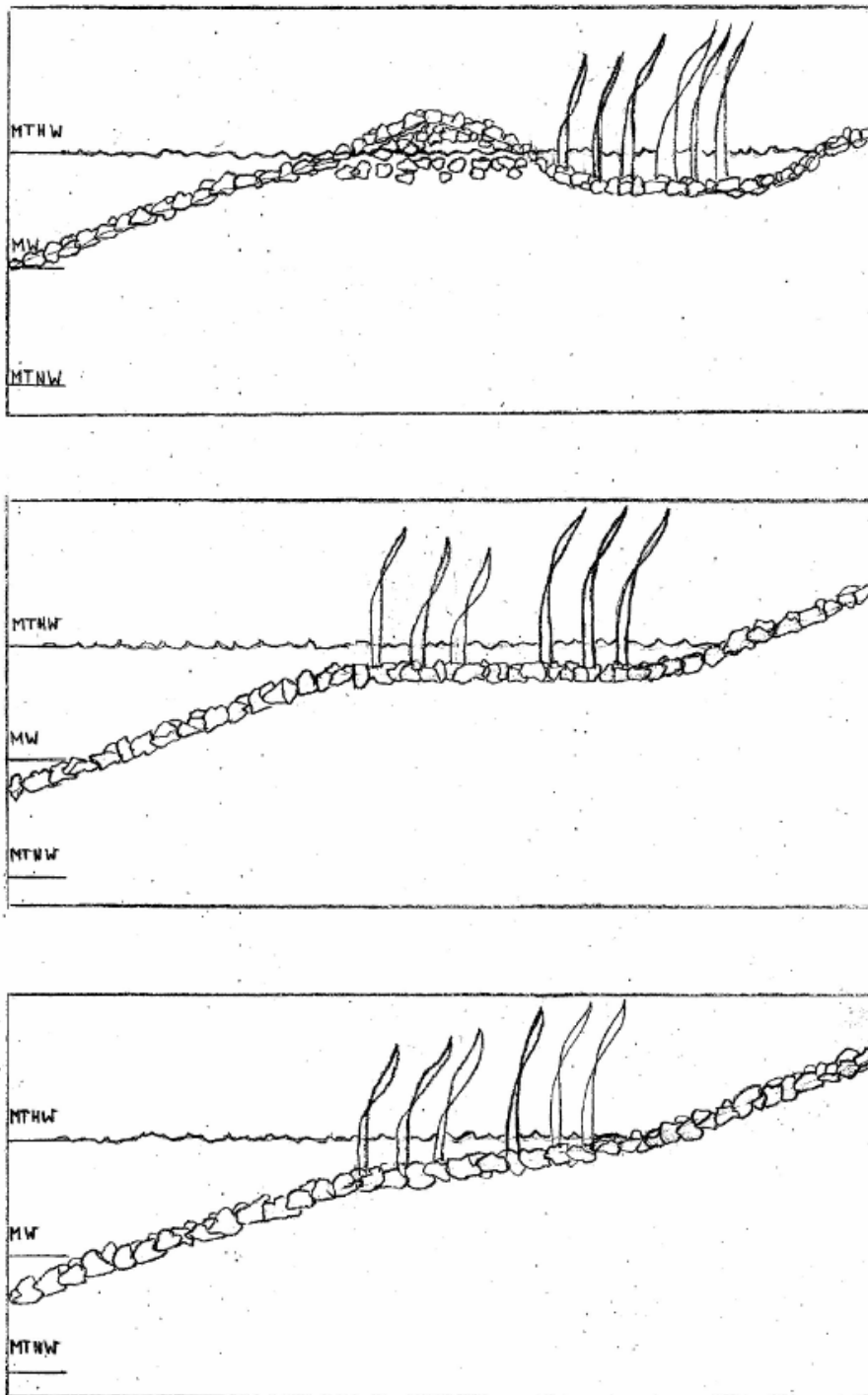


Abb. 11: Skizze (unmaßstäblich) möglicher Profile zur Herstellung eines Ufergartens, s. Text
Quelle: BioConsult, eigene Darstellung

Standorte: Hafenbereiche mit Steinschüttungen oder -packungen

Beschaffung/Herstellung: wird durch Wasserbaufirma vor Ort hergestellt

Unterhaltung: keine gesonderte Unterhaltung erforderlich

Besonderheiten: Praxisbeispiele sind vorhanden, u.a. im Hamburger Hafen und an der bremschen Unterweser bei Farge. Die Maßnahme führt auch zu einer deutlichen Aufwertung des Landschaftsbildes und der Erholungseignung.

Genehmigungsfähigkeit/Umsetzbarkeit: der Maßnahmentyp stellt keine besonderen Anforderungen an die Genehmigung und kann in der Entwurfs- und Ausführungsplanung für neue Uferbefestigungen oder bei deren Erneuerung ohne weiteres berücksichtigt werden. Bei Veränderung des Profils (Berme, s.o.) ist allerdings zusätzlicher Raum erforderlich.

Kosten: die Kosten sind stark von Ausführung und örtlicher Situation abhängig. Der Einbau einer horizontalen 2-3 m breiten Berme im Bereich der HWL bei Herstellung einer neuen Steinschüttung kann die Herstellungskosten der Steinschüttung um ca. 7 % erhöhen; die Herstellung einer Pflanztasche kann zu einer Erhöhung um 15 % führen. Bei Annahme einer vertikalen Höhe einer Steinschüttung von 30m und einem Quadratmeterpreis von 200.- € kostet die Herstellung von 100 m Steinschüttung ca. 600.000.- €; der Einbau einer einfachen Berme würde zu Mehrkosten von etwa 42.000.- € führen, der Einbau einer komplexeren Pflanztasche zu Mehrkosten von etwa 90.000.- € pro 100 m.

Einschätzung: Materialeinsatz und Herstellungsaufwand für die Ufergärten sind sowohl bei der Neuanlage einer Schüttsteinböschung als auch bei einem nachträglichen Einbau relativ gering. Vorliegende Erfahrungen sind positiv. Es entsteht kein zusätzlicher Unterhaltungsaufwand. Je nach Ausführung kann die Herstellung zu einem geringen zusätzlichem Raumbedarf führen; die örtliche Nutzungssituation und ihre absehbare zukünftige Entwicklung müssen also geprüft werden.

4.1.6 Zwischengarten

Idee: die Häfen sind aufgrund der geringen Strömung und des hohen Schwebstoffdargebots Orte starker Sedimentation; sie müssen deshalb frequent unterhalten werden. Durch die Baggerungen wird die Besiedlung mit längerlebigen Wirbellosen wie Großmuscheln weitgehend verhindert. Durch die Ausweisung von Hafengebieten in denen temporär eine geringere Wassertiefe tolerierbar ist und nachfolgend eine temporäre Einstellung der Unterhaltungsbaggerungen können Ansiedlungsmöglichkeiten für diese Arten geschaffen werden.

Ersetzte Funktionen: ungestörte Weichböden von Auengewässern; Habitat u.a. für Großmuscheln

Ausführung: Aussetzen der Unterhaltungsbaggerungen auf Teilflächen. Großmuscheln reproduzieren sich je nach Gewässer nach 2-3 Jahren; wie schnell die Erstbesiedlung einer Fläche erfolgt ist von der örtlichen Situation bzw. dem Larvenangebot abhängig. Die Maßnahme ist u.E. nur sinnvoll, wenn für mindestens 5 Jahre die Unterhaltung auf einer Fläche ausgesetzt werden kann. Die Flächen sollten nicht über MTnw aufwachsen, um als potentielles Habitat für Großmuscheln fungieren zu können.

Standorte: Hafengebiete, in denen temporär eine geringere Wassertiefe durch Auflandung toleriert werden kann („nicht genutzte“ Bereiche)

Beschaffung/Herstellung: entfällt

Unterhaltung: keine

Besonderheiten: im Rahmen des Sedimentmanagements werden mit dem Ziel einer Reduzierung des Umfangs der Sedimentumlagerung auch heute bereits Bereiche in den Häfen durch HPA weniger oder gar nicht gebaggert. Informationen zur Besiedlung durch Großmuscheln liegen u.W. nicht vor.

Genehmigungsfähigkeit/Umsetzbarkeit: Die großen Süßwasser-Muscheln sind gesetzlich über die Bundesartenschutzverordnung (BAV) und einzelne Arten auch über die FFH-Richtlinie der EU geschützt. Entsprechend der starken Bedrohung der Bestände sind alle Arten in der Roten Liste der Bundesrepublik aufgeführt. Den stärksten Schutz genießen *Pseudanodonta complanata* als streng geschützte Art der BAV und *Unio crassus* als prioritäre Art der FFH-Richtlinie. Das Töten prioritärer oder streng geschützter Arten ist grundsätzlich verboten und nur dann genehmigungsfähig, wenn eine privilegierte Nutzung nach Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) vorliegt. Eine solche stellt die Gewässerunterhaltung im Regelfall nicht dar. Wenn sich also durch das temporäre Aussetzen der Unterhaltung Großmuscheln etablieren sollten, kann es zu einer genehmigungsrechtlich schwierigen Situation kommen. Die Herausforderung, dass temporäre Nutzungseinstellungen zwar ökologisch sinnvoll sein können, dann aber naturschutzrechtlich zu Problemen für den Vorhabenträger führen können, wird als Konzept von „Natur auf Zeit“ seit mehreren Jahren im Naturschutz diskutiert. Es hat sich die Meinung durchgesetzt, dass die rechtlichen Möglichkeiten zukünftig in diese Richtung erweitert werden sollten, um die ökologischen Potentiale solcher Situationen zukünftig realisieren zu können (u.a. STIFTUNG RHEINISCHE KULTURLANDSCHAFT 2018). Die aktuellen fachlichen und rechtlichen Diskussionen zeigen dazu verschiedene Möglichkeiten auf. Bereits derzeit scheinen freiwillige Vereinbarungen eine Möglichkeit zu sein, artenschutzrechtliche Verbotstatbestände in diesem besonderen Fall zu überwinden.

Möglicherweise ist, wenn sich tatsächlich Großmuscheln auf der Fläche etabliert haben sollten, die Bergung einer Teilmenge für eine Wiederbeimpfung sinnvoll. Dies ist im Einzelfall abzuwägen.

Kosten: Es entstehen Planungskosten (u.a. für die Herstellung einer freiwilligen Vereinbarung); die Einstellung der Unterhaltung auf Teilflächen kann ggf. Kosten sparen.

Einschätzung: Der Maßnahmentyp erfordert keinen Materialeinsatz oder Herstellungsaufwand. Es entsteht kein Unterhaltungsaufwand. Allerdings besteht bisher eine rechtliche Unsicherheit bzgl. der Bewältigung möglicher artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände. Die aktuellen fachlichen und rechtlichen Diskussionen zeigen allerdings Möglichkeiten auf.

4.2 Standorte

Einschätzungen zur grundsätzlichen Genehmigungsfähigkeit enthält Kap. 4.1.; alle Konzepte erscheinen grundsätzlich genehmigungsfähig.

4.2.1 Grundsätzliche Anforderungen

Die Anforderungen an potentiell geeignete Standorte für die verschiedenen in Kap. 4.1 beschriebenen Maßnahmentypen sind unterschiedlich:

Schwimmgarten und Tauchgarten

- temporär nicht oder wenig genutzte Hafengebiete
- schwellberuhigt
- strömungsarm
- Schwimmgarten: sichtbar für Erholungssuchende
- Möglichkeiten zur Verankerung/Befestigung
- Möglichst keine landseitige Zugänglichkeit
- Keine Einschränkung von Hafenbetrieb und -entwicklung

Steingarten und Holzgarten

- Uferbereiche mit Spundwand
- Auch für schiffahrtlich stark genutzte Hafengebiete
- Keine Einschränkungen bzgl. Schwell und Strömung
- Steingarten nur im Rahmen einer Spundwanderneuerung bzw. -neubau sinnvoll
- Keine Einschränkung von Hafenbetrieb und -entwicklung

Ufergarten

- Hafengebiete mit Steinschüttungen oder -packungen
- Auch für schiffahrtlich genutzte Hafengebiete
- Schwellberuhigt
- Keine Einschränkungen bzgl. Strömung
- Sichtbarkeit für Erholungssuchende
- Ufergarten v.a. im Rahmen einer Erneuerung einer Steinschüttung sinnvoll

- Wasser- oder landseitig muss zusätzliche Fläche verfügbar sein
- Keine Einschränkung von Hafenbetrieb und -entwicklung

Zwischengarten

- Hafengebiete, in denen über > 4 Jahre die Unterhaltung der Sohle eingestellt werden kann
- Keine Einschränkung von Hafenbetrieb und -entwicklung

4.2.2 Mögliche Standorte

Die Umsetzung der hier vorgestellten Maßnahmenkonzepte an ausgewählten Orten innerhalb des Hafens kann nur in enger Abstimmung mit und Zustimmung durch HPA erfolgen. Die nachfolgend genannten Standortvorschläge versuchen deshalb mögliche Überlagerungen mit Anforderungen des Hafenbetriebs und der Hafenentwicklung zu vermeiden; dazu hat ein Gespräch mit Frau Dr. Wolfstein von HPA am 9.9.2019 stattgefunden und nachfolgend Einschätzungen anderer Abteilungen eingeholt. Der Maßnahmentyp Steingarten wird in Abstimmung mit der Stiftung Lebensraum Elbe dabei nicht weiter verfolgt. Der aktuelle Stand ist wie folgt:

Hansahafen

Der südwestliche Teil des Hansahafens ist von HPA aus der wirtschaftlichen Hafennutzung genommen und wird von Schiffen und schwimmendem Gerät des Hafenmuseums genutzt. Dalben sind vorhanden. In einem gemeinsamen Gespräch des Parallelprojektes „Schwimmende Landschaften“ (s. Kap. 3.1.2), der Stiftung Lebensraum Elbe und BioConsult mit Frau Richenberger, Projektleiterin des Deutschen Hafenmuseums am 9.10.2019 wurden sowohl dieser Bereich als auch der Bereich des geplanten Neubaus des Hafenmuseums (zukünftiger Liegeplatz der Pamir) gemeinsam als mögliche Standorte v.a. für „schwimmende Maßnahmen“ identifiziert. Der Bereich kommt also für die Maßnahmentypen Schwimm- und Tauchgarten in Frage. Die weiteren Abstimmungen sollen für beide SLE-Projekte gemeinsam mit der Stiftung Hafenmuseum erfolgen. Da in der Nähe der Hafeneinfahrt bereits der Maßnahmentyp Ufergarten (Pflanztasche) von HPA vor einigen Jahren umgesetzt worden ist und sich gute entwickelt hat, könnte es sinnvoll sein, hier verschiedene weitere Maßnahmentypen als Prototypen bzw. beispielhafte Maßnahmen zu realisieren, um diese einer breiteren Öffentlichkeit konzentriert präsentieren und erläutern zu können.



Abb. 12: Ansicht des wasserseitigen Bereichs des Hafenmuseums Standort Hansahafen (Foto: BioConsult)

Spreehafen

Der Spreehafen ist weitgehend ungenutzt und bis etwa MTnw aufgelandet. Die naturschutzfachliche begründete Ausbaggerung zur Herstellung von Tidevolumen und Flachwasserzonen ist derzeit zwischen BUE und HPA in der Diskussion. Interne Abstimmungen innerhalb von HPA schließen hafenfremde Nutzungen im Spreehafen allerdings derzeit aus. Möglicherweise sind Teilflächen für die Idee des Zwischengartens geeignet; dies sollte weiter verfolgt werden.

Elbpark Entenwerder

Der Elbpark Entenwerder (Rothenburgsort) liegt an der Norderelbe stromab des Sperrwerks Billwerder Bucht. Der Gewässerbereich und die Ufer sind nicht oder kaum schiffahrtlich genutzt. Dort liegen ein schwimmendes Cafe und der Abfahrtsort des Wasserbusses. Dalben und Steinschüttungen sind vorhanden. Das Oberhafenamt könnte sich die Umsetzung verschiedener Maßnahmenideen in diesem Bereich vorstellen; der Bereich ist für die Öffentlichkeit gut zugänglich. Eine Umsetzung der Maßnahmenideen „Tauchgarten“, „Schwimmgarten“ und „Ufergarten“ sollte hier weiter geprüft werden.

Dradenauhafen

Der Dradenauhafen (Waltershof) ist relativ schwach genutzt und Steinschüttungen sind umfangreich vorhanden. Eine Eignung für die Maßnahmenidee „Ufergarten“ ist nach Einschätzung der HPA

derzeit jedoch nicht gegeben, da Böschungsinstandsetzungen bzw. -neubauten nicht anstehen und aufgrund der beengten Platzverhältnisse und örtlichen Nutzungen durch angrenzende Mieter und/oder Eigentümer der erforderliche Raum nicht zur Verfügung steht.

Steinwerder Hafen

Die HPA plant derzeit im Bereich Steinwerder Süd die Umgestaltung der dort vorhandenen Uferbereiche. Eine Realisierung von Uferbegrünung (Ufergarten/Pflanztaschen) ist nach Auskunft von HPA (Herr Lampropoulos) jedoch nicht möglich.

5. Schlussfolgerungen und Empfehlung

Der Hamburger Hafen stellt trotz seiner massiven anthropogenen Überformung der Landschaft, der intensiven Nutzung und der stark veränderten ökologischen Situation einen gewässerökologisch bedeutsamen Raum dar. Die sehr großen dauerhaft wasserführenden tideoffenen Stillwasserbereiche haben eine Reihe von Funktionen der ehemaligen Auengewässer übernommen: sie sind eine Senke für Schwebstoffe und Nährstoffe, sie sind wichtiges Aufwuchsgebiet für Jungfische, Lebensraum für Zooplankton und (punktuell) Rückzugsraum für eine Reihe von Stillwasserarten des Makrozoobenthos und der Fischfauna.

Nicht oder allenfalls sehr eingeschränkt kompensieren können sie allerdings die Bedeutung der Auengewässer als Lebensraum für submerse und emerse Makrophyten, den überwiegenden Teil der aquatischen Insektenfauna, Großmuscheln und die autotypischen Kleinfischarten. Ursachen sind neben den direkt von der Nutzung ausgehenden Störungen wie Schwell v.a. der anthropogen erhöhte Tidehub, das Fehlen ungestörter (weil unterhaltener) Weichböden und der Verbau der Ufer, der die Ausbildung von Flachwasserzonen und einer breiten Wasserwechselzone verhindert.

Vor dem Hintergrund der Analyse der ökologischen Defizite, der vorhandenen Situation u.a. der Uferstruktur und der spezifischen Randbedingungen haben wir das folgende Maßnahmenset konzeptioniert, das wir für grundsätzlich geeignet halten, um einen Beitrag zur Verbesserung der ökologischen Situation in den tideoffenen Häfen Hamburgs zu leisten:

(1) Schwimmgarten: durch den großen Anteil naturferner Uferstrukturen in den Häfen sind emerse Makrophyten (u.a. verschiedene Röhrichte) kaum vorhanden. Eine Möglichkeit der räumlich flexiblen Ansiedlung sind sog. Schwimmkampen, auf denen dieser Vegetationstyp gute Wachstumsmöglichkeiten hat.

(2) Tauchgarten: v.a. aufgrund der großen Wassertiefe und des hohen Anteils naturferner Uferstrukturen in den Häfen fehlen submerse Makrophyten (u.a. verschiedene Laichkräuter) vollständig. Eine Möglichkeit der räumlich flexiblen Ansiedlung könnten Schwimmrahmen sein, die Körbe entsprechender Größe schwimmfähig machen. In diesen Körben wachsen submerse Makrophyten; die Körbe sind frei zugänglich für fliegende Insekten zur Eiablage, Jungfische und aquatische Wirbellose.

(3) Steingarten: besonders im limnischen Milieu sind Spundwände nur von wenigen Arten zu besiedeln. Um ihre Funktion als Habitat zu erhöhen ohne ihre schiffahrtliche Nutzbarkeit einzuschränken wurde der sog. Steingarten entwickelt: durch eine gedoppelte, auf der Vorderseite gelöcherte Spundwand, deren durch die Doppelung entstehenden Hohlräume mit Wasserbausteinen gefüllt werden, wird ein hohlraumreicher Ersatzlebensraum v.a. unterhalb der NWL geschaffen.

(4) Holzgarten: besonders im limnischen Milieu sind Spundwände nur von wenigen Arten zu besiedeln. Um ihre Funktion als Habitat zu erhöhen ohne ihre schiffahrtliche Nutzbarkeit einzuschränken können gelöcherte Bohlen oder Stämme in den Spundwandtälern v.a. unterhalb der

NWL montiert werden, wodurch eine vergrößerte besiedelbare Oberfläche und ein Kleinlückensystem entstehen.

(5) Ufergarten: durch den großen Anteil naturferner Uferstrukturen in den Häfen sind emerse Makrophyten (u.a. verschiedene Röhrichte) kaum vorhanden. Eine Möglichkeit der Ansiedlung auf der dominierenden Uferstruktur Schüttsteinböschung besteht durch die Verbesserung der Besiedelbarkeit durch eine Veränderung des Profils und gfls. eine Kleiaufgabe im Bereich oberhalb der Mittelwasserlinie.

(6) Zwischengarten: die Häfen sind aufgrund der geringen Strömung und des hohen Schwebstoffdargebots Orte starker Sedimentation; sie müssen deshalb frequent unterhalten werden. Durch die Sedimententnahmen wird die Besiedlung mit längerlebigen Wirbellosen wie Großmuscheln weitgehend verhindert. Durch die Ausweisung von Hafengebieten in denen temporär eine geringere Wassertiefe tolerierbar ist und deshalb eine temporäre Einstellung der Unterhaltungsbaggerungen möglich ist, können Ansiedlungsmöglichkeiten für diese Arten geschaffen werden. Allerdings besteht bisher eine rechtliche Unsicherheit bzgl. der Bewältigung möglicher artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände, wenn die Unterhaltung wieder aufgenommen werden muss.

Die Konkretisierung der Maßnahmentypen hat gezeigt, dass sie sich nicht nur in ihren ökologischen Funktionen sondern auch in den meisten der für eine Umsetzung relevanten Aspekte deutlich unterscheiden. Unter Berücksichtigung der Aspekte Wirksamkeit, Kosten, Umsetzbarkeit und Unterhaltung sollten u. E. die Maßnahmen Schwimm- und Tauchgarten sowie Ufergarten bevorzugt umgesetzt werden. Die Umsetzung dieser Maßnahmenkonzepte an ausgewählten Orten innerhalb des Hafens kann nur in enger Abstimmung mit und Zustimmung durch HPA erfolgen.

Die Maßnahme Ufergarten ist als „Pflanztasche“ durch HPA bzw. BUE bereits mehrfach umgesetzt worden. Gespräche mit HPA haben gezeigt, dass für die Umsetzung dieses Maßnahmentyps an weiteren Standorten im Rahmen von ohnehin anstehenden Unterhaltungs- und Neubaumaßnahmen durchaus Interesse besteht bzw. Bereitschaft vorhanden ist. Hier sollte versucht werden, diesen Gedanken in den entsprechenden Abteilungen zu verankern.

Die Maßnahme Schwimmgarten ist im Parallelprojekt „Schwimmende Landschaften“ (s. Kap. 3.1.2) mit interessanten Ansätzen weiter konzeptioniert worden; eine weitere Abstimmung mit der Entwicklung des Tauchgartens ermöglicht voraussichtlich Synergien.

Mit der Maßnahme Tauchgarten, die zu einer deutlichen ökologischen Aufwertung führen kann, liegen bisher keine Erfahrungen vor; hier sollte ein Prototyp der Variante 2 entwickelt und eingesetzt werden (s. dazu Kap. 4.1.2). Als Standort bietet sich v.a. der Bereich des Hafensemuseums im Hansahafen an, da hier keine Nutzungsansprüche seitens HPA bestehen und das Museum Interesse und Unterstützung signalisiert hat.

Literatur

- ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR (2011a): Integrierter Bewirtschaftungsplan für das Elbeästuar (IBP Elbe) - Teil A "Gesamträumliche Betrachtung". - Herausgebende Stellen: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg , Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Hamburg Port Authority, 1-84 S. <http://www.natura2000-unterelbe.de/links-Gesamtplan.php>.
- ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR (2011b): Integrierter Bewirtschaftungsplan für das Elbeästuar (IBP Elbe) -Teil B "Funktionsräumliche Betrachtung" - Funktionsraum 2. - Herausgebende Stellen: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg , Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord, Hamburg Port Authority, 107-120 S. <http://www.natura2000-unterelbe.de/links-Gesamtplan.php>.
- ARBEITSGRUPPE ELBEÄSTUAR (2011c): Integrierter Bewirtschaftungsplan für das Elbeästuar (IBP Elbe) -Teil B "Funktionsräumliche Betrachtung" - Funktionsraum 2: Vorschläge für funktionsraumspezifische Maßnahmen im Funktionsraum 2. - 15 S. http://www.natura2000-unterelbe.de/media/ibp_hhsh/04-FR2_Manahmen_07-12-2010.pdf.
- BIOCONSULT (2018): Erfassung und Bewertung der bodenlebenden Wirbellosenfauna im Wasserkörper „Hafen“ (OWK el_02) der Tideelbe.- Studie im Auftrag der HPA.
- BOTANISCHER VEREIN ZU HAMBURG E.V. (2020): Wiederansiedlung von Wasserpflanzen in Hamburger Fließgewässern. Flyer, abgerufen am 8.1.2020. <https://www.hamburg.de/wasser/3116356/start/>
- CASPER, S. J. & H.-D. KRAUSCH (1981): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Pteridophyta und Anthophyta. Band 23 und 24. Gustav Fischer Stuttgart, New York.
- DUNCKER, G. & W. LADIGES (1960): Die Fische der Nordmark.Hamburg. Komm.-Verlag Cram, pp 432.
- EBEL, C. (ohne Jahr, ca. 1995): Die Uferstrukturen an der Stromelbe in Hamburg und im Hamburger Hafen.- Herausgegeben von der Umweltbehörde der Stadt Hamburg.
- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & D. PAULIBEN (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18 (2. Auflage). Goltze Göttingen.
- FGG ELBE (2015a): Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2016 bis 2021. Magdeburg: Geschäftsstelle der FGG Elbe.

- FGG ELBE (2015b): Aktualisierung des Maßnahmenprogramms nach § 82 WHG bzw. Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2016 bis 2021. Magdeburg: Geschäftsstelle der FGG Elbe.
- GARVE, E. (2007): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen 43, 1-507.
- GLOER, P. & R. DIERCKING (2009): Atlas der Süßwassermollusken - Rote Liste, Verbreitung, Ökologie, Bestand und Schutz. Freie und Hansestadt Hamburg.
- IBL (2013): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt Ergänzung des Fachbeitrags zur WRRL. AG: WSA Hamburg.
- JÄGER, E. J. & K. WERNER (2005): Exkursionsflora von Deutschland. Rothmaler 4, 10. Aufl. Elsevier München.
- KESEL, R. & KUNDEL, W. (2011): Krebscheren-Sedimentversuche im Niedervieland. Experimentelle Untersuchung der Auswirkungen verschiedener Grabenschlammbehandlungen auf die Krebschere im Niedervieland - Enclosure-Versuche.- Unveröff. Projektbericht.
- KÖHLER, J., J. HACHOŁ & S. HILT (2010): Regulation of submersed macrophyte biomass in a temperate lowland river: Interactions between shading by bank vegetation, epiphyton and water turbidity. Aquatic Botany 92(2) 129-136.
- KRIEG, H. J. (2008): Überblicksweise Überwachung der Tideelbe Durchführung der Untersuchung und Bewertung der Oberflächenwasserkörper des Tideelbestroms (QK benthische wirbellose Fauna). - (Auftraggeber: Sonderaufgabenbereich Tideelbe-Wassergütestelle Elbe HH) 39 S. +Anhang.
- KRIEG, H.-J. (2013): Die Untersuchung der Qualitätskomponente Benthische Wirbellosenfauna gemäß WRRL und Koordinierten Elbemessprogramm 2012 (KEMP 2012) in den Oberflächenwasserkörpern (OWK) der Tideelbe. AG: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Amt für Umweltschutz - Wasserwirtschaft FH Hamburg.
- NetPhyD & BfN (Hrsg.) (2013): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Bonn – Bad Godesberg.
- MÖLLER, H. (1989): Changes in fish stocks and fisheries: the Lower Elbe River.- In: G. E. Petts; A. L. Roux & H. Möller (eds.) Historical Change of Large Alluvial Rivers: Western Europe. J. Wiley & Sons, Chichester: 203-220.
- PREISINGER, H. (1991): Strukturanalyse und Zeigerwert der Auen- und Ufervegetation im Hamburger Hafen- und Hafenrandgebiet.- Diss. Bot. 174, Verlag J. Cramer, Berlin: 296 p.
- REINCKE, H.; N. BACHMANN & S. BEHRENDT (1996): Hafenökologisches Entwicklungskonzept.- Hansa 133 (10): 58-63.
- ROSENTHAL, H.; M. VOIGT & K.-D. KUZ (1997): Gewässerökologischen Strukturplan für den Hamburger Hafen und die Tideelbe in Hamburg, Teil I: Möglichkeiten gewässerökologischer Gestaltungsmaßnahmen.- Studie im Auftrag der Umwelt- und der Wirtschaftsbehörde der Stadt Hamburg.

- SCHEFFEL, H.-J. & M. SCHIMER (1997): Die Fischgesellschaften der bremischen Tideweser.- Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 3: 25-36.
- SCHOLLE, J. & B. SCHUCHARDT (2012): A fish-based index of biotic integrity – FAT-TW an assessment tool for transitional waters of the northern German tidal estuaries.- Coastline Reports 18: 1-71.
- SCHUCHARDT, B. & J. SCHOLLE (2017): Estuaries.- Wadden Sea Quality Status Report 2017. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany. <http://www.qsr.waddensea-worldheritage.org/reports/estuaries>.
- SCHUCHARDT, B. (1995): Die Veränderung des Tidehubs in den inneren Ästuaren von Eider, Elbe, Weser und Ems. Ein Indikator für die ökologische Verformung der Gewässer.- Naturschutz und Landschaftsplanung 27 (6): 211-217.
- SCHUCHARDT, B. (2001): Der Graben als Gewässertyp: Vergleichende Charakterisierung struktureller und funktionaler Eigenschaften.- Bremer Beiträge für Naturkunde und Naturschutz 5: 31-40.
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & F. BACHMANN (2002a): Spundwandbau und Eingriffsregelung am Beispiel der Umgestaltung des Weserufers in Bremen: der Steingarten als Ausgleichsmaßnahme.- Hansa 139(2): 62-64.
- SCHUCHARDT, B., J. SCHOLLE & T. BRANDT (2002b): Verbesserung der Besiedelbarkeit von Spundwänden für aquatische Wirbellose.- Naturschutz und Landschaftsplanung 4/2002: 107-112.
- SCHUCHARDT, B.; E.-M. RIEGER & M. SCHIRMER (1995): Untersuchungen zur ökologischen Bedeutung der tideoffenen Bremer Seehäfen: abiotische Parameter und Plankton.- Dt. Gewässerkundl. Mitt. 39 (1): 6-10.
- SCHUCHARDT, B.; J. SCHOLLE; S. SCHULZE & T. BILDSTEIN (2007): Vergleichende Bewertung der ökologischen Situation der inneren Ästuarie von Eider, Elbe, Weser und Ems: was hat sich nach 20 Jahren verändert? Coastline Reports 9: 15-26.
- SCHWIEGER, F. (2002): Wasserpflanzen in Fließgewässern des niedersächsischen Elbegebietes.- Darstellung und Auswertung floristischer Befunde. NLWK-Schriftenreihe 6.
- STIFTUNG RHEINISCHE KULTURLANDSCHAFT (2018; Hrsg.) Natur auf Zeit – Rechtliche und fachliche Rahmenbedingungen.- Kurzfassung eines vom Bundesamt für Naturschutz geförderten F+E-Vorhabens: 23 S.
- STILLER, G. (2013): Untersuchung und Bewertung der Qualitätskomponenten Makrophyten und Angiospermen in der Tideelbe gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie im Rahmen des Koordinierten Elbemessprogramms 2012. – Bericht im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU). Hamburg: 59 Seiten.
- THIEL, R. & R. THIEL (2015): Atlas der Fische und Neunaugen Hamburgs. Hrsg. Freie und Hansestadt Hamburg.
- TRIOPS (2012): Ökologische Bestandserfassung und –bewertung für den Bereich Östliche HafenCity. AG Hafencity Hamburg.

UBA & LAW (2018): Gewaesser-bewertung.de (Online), das Informationsportal zur Bewertung der Oberflächengewässer gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie. Umweltbundesamt und Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser. Online verfügbar: <http://www.gewaesser-bewertung.de>.

VOIGT, M. & H.-J. KRIEG (2001): Erhebung potentieller Standorte für ökologisch aufwertende Maßnahmen im Hamburger Hafen und der limnischen Tideelbe.- Studie im Auftrag der Umweltbehörde der Stadt Hamburg.

WEG (2007): Steckbrief Typ 20 (Subtyp Tideelbe): Sandgeprägter tidebeeinflusster Strom des Tieflandes. Wassergütestelle Elbe (WEG), Hamburg.