

Untersuchung des ökologischen Entwicklungspotenzials  
der Unter- und Außenelbe  
(Ökologische Potenzialanalyse)  
Teil 1

## Bundesanstalt für Gewässerkunde

### **Untersuchung des ökologischen Entwicklungspotenzials der Unter- und Außenelbe (Ökologische Potenzialanalyse) Teil 1**

Auftraggeber : Projektgruppe Potenzialanalyse  
Wasser- und Schifffahrdirektion Nord / Freie und Hansestadt  
Hamburg, Behörde für Wirtschaft und Arbeit, Amt Strom- und  
Hafenbau  
Auftrag vom 15. Oktober 2001

BfG-Jap.-Nr. : 2917

Aufgestellt : Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Koblenz, Dezember 2002

BfG-1346

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

## Bearbeiter

Federführung und Koordination	Referat U3	Herr Liebenstein
Hydrologie	Referat M1	Herr Blasi
Gewässermorphologie	Referat M3	Frau Dr. Wieprecht
Schadstoffe und Ökotoxikologie in Schwebstoffen und Sedimenten	Referat G1 Referat G2 Referat G3	Herr Dr. Ackermann Frau Dr. Schubert Herr Dr. Krebs
Wasserbeschaffenheit und Stoffhaushalt	Referat U2	Herr Schöl
Böden	Referat U2	Herr Dr. Fuchs
Vegetation	Referat U3 Extern:	Frau Dr. Goldschmidt Herr Böhringer (Björnsen Beratende Ingenieure, Köln)
Fauna	Referat U4	Herr Dr. Leuchs Herr von Landwüst
Landschaftsbild	Referat U3 Extern:	Herr P. Schneider Herr Meyer (Kocks Consult, Koblenz)
GIS-Bearbeitung	Referat U3 Extern:	Herr Schröder Herr Franzen (Björnsen Beratende Ingenieure, Koblenz)
Textbearbeitung und Layout	Referat U3	Frau Zimmerer
Auftragskoordinator	Referat U1	Dr. Fiedler

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung .....	1
1 Veranlassung und Zielsetzung .....	5
2 Bearbeitungsgebiet .....	7
2.1 Allgemeine Gebietsbeschreibung .....	7
2.2 Beschreibung wichtiger Funktionen und Prozesse des Elbe-Ästuars .....	10
3 Veränderungen von Natur und Landschaft im Elbe-Ästuar .....	14
3.1 Allgemeine Veränderungen .....	14
3.2 Veränderungen und Auswirkungen durch den Ausbau der Elbe .....	18
4 Ökologische Entwicklungsziele für das Elbe-Ästuar .....	21
4.1 Leitbild .....	21
4.2 Umweltziele .....	23
5 Beschreibung und Bewertung des ökologischen Zustands .....	27
5.1 Hydrologie .....	27
5.2 Morphologie .....	30
5.3 Schadstoffbelastung und ökotoxikologische Wirkungen in Schwebstoffen und Sedimenten .....	35
5.4 Wasserbeschaffenheit .....	36
5.5 Boden .....	38
5.6 Vegetation .....	45
5.7 Fauna .....	49
5.8 Landschaft .....	56
6 Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands .....	61
6.1 Hydrologie .....	61
6.2 Morphologie .....	62
6.3 Schadstoffbelastung und ökotoxikologische Wirkungen in Schwebstoffen und Sedimenten .....	69
6.4 Wasserbeschaffenheit .....	70
6.5 Boden .....	71
6.6 Vegetation .....	78
6.7 Fauna .....	83
6.8 Landschaft .....	87
7 Zusammenfassung der ökologischen Defizite und der Maßnahmen .....	89
7.1 Defizite / Defizitäre Bereiche .....	89
7.2 Maßnahmen / Bereiche für Maßnahmen .....	99
8 Qualitativer Vergleich von Maßnahmen .....	124
9 Ausblick .....	135
10 Literatur, verwendete Unterlagen .....	136
11 Anhang, Anlagen .....	142

## Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 2-1: Teilabschnitte der Tideelbe (nach PÖUN 1997) .....	9
Tabelle 3-1: Flächenänderungen in den Teilabschnitten (verändert nach PÖUN 1997) .....	17
Tabelle 3-2: Änderungen der Strukturvielfalt in Teilabschnitten (nach PÖUN 1997).....	18
Tabelle 3-3: Effekte des Baggern und Verklappens auf ausgewählte faunistische Artengruppen .....	20
Tabelle 5.5-1: Ökologische Bewertung der Böden anhand von Bodenwertstufen.....	42
Tabelle 5.5-2: Beispiel für Bodenwerttyp mit Ausweisung der Einzelbewertungskriterien .....	43
Tabelle 6.5-1: Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Bodenwertes im Elbe-Ästuar mit Angaben zur Verbesserung der bodenwertbestimmenden Kriterien und Unterkriterien mit direkter und indirekter Wirkung.....	77
Tabelle 7.1-1: Analyse der räumlichen Defizite für die Teilabschnitte .....	97
Tabelle 7.2-1: Kriterien zur Ausweisung von Räumen, in denen Maßnahmen zur Verbesserung bodenwertbestimmender Kriterien und Unterkriterien und damit zur Verbesserung des ökologischen Bodenwertes der Vordeichsböden im Elbe-Ästuar führen können .....	104
Tabelle 7.2-2: Aus Naturschutzfachlicher Sicht akzeptierte Maßnahmen zur Verbesserung / Sicherung des ökologischen Wertes, die im Projektgebiet jedoch nur zu einer Verbesserung einzelner bodenwertbestimmender Kriterien führen können .....	107
Tabelle 7.2.-3: Suchkriterien zur Festlegung von Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung aus vegetationskundlicher Sicht.....	108
Tabelle 7.2-4: Zusammenstellung potenzieller Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Unter- und Außenelbe .....	115
Tabelle 8-1: Ökologische Bewertung der potenziellen Maßnahmen im Bereich der Unter- und Außenelbe.....	127

## Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 4-1: Gebietsbezogenes Zielsystem .....	22
Abbildung 5.1-1: MThb-Zeitreihen der Pegel Cuxhaven bis Bunthaus sowie Helgoland (nach JENSEN 2000) .....	28
Abbildung 5.1-2: Schwankungsbreiten der Strömungsgeschwindigkeiten in den Nebenelben (nach BUND-LÄNDER-ARBEITSGRUPPE BEWEISSICHERUNG 1995) .....	30
Abbildung 5.2-1: Mittlere Schwebstoffkonzentration bei Elbstrom für verschiedene Oberwasser- abflussklassen .....	33
Abbildung 5.2-2: Mittlere Schwebstoffkonzentration für das Sommer- und Winterhalbjahr (aus PÖUN 1997) .....	34
Abbildung 5.2-3: Jährliche Baggermengen im Amtsbereich des WSA Hamburg, Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau) .....	35
Abbildung 5.4-1: Zeitliche Entwicklung des Sauerstoffgehaltes 1996 bis 2000 an verschiedenen Orten im Längsschnitt der Elbe auf Basis der monatlichen ARGE-ELBE Oberflächenmessungen Hubschrauberbefliegungen). ARGE-ELBE (1995 bis 2001) .....	37
Abbildung 5.5-1: Verteilung der Bodenwertstufen (BW) in den Teilabschnitten I bis VII (Bezug: ca. 9.565 ha großes Projektgebiet) .....	43
Abbildung 5.5-2: Sehr hochwertiges Fluss-Sandwatt mit Fluss-Rohmarsch (Teilabschnitt III-WB-Typ 1) .....	44
Abbildung 6.2-1: Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand bei anlaufender Flutwelle (BAW Gutachten 1996, beiliegende CD "Tidedynamik des Elbeästuars") .....	63
Abbildung 6.2-2: Dreidimensionale Darstellung der Lühesander Süderelbe, Überhöhung 1:10 (WSD NORD 1998) .....	66
Abbildung 6.2-3: Dreidimensionale Darstellung der Pagensander Nebenelbe, Überhöhung 1:10 (WSD NORD 1998) .....	68
Abbildung 6.4-1: Sauerstoffgehalte im Hauptstrom der Elbe und in der Hahnöfer Nebenelbe im Jahr 1999 (ARGE ELBE 2000) .....	71
Abbildung 6.5-1: Ökologische Bodenbewertung - Einzelkriterien und Unterkriterien für das Zustande- kommen einer Bodenwertstufe (nach MIEHLICH ET AL. 1997) .....	72
Abbildung 7.1-1: Verteilung der Böden mit geringem (BW2), mittlerem (BW3) und hohem ökologischen Defizit (BW4) in den Teilabschnitten I bis VII (Bezug: ca. 9.565 ha großes Projektgebiet) .....	92
Abbildung 7.1-2: Regionale Zuordnung ökologischer Defizite für das Schutzgut Boden .....	93
Abbildung 7.1-3: Regionale Zuordnung ökologischer Defizite aus vegetationskundlicher Sicht .....	96
Abbildung 7.2-1: Längsprofil des Sauerstoffgehaltes in der Tideelbe vom 4.7.2001 .....	101
Abbildung 7.2-2: Sauerstoffgehalte im Hauptstrom und zwei Nebenelben im Jahr 1999 .....	102
Abbildung 7.2-3: Schwebstoffgehalte im Elbe-Längsprofil im Juli und August 1999 .....	103
Abbildung 7.2-4: Hochwertige Biotoptypen und Suchräume für Maßnahmen zur Verbesserung des Biotopverbunds aus vegetationskundlicher Sicht .....	112

## Planverzeichnis

- Plan 1:       Übersichtslageplan
- Plan 2:       Morphologischer Zustand 1846 und heute
- Plan 3:       Biotopobertypen
- Plan 4.       Bereiche für Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands

## Zusammenfassung

Die Projektgruppe „Potenzialuntersuchung von Unter- und Außenelbe“ beauftragte die Bundesanstalt für Gewässerkunde mit der Durchführung einer Studie zur **Untersuchung des ökologischen Entwicklungspotenzials der Unter- und Außenelbe**. Diese Studie – auch ökologische Potenzialanalyse genannt – soll eine qualitative Betrachtung der Verbesserungsmöglichkeiten des ökologischen Zustands des Elbe-Ästuars sein. Künftige Vorhaben im Tidebereich der Elbe können sich diese Erkenntnisse zu Nutzen machen.

Für die inhaltliche Bearbeitung der ökologischen Potenzialanalyse wird folgende Vorgehensweise gewählt: In einem 1. Schritt wird der gegenwärtige Zustand des Ökosystems der Unter- und Außenelbe hinsichtlich wesentlicher und bestimmender abiotischer und biotischer Kompartimente sowie der Funktionen, Prozesse und Lebensgemeinschaften (z. B. Rückhalte- bzw. Filterfunktion für Nährstoffe, morphologische/ stoffliche Prozesse, ästuartypische Lebensgemeinschaften etc.) erfasst und beschrieben. In einem 2. Schritt werden unter Bezug auf *ökosystemare Entwicklungsziele* mögliche Defizite für Funktionen, Prozesse und Lebensgemeinschaften aufgezeigt. Schließlich werden in einer *synoptischen* Betrachtung die Möglichkeiten der langfristigen Entwicklung des Ökosystems auf einen ökologischen Zielzustand hin dargestellt. Das heißt, dass aufbauend auf den Kenntnissen ökologischer Defizite Vorschläge für Maßnahmen erarbeitet werden, mit denen die für das Ökosystem entwickelten langfristigen Ziele erreicht werden können. Gleichzeitig werden mögliche Bereiche zur Durchführung dieser Maßnahmen aufgezeigt. Eine qualitative Bewertung der Maßnahmen schließt die Studie ab.

Für die Erarbeitung der ökologischen Potenzialanalyse gelten – ergänzend zu den grundlegenden Vorgaben der Aufrechterhaltung der Schifffahrt und der Gewährleistung des Hochwasserschutzes – nachfolgende Rahmenbedingungen der Projektgruppe:

Die ökologische Potenzialanalyse soll den Bereich der Elbe zwischen Geesthacht und Großen Vogelsand umfassen. Die landseitige Grenze bilden die Hauptdeiche. Die Nebenflüsse sollen nicht betrachtet werden. Die Zusammenstellung und Bewertung möglicher ökologischer Maßnahmen erfolgt insbesondere auf der Grundlage der Arbeiten im Rahmen der vorangegangenen Elbeanpassung. Es sollen keine eigenen ökologischen Untersuchungen durchgeführt werden. Naturschutzrechtliche Vorgaben sollen das zu entwickelnde Konzept vorerst nicht einschränken.

Diese Studie liefert grundsätzliche Vorschläge zur ökologischen Entwicklung des Elbe-Ästuars und beinhaltet auf dieser grundsätzlichen Ebene keine Aussagen über die spätere Machbarkeit von Maßnahmen, da weder die wasserbauliche Machbarkeit, noch eigentumsrechtliche Gegebenheiten, finanzielle und politische Rahmenbedingungen oder sonstige Aspekte für eine Umsetzbarkeit betrachtet wurden. Solche Aspekte sollen Gegenstand nachfolgender Arbeitsschritte sein.

Die Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands der Unter- und Außenelbe erfolgt hauptsächlich auf den Grundlagen der UVU (PÖUN 1997) und der zugehörigen Materialbände. Dabei wird das Bearbeitungsgebiet – sofern dies erforderlich erschien – entsprechend den 7 Teilabschnitten der UVU detaillierter betrachtet. Ebenso wird bei der Erarbeitung der ökologischen Entwicklungsziele für das Elbe-Ästuar weitgehend



Bezug genommen auf das in der UVU erarbeitete gebietsbezogene Zielsystem, das allerdings für die Potenzialanalyse ergänzt und differenzierter bezüglich der Umweltziele für die einzelnen Schutzgüter beschrieben wird. Für das Leitbild wird angenommen, dass bei Aufrechterhaltung von Schifffahrt und Hochwasserschutz ein natürliches Ästuar nicht erreicht werden kann. Das Leitbild der Potenzialanalyse entwirft daher einen Optimalzustand mit Deich und vertiefter Fahrrinne.

Auf der Grundlage der mit diesem Zielsystems erarbeiteten ökologischen Entwicklungsziele für das Elbe-Ästuar werden ökologische Defizite für die einzelnen Schutzgüter, aber auch für ökosystemare Prozesse und Funktionen beschrieben. Wesentliche Defizite sind:

- Änderung der Tideparameter, d.h. Erhöhung des Tidehubs (Erhöhung des MThw, Absinken des MTnw)
- Reduzierung des Flutraums
- Konzentration der Flut- und Ebbströme auf die Hauptrinne
- Verminderung der Strukturvielfalt durch die zunehmende Verlandung der Nebeneiben
- Starker Uferverbau
- Verlust von Vordeichsländern
- Hohe Schadstoffbelastung der feinkörnigen Wattbereiche stromaufwärts von Glückstadt
- Sauerstoffmangelsituation und hohe Nährstoffbelastung verbunden mit Defiziten im Schwebstoffhaushalt
- Böden mit bodenökologischen Funktionen, die nicht dem Optimum entsprechen
- Fehlen oder Rückgang ästuartypischer aquatischer und terrestrischer Lebensräume und Lebensgemeinschaften (Vegetation und Fauna)
- Änderungen bei den Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Komponenten.

Soweit dies möglich ist, werden auch die Bereiche in der Unter- und Außenelbe aufgezeigt, in denen diese Defizite auftreten.

An die Beschreibung der Defizite schließt sich die Erarbeitung möglicher Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Unter- und Außenelbe an. Dabei werden ebenfalls schutzgutbezogen geeignete Maßnahmen vorgeschlagen. Diese einzelnen Vorschläge werden schutzgutübergreifend in 19 Maßnahmen zusammengefasst und insgesamt 8 Maßnahmengruppen zugeordnet. Die 8 Maßnahmengruppen (MG) lauten:

- MG1: Ausdehnung der Flachwasserbereiche (2 Maßnahmen)
- MG2: Schaffung von Wattflächen (1 Maßnahme)
- MG3: Verbesserung der Durchströmung von Nebeneiben und Rinnen (2 Maßnahmen)
- MG4: Erhöhung der morphologischen Strukturvielfalt (6 Maßnahmen)
- MG5: Verminderung der stofflichen Belastungen (1 Maßnahme)
- MG6: Rückverlegung und Öffnung von Deichen (3 Maßnahmen)
- MG7: Nutzungsextensivierungen (3 Maßnahmen)
- MG8: Maßnahmen für den Artenschutz (1 Maßnahme).

Die Maßnahmen werden aus rein ökologischen Erwägungen heraus vorgeschlagen. Sie gehen teilweise über das ursprünglich vorgegebene Bearbeitungsgebiet (Hauptdeiche) hinaus, sofern dadurch ökologische Verbesserungen für das Elbe-Ästuar erzielt werden können. Es werden weiterhin keine Überlegungen bezüglich möglicher Kosten, Flächenverfügbarkeit oder der politischen Akzeptanz bzw. der Akzeptanz der Maßnahmen in der Bevölkerung angestellt.

Abschließend erfolgt ein qualitativer Vergleich dieser Maßnahmen in Form einer Abschätzung der ökologischen Wirkung. Die Maßnahmen werden danach beurteilt, ob sie eine

- positive Wirkung
- negative Wirkung
- positive und negative Wirkung (bei den schadstoffbelasteten Sedimenten entweder positive *oder* negative Wirkung) aufweisen oder ob sie sich
- neutral verhalten.

Diese Bewertung erfolgt sowohl in einer tabellarischen Übersicht als auch in textlicher Form. Eine Aggregation von Einzelbewertungen erfolgt nicht. Ebenso gibt es keine Aussagen über eine ökologische Reihenfolge dieser Maßnahmen. Allerdings erlaubt diese Bewertung eine Aussage über die Maßnahmen, die zu einer ökologischen Verbesserung führen bzw. bei denen auf Grund möglicher negativer Wirkungen eine besonders sorgfältige Planung und Durchführung erforderlich wird. Weiterhin wird deutlich, dass für einzelne Maßnahmen hydraulische Berechnungen durchgeführt werden müssen, um ihre Machbarkeit zu prüfen bzw. eine Optimierung herbei zu führen.

Es zeigt sich, dass alle Maßnahmen hinsichtlich ihrer hydro- und morphodynamischen Wirkungen entweder positiv oder zumindest neutral beurteilt werden (Ausnahme M1). Der Erhalt bzw. die Entwicklung ästuartypischer hydro- und morphodynamischer Prozesse und Funktionen ist eine entscheidende Voraussetzung für den langfristigen Erhalt oder die Entwicklung ästuartypischer biotischer Funktionen und Prozesse und naturnaher Lebensgemeinschaften.

Auch hinsichtlich der Belange der Wasserbeschaffenheit und bezüglich der natürlichen Bodenfunktionen lassen sich in der Mehrzahl positive Wirkungen aufzeigen. Das führt zu der Einschätzung, dass die Wirkungen der vorgeschlagenen Maßnahmen auf die abiotischen Prozesse und Funktionen überwiegend positiv zu betrachten sind.

Unter dem Aspekt 'Schadstoffe in Sedimenten' können bei zahlreichen Maßnahmen entweder positive oder negative Auswirkungen auftreten.

Bei den biotischen Prozessen und Funktionen stellt sich die Bewertung ebenfalls nicht so eindeutig dar, da es bei einigen der vorgeschlagenen Maßnahmen zu einem Verlust hochwertiger Lebensgemeinschaften kommen kann. Werden durch die vorgeschlagenen Maßnahmen hochwertige Lebensräume durch andere hochwertige Lebensräume ersetzt, so hängt es von der Lage und der Art der Durchführung der Maßnahme ab, ob damit eine substantielle ökologische Aufwertung verbunden ist.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen und Bereiche für Maßnahmen sollen in weiteren Arbeitsschritten inhaltlich und räumlich konkretisiert und differenzierter bewertet werden und zusammen mit Studien zum wasserbaulichen Ausbaupotenzial (z. B. verfeinerte Systemstudien, Strombaukonzept) Grundlage für eine integrierte Gesamtkonzeption bilden, welche langfristig zu einer Erhöhung des Nutzens für die Schifffahrt, zu einer Verringerung der Unterhaltungslasten und zur Erhöhung der ökologischen Qualität des Elbe-Ästuars beitragen, wobei letztlich dem Aspekt des lokalen Hochwasserschutzes in besonderem Maße Rechnung zu tragen ist.

## 1 Veranlassung und Zielsetzung

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde wurde von der Projektgruppe „Potenzialuntersuchung von Unter- und Außenelbe“ mit der Erstellung einer Studie zum **ökologischen Entwicklungspotenzial der Unter- und Außenelbe** beauftragt. Diese Studie - nachfolgend als ökologische Potenzialanalyse bezeichnet - ist eine qualitative Betrachtung der Verbesserungsmöglichkeiten des gegenwärtigen ökologischen Zustands des Elbe-Ästuars. Künftige Vorhaben im Tidebereich der Elbe können sich diese Erkenntnisse zu Nutzen machen.

**Für die inhaltliche Bearbeitung der ökologischen Potenzialanalyse wird folgende Vorgehensweise gewählt: In einem 1. Schritt wird der gegenwärtige Zustand des Ökosystems der Unter- und Außenelbe hinsichtlich wesentlicher und bestimmender abiotischer und biotischer Kompartimente sowie der Funktionen, Prozesse und Lebensgemeinschaften (z. B. Rückhalte- bzw. Filterfunktion für Nährstoffe, morphologische/ stoffliche Prozesse, ästuartypische Lebensgemeinschaften etc.) erfasst und beschrieben. In einem 2. Schritt werden unter Bezug auf *ökosystemare Entwicklungsziele* mögliche Defizite für Funktionen, Prozesse und Lebensgemeinschaften aufgezeigt. Schließlich werden in einer *synoptischen* Betrachtung die Möglichkeiten der langfristigen Entwicklung des Ökosystems auf einen ökologischen Zielzustand hin unter Berücksichtigung der werterhaltenden Maßnahmen für die einzelnen Kompartimente dargestellt. Das heißt, dass aufbauend auf den Kenntnissen ökologischer Defizite Vorschläge für Maßnahmen erarbeitet werden, mit denen die für das Ökosystem entwickelten langfristigen Ziele erreicht werden können. Gleichzeitig werden mögliche Bereiche zur Durchführung dieser Maßnahmen aufgezeigt. Eine qualitative Bewertung der Maßnahmen schließt die Studie ab.**

Die Erarbeitung der ökologischen Potenzialanalyse erfolgte - ergänzend zu den grundlegenden Vorgaben der Aufrechterhaltung der Schifffahrt und der Gewährleistung des Hochwasserschutzes - unter den nachfolgend aufgeführten Rahmenbedingungen der Projektgruppe:

- Die ökologische Potenzialanalyse soll den Bereich der Elbe zwischen Geesthacht und Großen Vogelsand umfassen. Die landseitige Grenze bilden die Hauptdeiche. Die Nebenflüsse sollen nicht betrachtet werden.
- Die Zusammenstellung und Bewertung möglicher ökologischer Maßnahmen erfolgt ohne die Durchführung eigener Untersuchungen insbesondere auf der Grundlage bereits vorhandener Daten, z. B. den Arbeiten im Rahmen der vorangegangenen Elbeanpassung (Planfeststellungsunterlagen, Unterlagen zur Beweissicherung etc.). Bereits vorhandene Konzepte sind zu berücksichtigen und gegebenenfalls weiter zu entwickeln.
- Naturschutzrechtliche Vorgaben sollen das zu entwickelnde Konzept vorerst nicht einschränken.

Diese Studie liefert grundsätzliche Vorschläge zur ökologischen Entwicklung des Elbe-Ästuars und beinhaltet auf dieser grundsätzlichen Ebene folglich keine Aussagen über die spätere Machbarkeit von Maßnahmen, da weder die wasserbauliche Machbarkeit, noch eigentumsrechtliche Gegebenheiten, finanzielle und politische Rah-

menbedingungen oder sonstige Aspekte für eine Umsetzbarkeit betrachtet wurden. Solche Aspekte sollen Gegenstand nachfolgender Arbeitsschritte sein.

## 2 Bearbeitungsgebiet

### 2.1 Allgemeine Gebietsbeschreibung

Das Bearbeitungsgebiet der ökologischen Potenzialanalyse erstreckt sich auf den von der Tide beeinflussten Bereich der Unter- und Außenelbe vom Wehr Geesthacht (ca. Elbe-km 586) bis ca. 15 km nordwestlich von Cuxhaven (ca. Elbe-km 750, Großer Vogelsand). Die seitliche Begrenzung bilden die Hauptdeiche. Die Nebenflüsse werden im Rahmen der ökologischen Potenzialanalyse nicht betrachtet. Eine Übersicht über das Bearbeitungsgebiet gibt Plan-Nr. 2-1.

Nachfolgend wird für den Bereich des Bearbeitungsgebietes häufiger der Begriff des „Elbe-Ästuars“ verwendet, der allerdings auch die tidebeeinflussten Nebenflüsse mit umfassen würde, die im Rahmen dieser Bearbeitung aus den Betrachtungen jedoch ausgeklammert sind.

**Ästuar:** Geowissenschaftlich: Trichterförmige Flussmündung im Gegensatz zu geteilten Delta-Mündungen. Hydrographisch sind die Ästuare Grenzräume zwischen Süßwasser und Meer, bestimmt durch den Gezeiteneinfluss in den Flussunterläufen, den Salzgehalt in Flüssen und im flussmündungsnahen Meer und die Stoffverfrachtung aus dem Fließgewässer in das Meer. Biologisch wird der Lebensraum auch über den Wechsel von Faunen- und Florenanteilen aus dem Süßwasser bzw. marinen Lebensräumen gekennzeichnet. (KLEINES WATTENMEER-WÖRTERBUCH, <http://members.tripod.de/GeoConsult/glos/glac.htm>)

Das Bearbeitungsgebiet gehört naturräumlich betrachtet zur naturräumlichen Einheit der **Untereibeniederung**, die den Mündungstrichter der Elbe von der Deutschen Bucht bis etwa 150 km elbaufwärts nach Geesthacht umfaßt und durch die abnehmende Wirkung der Gezeiten charakterisiert ist. Die Begrenzung des Naturraumes, der auch die beidseits an die Elbe angrenzenden Elbmarschen umfasst, stellen die Höhenstufen der Geestränder im Norden und Süden dar.

Das Gebiet der Untereibeniederung wurde während der letzten Eiszeit als Urstromtal angelegt: Als vor ca. 12.000 Jahren das weichselzeitliche Eis abtaute, räumten die Schmelzwasser das Elbe-Tal in einer Breite von durchschnittlich 10 km aus. Gleichzeitig stieg der Meeresspiegel an. Auf Grund der Erhöhung des Grundwasserspiegels und der Erosionsbasis konnte sich im Niederelbegebiet eine Zone von Bruchwald, Sümpfen und Mooren ausbilden. Diese Wald-, Moor- und Sumpfgebiete wurden seit ca. 7.500 v. Chr. von marinen Sedimenten überlagert. So finden sich heute sowohl horizontal als auch vertikal verzahnte Schlick-, Sand- und Moorablagerungen, die kennzeichnend für die Elbeniederung sind (BFG 1997).

Von Geesthacht stromabwärts bis Hamburg verläuft die Elbe in einem relativ schmalen Schlauch zwischen den beiden teilweise sehr nahe an den Fluss reichenden Hauptdeichen. Die Elbe ist hier nur wenige hundert Meter breit, die Vorländer weisen unterschiedliche Natürlichkeitsgrade auf. Es finden sich teilweise naturnahe Bereiche, die überwiegenden Uferabschnitte sind stärker durch anthropogene Nutzungen bestimmt.

Im Hamburger Stromspaltungsgebiet mit der Aufspaltung der Elbe in die Norder- und Süderelbe, d. h. im eigentlichen Stadtgebiet von Hamburg, ist das Gebiet sehr intensiv anthropogen überprägt, vor allem durch die Hafennutzung.

Unterhalb des Hamburger Stromspaltungsgebietes beträgt die Breite bereits ca. 2 km. Vom Mühlenberger Loch, einem bedeutenden Süßwasserwatt, bis etwa zur Einmündung der Wischhafener Süderelbe/ Störmündung bestimmen mehrere Inseln das Erscheinungsbild des Flusses und trennen verschiedene Nebenelben (z. B. Hahnöfer Nebenelbe, Pagensander Nebenelbe) vom Hauptstrom. Der Hauptdeich verläuft insbesondere auf der niedersächsischen Seite über weite Strecken sehr nahe am Ufer. Verschiedene Abschnitte sind dabei stark durch Industrie- und Hafenanlagen überformt. Auf dem nördlichen Ufer reicht der Geestrand im Bereich von Hamburg bis Wedel unmittelbar bis an die Elbe und ist stark von Wohnbebauung bestimmt. Stromabwärts von Wedel bis zur Störmündung weisen die Vorländer unterschiedliche Breiten und zum Teil sehr naturnahe Bereiche aus, zum Teil werden sie auch landwirtschaftlich genutzt. Auf den Inseln, die ihren heutigen Charakter überwiegend durch Aufspülungen erfahren haben, findet – mit Ausnahme kleinerer Flächen – keine Nutzung statt. Vordeichungen insbesondere im Bereich der Haseldorfer Marsch und im Bereich Krautsand haben große Flächen dem uneingeschränkten Tidegeschehen entzogen. In diesem Flussabschnitt münden zahlreiche Nebenflüsse wie z. B. die Este, Lühe, Pinnau, Krückau in die Elbe.

Weiter stromabwärts weitet sich das Mündungsgebiet bis zu einer Breite von 18 km zwischen Cuxhaven und Friedrichskoog auf. Auf dem nördlichen Ufer mündet der Nord-Ostsee-Kanal bei Brunsbüttel in die Elbe, auf dem südlichen Ufer die Oste. Die Vorländer bleiben überwiegend schmal und sind ebenfalls weitgehend landwirtschaftlich genutzt. Sande und Wattflächen prägen bei Niedrigwasser immer stärker das Erscheinungsbild des Elbe-Mündungstrichters. Die Wattflächen sind durch zahlreiche Rinnen und Priele gegliedert und unterliegen ständig großräumigen Umlagerungen.

Den westlichen Rand des Bearbeitungsgebiets begrenzen die Inseln Neuwerk und Scharhörn.

Für die Bearbeitung verschiedener Fragestellungen ist das zu betrachtende Bearbeitungsgebiet zu groß, um es einheitlich abzuhandeln. Deshalb wird das Gebiet der Unter- und Außenelbe in Anlehnung an die UVU (PÖUN 1997) in 7 Teilabschnitte untergliedert, die insbesondere hinsichtlich ihrer Morphologie und unterschiedlichen Salzgehaltsverhältnissen charakterisiert sind (Tabelle 2-1, Plan-Nr. 1).

**Tabelle 2-1: Teilabschnitte der Tideelbe (nach PÖUN 1997)**

Nr.	Abschnitt	Lage	Elbe-Km	Salinität	Hydrographie / Morphologie
I	Obere Tideelbe	Wehr Geesthacht bis Bunthäuser Spitze	ca. 586-610	limnisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überlagerung von Oberwasserzufluss und Gezeitenbewegung</li> <li>• Strömungsgeschwindigkeiten abhängig vom Verhältnis Oberwasserzufluss/Gezeitenbewegung</li> </ul>
II	HH-Stromspaltung	Bunthäuser Spitze bis Nienstedten	ca. 610-632	limnisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufspaltung in Norder- und Süderelbe</li> <li>• große Verweilzeiten der Wasserkörper</li> <li>• geringe spezifische Oberfläche (geringe Wasseroberfläche bei großem Wasservolumen)</li> <li>• intensive anthropogene Überprägung durch Hafennutzung</li> </ul>
III	Mittlere Tideelbe	Nienstedten bis Lühesand-Nord	ca. 632-650	limnisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstände und Strömungen im wesentlichen von der Gezeitenbewegung geprägt</li> <li>• Verweilzeiten der Wasserkörper abhängig von der Höhe des Oberwasserzuflusses</li> <li>• geringe spezifische Oberfläche</li> </ul>
IV	Mittlere Tideelbe	Lühesand-Nord bis zur Störmündung	ca. 650-677	limnisch/oligohalin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zunehmende Aufweitung des Stroms</li> <li>• Wasserstände und Strömungen im wesentlichen von der Gezeitenbewegung geprägt</li> <li>• Verweilzeiten der Wasserkörper abhängig von der Höhe des Oberwasserzuflusses</li> <li>• geringe spezifische Oberfläche</li> </ul>
V	Untere Tideelbe	Störmündung bis zur Ostemündung	ca. 677-705	mesohalin (5-18) Trübungszone	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufweitung des Mündungsgebietes auf eine Breite von ca. 5 km</li> <li>• zentraler Bereich der Trübungszone</li> </ul>
VI	Untere Tideelbe	Ostemündung bis Cuxhaven	ca. 705-730	polyhalin (18-30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weiter Ästuartrichter mit Sanden und Watten</li> <li>• tiefe Hauptstromrinne, flache Randgebiete</li> </ul>
VII	Außenelbe	Cuxhaven Kugelbake bis Scharhörn	ca. 730-750	polyhalin (18-30, z.T. > 30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergang des Ästuars in die Nordsee</li> <li>• Vorherrschen von Bedingungen des marinen Milieus</li> </ul>



## 2.2 Beschreibung wichtiger Funktionen und Prozesse des Elbe-Ästuars

Ein Ästuar wird allgemein geprägt durch zahlreiche in ihm ablaufende natürliche Prozesse und übt gleichzeitig wichtige Funktionen im Naturhaushalt aus. Wesentliche Prozesse sind dabei

- die tidebeeinflusste Dynamik der Wasserstände und Abflüsse
- morphodynamische Prozesse (Erosion und Sedimentation)
- die mechanische Beanspruchung (Eis, Wasser, Geschiebe)
- die Dynamik der Grundwasserstände
- die Produktivität des Gewässers (Primär-, Sekundärproduktion)
- stoffliche Abbau- und Umsetzungsprozesse und das Selbstreinigungsvermögen
- die Dynamik der Vegetation und der Fauna (Vorkommen/ Nebeneinander unterschiedlicher autotypischer Lebensräume, Arten und Gesellschaften)
- vegetationsdynamische Prozesse (Besiedlung von Pionierstandorten, Sukzession, Zerstörung von Vegetation)
- Ausbreitungsprozesse (Wanderung, Drift und Arealveränderungen von Populationen; genetischer Austausch zwischen Populationen; Stoffaustausch).

Als wichtige Funktionen lassen sich nennen:

- Wasserrückhalt und –speicherung (Retentionsfunktion) in Watten und Marschen
- Ablagerung von transportierten Stoffen (Filterfunktion)
- Vielfältiger Lebensraum (für die Fauna z. B. Nahrungs-, Rast-, Brut-, Aufwuchs-, Überwinterungshabitat), Ausbreitungsweg für Arten und Lebensgemeinschaften; Lebensraumfunktion)
- Klimatische Regulationsfunktionen.

Natürliche Ästuar sind im Verhältnis zu ihrer Breite flache Ströme mit ausgeprägter Tiefenvarianz durch die Bildung von Sandbänken und Prielen. Kennzeichnend sind große Flachwasserbereiche und ein zunehmender Anteil an Wattflächen in Richtung Nordsee. Die Ästuar werden weiterhin besonders geprägt durch hydrodynamische Prozesse, die vom Oberwasserabfluss, der Gezeitenrhythmik und den herrschenden Windverhältnissen beeinflusst werden.

Dies führt zu einem ständigen Entstehen und Vergehen verschiedener morphologischer Strukturen wie Sandbänken, Flachwasserzonen, Inseln, Stillgewässern, Prielen und Rinnen mit unterschiedlichen Strömungseigenschaften und Salinitätsverhältnissen. Das Aufeinanderstoßen und Durchmischen von Süß- und Salzwasser verbunden mit dem Ineinandergreifen der Oberwasserabflüsse mit den Gezeiten der Nordsee machen dabei das Elbe-Ästuar zu einem der dynamischsten Lebensräume Mitteleuropas.

Kennzeichnende Wirkfaktoren dieser Dynamik sind:

- Schichtungs- und Durchmischungsvorgänge von fluvialen und marinen Wasserkörpern
- Ausbildung von Längs- und Quergradienten (z.B. Salinitätsgradient)
- Periodisches und aperiodisches Trockenfallen und Überschwemmen von Flächen
- Stetige Material- und Stoffumlagerungen, Erosion und Sedimentation.

Aus dieser Dynamik resultiert auch ein kleinräumiges und stetigen Veränderungen unterworfenen Verteilungsmuster ganz unterschiedlicher Lebensräume (z. B. Süßwasserwatt, Brackwasserwatt) und auch die räumliche Verbreitung der das Ästuar kennzeichnenden Lebensgemeinschaften von Pflanzen (z. B. Salzwiesen, Süßwasser-Röhricht, Tide-Auwald) und Tieren (z. B. Wat- und Wasservogel, Röhrichtbrüter).

Einige wesentliche Prozesse und Funktionen sollen nachfolgend näher dargestellt werden:

### **Hydrodynamische Prozesse**

Die hydrodynamischen Prozesse im Elbe-Ästuar spiegeln sich hauptsächlich in den Schwankungen der Wasserstände wider. Diese werden beeinflusst durch die von der See her einschwingenden Tide und den Oberwasserabfluss am Wehr Geesthacht. Beide Einflussgrößen unterliegen den meteorologischen Bedingungen und haben somit eine natürliche Varianz. Mit der Veränderung der Gerinnegeometrie ist eine Verformung der Tidewelle stromaufwärts zu beobachten. Die Tide ist das bestimmende Merkmal für die Strömungsgeschwindigkeiten. Stromaufwärts in der Unterelbe wird zunehmend der Einfluss des Oberwassers deutlich. Sowohl die Größe als auch die Richtung der Strömungsgeschwindigkeit ändern sich fortlaufend mit Ort und Zeit. Die Strömungsverhältnisse ergeben deshalb ein ständig wechselndes Bild.

### **Morphologische Prozesse**

Wie auch für andere Gewässer ist die morphologische Strukturvielfalt ein entscheidender Faktor für die ökologische Qualität eines Ästuars. Die Dynamik dieses Lebensraums wird maßgeblich beeinflusst von der Tide und ist im natürlichen Zustand gekennzeichnet durch einen intensiven Feststofftransport, verbunden mit einer ständigen Umformung von Gewässersohle und Vorland. Charakteristische Merkmale sind Stromspaltungen, Umlagerungen, wechselnde Gewässerbreiten, Kolke und Auflandungen in Form von Watten, Sänden und Inseln, Nebenarme, Uferabbrüche und Transportkörper.

Ursprünglich liegen entlang des Hauptstromes unbesiedelte Vorländer, in denen dynamische Prozesse eines natürlichen Flusssystem ablaufen können. Besonders während Sturmfluten werden dort umfangreiche Materialumlagerungen durch Erosion und Sedimentationen initiiert. Es bilden sich neue Rinnen und Priele, die als Pionierstandorte für Flora und Fauna dienen. Anlandungen und Zerstörung der vorhandenen Vegetationsdecke im Überschwemmungsbereich bieten die Möglichkeit einer primären Sukzession. Auf Grund der periodischen Überflutungen entstehen verschiedene Süß- und Brackwasserzonen mit Anbindung an die Elbe.

### **Stoffliche Prozesse**

Die aus den hydrodynamischen Prozessen resultierenden Änderungen der Gehalte an Wasserinhaltsstoffen, vor allem des Salzgradienten, und die stark wechselnden Schwebstoffgehalte in ihrem Zyklus von Sedimentation und Resuspension wirken bestimmend auf die meisten abiotischen und biotischen Prozesse ein.

Für Ästuar typisch ist das Vorhandensein von hohen Schwebstoffgehalten, die einerseits, wie Nähr- und Schadstoffe auch, vom Oberwasser herbeigeführt, andererseits durch die starken mechanischen Kräfte der Flut- und Ebbströmung aufgewirbelt

und in Schwebelagen gehalten werden, aber auch im Ästuar selbst entstehen. Erhebliche Feststoffmengen wurden und werden aus dem Küstenbereich flussaufwärts in das Ästuar eingetragen, zum Teil bis in den westlichen Hamburger Hafenbereich. Das Trübungsmaximum der Tideelbe liegt zwischen Cuxhaven und Brunsbüttel.

Die Schwebstoffe haben als Vehikel für den Stofftransport und als Quellen und Senken für zahlreiche Stoffe große Bedeutung. Dazu kommt, dass sie durch Abschattung der Sonneneinstrahlung das Unterwasserlichtklima entscheidend beeinflussen und damit über die von ihnen gesteuerte Trübung limitierend auf die Primärproduktion wirken (KAUSCH ET AL., 1991).

Außerdem tritt in der Tideelbe ein sich je nach Jahreszeiten und Oberwasserführung unterschiedlich stark ausprägendes „Sauerstofftal“ im Bereich von ca. km 630 bis ca. km 665 auf.

In den Flachwasser- und den periodisch überstauten und trockenfallenden Wattbereichen, die in allen Halinitätsbereichen, also auch im Süßwasserbereich auftreten, finden an das Sediment gebundene mikrobielle Umsetzungsprozesse statt. Deren Intensität hängt wesentlich von der Überflutungshöhe, und -dauer ab. Je nach vorherrschenden Bedingungen können sie Quelle oder Senke für Schwebstoffe sowie Nähr- und Schadstoffe sein.

Die hier ortsfest lebenden Organismen (Mikroorganismen, Algen, höhere Pflanzen und Tiere) unterliegen vor allem in dem astatischen Bereich des Salzgradienten sehr großen, kurzzeitigen Salzgehaltswechseln, an die nur wenige Arten angepasst sind.

Neben der hohen Bedeutung für die Primärproduktion durch das Phytoplankton und das Mikrophytobenthos hat im Bereich der Watten und Flachwassergebiete auch die höhere Fauna mit ihren hohen Individuendichten über die Sekundärproduktion einen großen Anteil an den Produktionsprozessen. Aber auch beim Abbau organischen Materials, Stoffumsetzungen sowie bei Schadstofftransport und -metabolisierung ist die Fauna (z.B. durch im Sediment grabende Organismen) beteiligt (LEVIN ET AL. 2001).

### **Selbstreinigungs-/ Filterfunktion für Nähr- und Schadstoffe**

Die ufernahe Vegetation, insbesondere die Röhrichte „fangen“ Sedimente und verbrauchen Nährstoffe des Wassers. Sie dienen also als Filter, wobei nur ein relativ geringer Teil des durch die Elbe strömenden Wassers die Vegetation benetzt, die diese Funktion effektiv erfüllt. Die quantitativ bedeutsamere Filterleistung erbringen in den Watten und Flachwasserzonen allerdings Lebensgemeinschaften ohne höhere Pflanzen.

Als Sedimentfalle funktionieren aber auch die Queller-Gesellschaften im Watt sowie die Auwälder und Auengebüsche bei hohen Hochwässern, bei denen die Sedimentationsfracht (u.U. auch schadstoffbelastetes Material) besonders hoch ist. Die Vegetation legt angelandete Sedimente fest und schützt sie vor erneuter Erosion. Bei extremen Naturereignissen können allerdings auch große Mengen an Sedimenten und organischem Material mobilisiert werden. Abgestorbene Vegetation kann gerade im Überflutungsbereich zu einer langfristigen Festlegung organischen Materials und damit von Nährstoffen führen.

## **Lebensraumfunktion**

Die zahlreichen Biotope des Elbe-Ästuars haben neben der bereits beschriebenen Selbstreinigungsfunktion aber auch die wichtige Funktion als Lebensraum für zahlreiche ästuartypische Pflanzen- und Tierarten. Dabei sind insbesondere die Salzwiesen, Schilf-Röhrichte und extensives (Feucht-)Grünland als Brut- oder Rast-Habitate für bedrohte Vogelarten zu nennen. Damit diese gebietstypischen Pflanzen- und Tierarten langfristig überlebensfähig bleiben können, müssen für die Populationen auch die Lebensraumansprüche wie Reproduktions-, Aufwuchs-, Nahrungs-, Rückzugsfunktion gewährleistet sein (z. B. Flachwasserzonen). Auch wenn das Elbe-Ästuar für verschiedene Arten „nur“ Teillebensraum ist, so ist auch dieser Teillebensraum eine wichtige Voraussetzung für das Überleben dieser Arten.

Die Habitat-Funktionen müssen nicht zwangsläufig an natürliche oder naturnahe Lebensraumstrukturen gebunden sein. Beispielsweise wird der Hamburger Hafen aufgrund der langen Aufenthaltszeiten des Wassers als wichtiges Aufwuchsgebiet für Zooplankton und die Brut von Süßwasserfischen angesehen.

## **Biotopverbundfunktion**

Das Elbe-Ästuar hat für das gesamte Flusseinzugsgebiet eine große Bedeutung als Ausbreitungsweg für Tiere und Pflanzen. Es trägt dadurch zur Schaffung eines Biotopverbunds zwischen aquatischen, semiterrestrischen und terrestrischen Biotopen entlang der Elbe bei. Dies ermöglicht den genetischen Austausch zwischen Tier- und Pflanzenpopulationen und die Wiederbesiedlung von Habitaten nach lokalen Aussterbevorgängen. Dabei spielt die räumliche Lage und Ausdehnung von Biotopen sowie das Ausmaß von Ausbreitungsbarrieren in der Landschaft eine entscheidende Rolle für die Ausbildung eines optimalen Lebensraumverbunds.

### 3 Veränderungen von Natur und Landschaft im Elbe-Ästuar

#### 3.1 Allgemeine Veränderungen

In die Landschaft des Untereelberaums griff der Mensch bereits sehr früh durch Rodung, Jagd, Siedlungstätigkeit, Weidewirtschaft, Ackerbau, Deichbau (ab ca. dem 12. Jahrhundert) und Wasserbau (ab ca. dem 14. Jahrhundert) ein und machte so aus der Naturlandschaft eine Kulturlandschaft. Wiederholt kam es dadurch zu grundlegenden Strukturänderungen der Überschwemmungsgebiete des Elbe-Ästuars (KAUSCH 1996) und auch zu gravierenden Veränderungen der Böden, der Vegetation und der Fauna.

Aber auch durch flussbauliche Maßnahmen wurde das Gebiet stark verändert. Die Unter- und Außenelbe blickt dabei auf eine weitreichende historische Entwicklung als Schifffahrtsstraße und Entwicklungsachse zurück. RHODE (1971) empfiehlt bei der Betrachtung der Entwicklung der Unter- und Außenelbe als Schifffahrtsstraße drei große Zeitabschnitte:

- Die Zeit bis zum Anfang des 19. Jahrhunderts
- Die Zeit von Anfang des 19. Jahrhunderts bis zum 1. Weltkrieg
  - 5,30 m Ausbau\* von 1850 bis 1868 \*(Beseitigung von lokalen Untiefen im Bereich von Hamburg)
- Die Zeit nach dem 1. Weltkrieg bis zur Gegenwart, wobei die bedeutendsten und meisten Ausbaumaßnahmen im letzten Abschnitt statt gefunden haben. Zu nennen sind:
  - 10,0 m Ausbau von 1936 bis 1956
  - 11,0 m Ausbau von 1957 bis 1962
  - 12,0 m Ausbau von 1964 bis 1969
  - 13,5 m Ausbau von 1974 bis 1978
  - 14,5 m Anpassung 1999 bis 2000.

Die Intensivierung der Strombaumaßnahmen in Form von Querschnittsvergrößerungen und der Hafenausbau in Hamburg erfolgte dabei insbesondere seit der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Trotzdem gab es zu Beginn des 20. Jahrhunderts im Untereelberaum noch großflächige Vorkommen von natürlichen Tide-Lebensräumen. Dazu zählten u. a. strömungsberuhigte Flachwasserzonen, Wattflächen, Röhrichzonen und auch noch ausgedehnte Auewälder. Als Beispiele für die Bedeutung bezüglich der Tierwelt können das Vorkommen großer Brut- und Rastbestände an Wat- und Wasservögeln (z.B. bis ins 19. Jahrhundert große Seeschwalbenkolonien auf den Sanden (GARTHE ET AL. 1996)) und das zahlreiche Vorkommen ästuartypischer Fischarten angeführt werden (z.B. Stint, Finte, früher Stör mit Laichplätzen in Kolken limnisch geprägter Rinnensysteme). Daneben bestanden allerdings auch extensiv genutzte Kulturlandflächen, wie z. B. Obst- und Gartenkulturen und großflächige Grünlander, die von marschtypischen Grabensystemen durchzogen waren.

Insbesondere in den letzten Jahrzehnten hat dieser Landschaftsraum nochmals einen starken anthropogenen Wandel erfahren: Dies ist hauptsächlich auf eine Intensivierung der Landwirtschaft, Sandentnahmen, Maßnahmen des Küstenschutzes, eine

verstärkte Industrialisierung und Siedlungsentwicklung, Hafenerweiterungen und Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen zurückzuführen.

Von den Veränderungen etwa der letzten hundert Jahre sind die Flachwasserzonen und die Vordeichsländereien in besonderem Maße und mit hohen Flächenverlusten betroffen. Dies hat vielfältige Ursachen, z. B. Veränderungen durch Flussausbaumaßnahmen, die zu stark veränderten Wasserständen führten oder die Veränderung der Hauptdeichlinie, die zu Flächenverlusten bei Vorländern führten. Alleine durch die Vordeichungen, die nach der großen Sturmflut von 1962 erfolgten, wurden im Unterelberaum (z. B. Bereich Haseldorf und Nordkehdingen) mehrere tausend Hektar Vorländer dem uneingeschränkten Tidegeschehen entzogen (DRUCKSACHE 16/6586). Plan-Nr. 2 zeigt eine Überlagerung einer historischen Kartenaufnahme des Jahres 1846 mit der Karte 7.1-2: Ist-Zustand Morphologie der UVU (PÖUN 1997) und die in dieser Zeit erfolgten Veränderungen.

Die topografischen, hydrologischen, hydraulischen und hydrochemischen Veränderungen haben auch zu dauerhaften Veränderungen der Lebensräume des Elbe-Ästuars geführt. Zu diesen Lebensräumen zählen z. B. die von Prielen und Gräben durchzogenen Vorlandflächen, Watt- und Flachwasserbereiche, ufernahe Biotope wie Salzwiesen, Röhrichte, Weiden-Auwälder oder Weiden-Auengebüsche. Mit dem Verlust elbtypischer Vegetationsstandorte gingen - wie bereits erwähnt - auch Verluste an Brut-, Rast- oder Nahrungsgebieten für zahlreiche Tierarten einher. Zahlreiche Tierarten kommen heute im Bereich der Elbe nur noch selten oder nicht mehr vor. Von der Reduzierung des Lebensraums sind auch besonders geschützte Pflanzenarten betroffen, wie z. B. der Schierlings-Wasserfenchel, der ausschließlich in den tidebeeinflussten Süßwasserwatten der Elbe vorkommt (DRUCKSACHE 16/6586). Mit dem Verlust an aquatischer Fläche ist auch ein Verlust von mit dem Ästuar ständig verbundenen Wasserkörpern eingetreten. Dem Elbe-Ästuar sind damit Sedimentationsflächen verlorengegangen, so dass ein weitgehender Austrag von Nährstoffen in die Nordsee anzunehmen ist.

Ganz aktuelle Veränderung betreffen z.B. Maßnahmen im Bereich des Mühlenberger Lochs, nämlich die Erweiterung des Betriebsgeländes von Daimler Chrysler Aerospace Airbus GmbH (im weiteren als DA-Erweiterung bezeichnet) bzw. damit verbundene Ausgleichsmaßnahmen auf dem Hahnöfer Sand zur Kompensation von Eingriffen in Wattflächen.

Obwohl der Unterelberaum durch den Menschen stark verändert wurde und für die Region von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist, weist das Elbe-Ästuar auch heute noch eine große Bedeutung als Lebensraum für Pflanzen und Tiere auf. Dies zeigt sich auch darin, dass große Teile der Unter- und Außenelbe als Schutzgebiete nach nationaler Gesetzgebung und internationalen Übereinkünften ausgewiesen sind. Insbesondere ist das Elbe-Ästuar ein bedeutendes Rast- und Nahrungsgebiet und somit wesentlicher Teil-Lebensraum für zahlreiche Vogelarten.

Neben vielen nachteiligen Veränderungen des Elbe-Ästuars ist aber auch seit Mitte der 1990er Jahre ein Rückgang der Nährstoff- und Schadstoffbelastungen als Folge von Klärwerksbauten, Betriebsstilllegungen oder Produktionsänderungen, aber auch durch einen Rückgang bei den Einleitungen im Hamburger Unterelbebereich, also eine positive Entwicklungstendenz festzustellen (DRUCKSACHE 16/6586).

Nachfolgend sollen die flächenhaften Veränderungen etwa seit dem Ende des 19. Jahrhunderts bis zum Ende des 20. Jahrhunderts auf der Grundlage der UVU dargestellt werden, wo diese Veränderungen anhand von Kartenwerken unterschiedlicher Zeiten ermittelt wurden. Die Flächenänderungen (Vordeichsländereien, Watt, Flachwasser, Tiefwasser) innerhalb der 7 Teilabschnitte sind in Tabelle 3-1 zusammenfassend dargestellt, wobei zu berücksichtigen ist, dass der Referenzzustand keine natürliche, sondern die um die Jahrhundertwende (19./20. Jahrhundert) anthropogen bereits sehr deutlich veränderte Landschaft beschreibt.

Insgesamt sind

- erhebliche Verluste an Vordeichsflächen
- sowohl Zunahmen als auch Abnahmen an Wattflächen
- ein erheblicher Rückgang an Flachwasserzonen
- eine erhebliche Zunahme der Tiefwasserzonen (>10m unter MTnw) insbesondere in den Abschnitten III und IV festzustellen.

Hinsichtlich der **Vordeichsländer** (im weiteren auch als Deichvorländer, Vordeichsflächen oder Außendeichsbereiche bezeichnet) fallen erhebliche Flächenverluste in den Teilabschnitten I-V auf. Andererseits sind Zugewinne in den Abschnitten VI und VII festzustellen, die in diesen Bereichen überwiegend auf natürlichen Vorgängen (Sedimentation) beruhen. Die vergleichsweise kleinen Außendeichsbereiche oberhalb Hamburgs befinden sich in einem erheblich naturnäheren Zustand als die intensiv landwirtschaftlich genutzten Areale unterhalb der Hansestadt. Die größten verbliebenen Vordeichsländer liegen in den Abschnitten IV bis VI (z.B. Nordkehdinge Außendeichsmarsch) und haben - trotz der anthropogenen Überformung und Nutzung - eine sehr hohe, insbesondere avifaunistische Bedeutung (brütende und rastende Limikolen, Enten, Gänse und Seeschwalben).

Die **Watten** sind in den Abschnitten I und II von erheblichen Flächenverlusten betroffen. In den Abschnitten III und IV sind die Wattflächen aufgrund der Erhöhung des Tidehubs, die zu ca. 1/3 auf eine Erhöhung des MThw und zu ca. 2/3 auf eine Absenkung des MTnw entfällt, erheblich angewachsen. In Abschnitt V ist die Ausdehnung der Wattflächen dann rückläufig gewesen. In den Abschnitten VI und VII sind z.T. große Wattflächen verschwunden, aber zugleich auch noch sehr ausgedehnte Wattbereiche vorhanden.

Die Ausdehnung von Wattflächen wurde und wird nicht nur aufgrund von Baggerungen und Änderungen des Tidehubs sondern langfristig auch durch Verlandungstendenzen infolge Konzentration der Strömung auf die Hauptrinne und dadurch abschnittsweise geringere Durchströmung der Randbereiche verändert. Derzeit sind stärkere Verlandungstendenzen in der Wischhafener Süderelbe, im Wischhafener Fahrwasser, der Freiburger Hafenzufahrt, Brammer Bank und Böschrücken sowie im System Neufelder Sand/Neufelder Watt (dort speziell im Zeitraum 1981-85) zu beobachten (PÖUN 1997).

Bis auf den Teilabschnitt V sind im gesamten Elbeästuar erhebliche Rückgänge an **Flachwassergebieten** zu verzeichnen, die ihre Ursache in einer Ausdehnung der Tiefwasserbereiche (Fahrrinne) und der - aufgrund zunehmenden Tidehubs - angewachsenen Wattflächen haben. **Tiefwasserbereiche** haben durch den in

Schritten vollzogenen Fahrrinnenausbau sehr zugenommen. Prozentual macht sich diese Zunahme insbesondere in den vergleichsweise schmalen oberen Teilabschnitten des Ästuars bemerkbar (II, III, IV).

**Tabelle 3-1: Flächenänderungen in den Teilabschnitten (verändert nach PÖUN 1997)**

Abschnitt • Struktur	Referenz [ha]	Ist-Zustand [ha]	Differenz		Wert-Stufe**
			[ha]	[%]	
<b>I</b>					
• Vordeichsfläche	1.202	594	-608	-51	4
• Wattfläche und Flachwasser	504	273 (146 und 127)	-231	-46	3
• Tiefwasser	o. A..*	o. A..	o. A..	o. A..	o. A..
<b>II</b>					
• Vordeichsfläche	o. A..	o. A..	o. A..	o. A..	(5)
• Wattfläche	o. A..	o. A..	o. A..	o. A..	(5)
• Flachwasser	o. A..	o. A..	o. A..	o. A..	(5)
• Tiefwasser	o. A..	o. A..	o. A..	o. A..	o. A..
<b>III</b>					
• Vordeichsfläche	2.607	751	-1.856	-71	5
• Wattfläche	735	1.138	+403	+55	1
• Flachwasser	1.233	666	-567	-46	3
• Tiefwasser	36	749	+713	+1.981	5
<b>IV</b>					
Vordeichsfläche	4.465	2.603	-1.862	-42	3
Wattfläche	1.047	1.832	+785	+75	1
Flachwasser	1.059	827	-232	-22	2
TIEFWASSER	428	1.566	+1.138	+266	5
<b>V</b>					
• Vordeichsfläche	5.739	1.778	-3.961	-69	4
• Wattfläche	3.810	2.830	-980	-26	2
• Flachwasser	418	604	+186	+44	1
• Tiefwasser	1.582	2.678	+1.096	+69	4
<b>VI</b>					
Vordeichsfläche	2.347	2.669	+322	+14	1
Wattfläche	16.012	14.790	-1.222	-8	1
Flachwasser	4.564	2.774	-1.790	-39	3
TIEFWASSER	1.543	2.397	+854	+55	4
<b>VII</b>					
• Vordeichsfläche	293	717	+424	+145	1
• Wattfläche	12.651	12.371	-280	-2	1
• Flachwasser	4.327	3.681	-646	-15	2
• Tiefwasser	3.411	3.736	+325	+10	2

\* o. A.: ohne Angabe

\*\* Wertstufe (WS) 1 = sehr hochwertig, WS 2 = hochwertig, WS 3 = mittelwertig, WS 4 = geringwertig, WS 5 = sehr geringwertig

Neben den Veränderungen der Flächengrößen der charakteristischen Lebensräume sind auch zahlreiche Strukturveränderungen innerhalb der Lebensräume zu verzeichnen (siehe Tabelle 3-2). Beispielsweise sind lange Uferstrecken mit Steinschüttungen gesichert. Das früher vorhandene System aus zahlreichen Rinnen und Sanden ist einer zentralen Hauptrinne und an die Ränder gedrängten Flachwasserzonen und Watten gewichen. Die früher von Prielsystemen durchzogenen Vorländer



mit kleinräumig sehr unterschiedlichen Geländehöhen und Feuchteverhältnissen sind in vergleichsweise monotone Weiden mit Grabensystemen umgewandelt worden.

**Tabelle 3-2: Änderungen der Strukturvielfalt in Teilabschnitten (nach PÖUN 1997)**

Abschnitt	Strukturänderung
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Watt und Flachwasser nur noch in schmalen Ufersäumen vorhanden</li> <li>• Wehr Geesthacht unterbricht die Durchgängigkeit nach oberstrom</li> <li>• ca. 52% des Ufers mit Steinschüttung gesichert</li> <li>• weite Bereiche mit Regelungsbauwerken versehen</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im östlichen Teil noch Säume an Watt- und Flachwasserflächen (z.B. NSG Heukenlock, NSG Schweensand, beide an der Süderelbe)</li> <li>• im Hamburger Hafen extreme Überformungen</li> <li>• Abtrennung der Dove- und Gose-Elbe 1951</li> <li>• Eindeichungen an der Süderelbe</li> <li>• ca. 95% naturfernes Ufer (Steinschüttung und senkrechte Uferwand)</li> <li>• überwiegend Regelungsbauwerke, Hafenbecken</li> </ul>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufspülung von Inseln</li> <li>• extreme Abnahme der Vordeichsflächen</li> <li>• Abdeichung Haseldorfer Marsch</li> <li>• Abdeichung der Borsteler Binnenelbe mit (früher) kleinräumigem Wechsel zwischen Flachwasser und Wattca. 43% naturfernes Ufer (überwiegend Steinschüttung)</li> <li>• weite Bereiche mit Regelungsbauwerken versehen</li> </ul>
IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufspülung von Inseln</li> <li>• am Südufer größere Eindeichungen zwischen Wischhafen und Assel; dort reiches Gewässernetz (Wischhafener Süderelbe, Krautsander Binnenelbe, Ruthenstrom, Gauensieker Süderelbe, Barnkruger Süderelbe); durch Sturmflutsperrwerke z.T. dem Tidegeschehen entzogen</li> <li>• nur ca. 25% verbautes Ufer</li> <li>• wenige Bereiche mit Regelungsbauwerken versehen</li> </ul>
V	<ul style="list-style-type: none"> <li>• großflächige Verluste an Vordeichsflächen zwischen Ostemündung und Freiburg</li> <li>• ca. 35% verbautes Ufer</li> <li>• mehrere Bereiche mit Regelungsbauwerken versehen</li> </ul>
VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. 36% des Ufers mit Steinschüttung gesichert</li> <li>• mehrere Bereiche mit Regelungsbauwerken versehen</li> </ul>
VII	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. 39% des Ufers mit Steinschüttung gesichert</li> </ul>

### 3.2 Veränderungen und Auswirkungen durch den Ausbau der Elbe

Durch die verschiedenen Ausbau- und Strombaumaßnahmen der Elbe gingen jeweils Veränderungen der Topographie des Gerinnes einher, was wiederum die hydrographischen Verhältnisse im Ästuar beeinflusste. Mit der Abnahme der tiefenabhängigen Bodenreibung wird auch die Energiedissipation der von der See her einschwingenden Tidewelle vermindert. Fahrrinnenvertiefungen und begleitende Stromregulierungen bündeln und verstärken dabei den Tidestrom. Dadurch gelangt ein größerer Anteil der Tidewellen-Energie bis in den oberen Bereich des Ästuars und führt insbesondere in diesen Bereichen zu einer Vergrößerung des Tidenhubs und zu einer Verschiebung der oberstromseitigen Tidegrenze - auch in den Nebenflüssen - weiter stromaufwärts. In der Elbe ist die Tidegrenze durch das Wehr Geesthacht fixiert. Somit wird hier nicht die Tidegrenze, sondern das Reflexionsverhalten der Tidewelle am Wehr beeinflusst.

Diese morphologischen und hydrologischen Veränderungen wirken sich auf Grund der vielfältigen Wechselbeziehungen auch auf andere Komponenten des Ökosystems aus, sei es auf stoffliche Prozesse, den Boden oder auf die zahlreichen Lebensgemeinschaften des Ästuars. Die Wirkungen können dabei direkter oder indirekter Art sein, sie können kurzfristig oder nachhaltig wirksam sein.

Von den Veränderungen sind die verschiedenen Teilbereiche der Fahrrinne, angrenzende Tiefwasserbereiche, Flachwasserzonen, Wattflächen, Vordeichsländer, Inseln, aber auch binnendeichs gelegene Flächen (z. B. über die Nebenflüsse, Nebengewässer) betroffen.

Die wesentlichen Veränderungen erfolgen direkt durch die Baggerungen (Ausbau-baggerung und Unterhaltungsmehraufwand) und einer damit verbundenen Änderung der Topographie, durch die Baggergutverbringung (wasserseitige und landseitige Baggergutverbringung), aber auch indirekt über die Veränderung der Tidedynamik und deren Folgen. Diese in der UVU (PÖUN 1997) und im landschaftspflegerischen Begleitplan (BfG 1997) ausführlich beschriebenen Wirkungen werden hier nur stichpunktartig aufgeführt, da sie zum Teil in den nachfolgenden Kapiteln detaillierter behandelt werden.

Hauptsächliche Wirkungen sind:

- Änderung der Wasserstände (möglicherweise auch der Sturmflutwasserstände), d.h., Erhöhung des Tidehubs (Erhöhung des MThw, Absinken von MTnw)
- Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit und der Transportkapazitäten in den Uferbereichen,
- Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit und der Transportkapazitäten in der Hauptstromrinne,
- Verlagerung der oberen Brackwassergrenze stromaufwärts aufgrund der Veränderung der Salzgehaltskonzentrationen,
- Verdriftung von Sediment und Erhöhung der Schwebstofffracht (Erhöhung der Menge der flussaufwärts transportierten Feststoffe (marinen Ursprunges) und damit Zunahme der Baggermengen im oberen Ästuar)
- Änderung des Lichtklimas
- Änderung von Sedimenttypen, z. B. im Bereich von Baggergutablagerungsflächen
- Änderung des Bodenwasserhaushalts (z.B. über Grundwasserverhältnisse)
- Änderung aquatischer und terrestrischer Lebensräume und Lebensgemeinschaften
- Änderungen bei den Wechselbeziehungen zwischen den einzelnen Komponenten.

Beispielhaft werden jedoch einige wesentliche Auswirkungen des Baggerns und Verklappens auf ausgewählte faunistische Artengruppen in knapper Form beschrieben. Insbesondere sind durch das Baggern und Verklappen die am Gewässerboden lebenden Tiere direkt betroffen. Beim Baggern sind hauptsächlich die Sedimententnahme und beim Verklappen die Überdeckung mit Sedimenten die direkten Effekte, die zu Beeinträchtigungen bis hin zum Vernichten der Fauna führen. Auch die sekundären Folgen von Baggern oder Verklappen wie z. B. Schwebstofferrhöhung oder Veränderung der Sedimentzusammensetzung und Sedimenttopologie können zu nachteiligen Veränderungen verschiedener Lebensgemeinschaften führen.

Die anderen Tiergruppen (Fische, Vögel) erfahren indirekte Beeinträchtigungen z. B. durch die sekundären Veränderungen im Lebensraum wie etwa die Reduzierung des Nahrungsangebots, die Veränderung oder Vernichtung von Laichplätzen von Fischen (Tabelle 3-3).

**Tabelle 3-3: Effekte des Baggern und Verklappens auf ausgewählte faunistische Artengruppen**

Artengruppen	Betroffen durch	Effekte
<b>Zoobenthos</b>	Ausräumung Überdeckung Änderung der Sedimentzusammensetzung Erhöhte Sedimentation Erhöhter Schwebstoffgehalt	akute Mortalität, Verfrachtung Störung bis zur Erstickung Veränderung der Zönosezusammensetzung Behinderung der Larvenansiedlung Behinderung/Förderung der Nahrungsaufnahme filtrierender Arten Behinderung der Atmung durch Schädigung der Atmungsorgane
<b>Fische</b>	Trübung Erhöhter Schwebstoffgehalt Ausräumung / Überdeckung Änderung der Sedimentzusammensetzung	Behinderung der Jagd v.a. pelagischer Fische Behinderung der Atmung durch Schädigung der Kiemen akute Mortalität benthischer Arten, des Laichs, Vernichtung von Laichplätzen Vernichtung von Laichplätzen
<b>Vögel</b>	Ausräumung / Überdeckung des Benthos  optische / akustische Reize	Verringerung der Nahrungsressourcen durch verringerte Biomasse (Benthos) Nahrungssuche erschwert durch Vergrößerung der Tauchtiefen Verhaltensänderung überwinternder / brütender / rastender Vögel bis hin zur Flucht
<b>Marine Säuger</b>	optische / akustische Reize	Verhaltensänderung bis hin zur Flucht

## 4 Ökologische Entwicklungsziele für das Elbe-Ästuar

**Grundlage für die Herleitung der ökologischen Entwicklungsziele und zur Bewertung der vorhandenen ökologischen Situation ist das bereits in der UVU (PÖUN 1997) verwendete gebietsbezogene Zielsystem, das auf die spezielle naturräumliche Situation des Untersuchungsgebietes ausgerichtet ist. Es wird allerdings für die vorliegende Arbeit modifiziert.**

Im Zielsystem der UVU wird der aus umweltschutzfachlicher Sicht optimale Zustand der Schutzgüter im Untersuchungsgebiet formuliert. Dabei handelt es sich **nicht** um ein Zielkonzept für das Untersuchungsgebiet im Sinne einer Gesamtkoordination unterschiedlicher räumlicher Nutzungsansprüche. Das **gebietsbezogene Zielsystem** ist hier vielmehr als ein ausschließlich am derzeitigen Diskussionsstand **umweltschutzfachlicher Zielvorstellungen** orientiertes Wertesystem zu verstehen.

Abweichend von dem dreistufigen, hierarchisch gegliederten gebietsbezogenen Zielsystem der UVU wird im Rahmen der Potenzialanalyse ein zweistufiges Zielsystem verwendet (Abbildung 4-1). Die zweite Stufe in der Potenzialanalyse fasst dabei aus praktischen Gründen die zweite und dritte Stufe der UVU zusammen :

- Auf der obersten Stufe wird ein **Leitbild** erstellt. Die Formulierung des Leitbildes erfolgt auf der Grundlage der im § 1 Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) genannten Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege. Die im Leitbild dargelegten Ausführungen markieren als "Allgemeine Grundsätze" die Rahmenbedingungen des Zielsystems.
- Auf der zweiten Stufe werden die Allgemeinen Grundsätze in Form von **Umweltzielen** stärker differenziert und durch detailliertere Beschreibungen von Zielzuständen konkretisiert. Dies kann auch durch eine räumliche Konkretisierung in Hinblick auf die einzelnen Untersuchungsabschnitte erfolgen.

### 4.1 Leitbild

Die **allgemeinen Grundsätze** des in der UVU dargestellten Leitbildes basieren auf den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege, wie sie in §1 BNatSchG formuliert werden. Im Rahmen der Potenzialanalyse werden dabei allerdings bereits die Formulierungen des §1 des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG i. d. F. vom 25. 3. 2002) berücksichtigt:

„Natur und Landschaft sind auf Grund ihres eigenen Wertes und als Lebensgrundlagen des Menschen auch in Verantwortung für die künftigen Generationen im besiedelten und unbesiedelten Bereich so zu schützen, zu pflegen, zu entwickeln und, soweit erforderlich, wiederherzustellen, dass

- die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts,
- die Regenerationsfähigkeit und nachhaltige Nutzungsfähigkeit der Naturgüter,
- die Tier- und Pflanzenwelt einschließlich ihrer Lebensstätten und Lebensräume sowie

- die Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie der Erholungswert von Natur und Landschaft

auf Dauer gesichert sind.

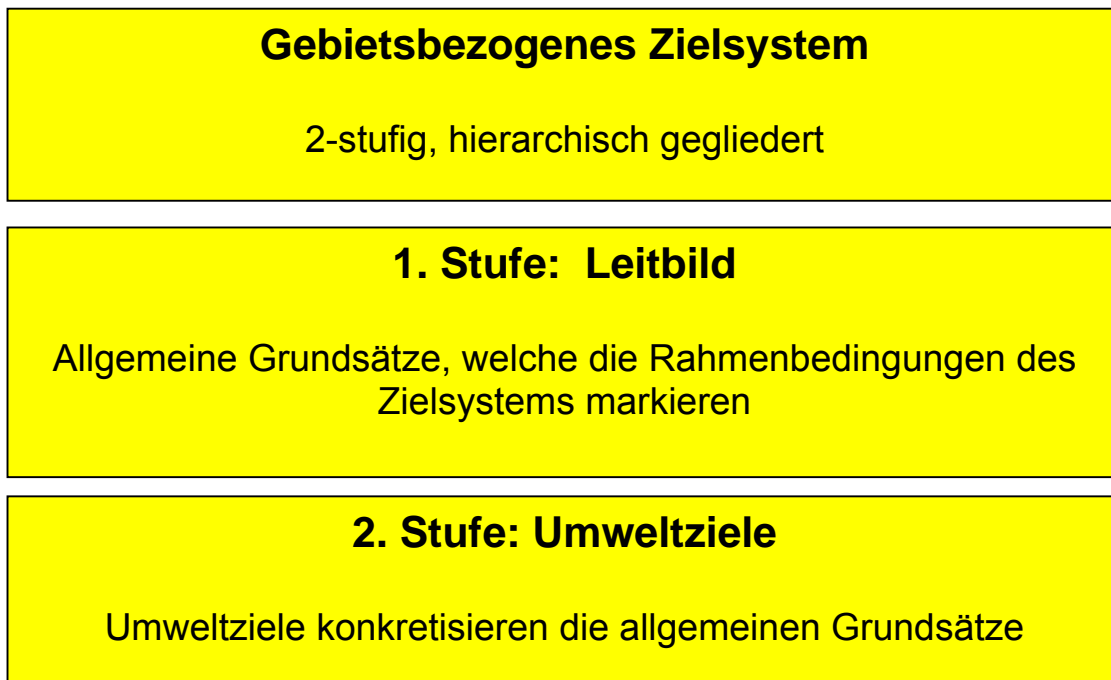


Abbildung 4-1: Gebietsbezogenes Zielsystem

Das **Leitbild der UVU** orientiert sich dabei am Optimum der **natürlichen Standortverhältnisse bzw. Milieubedingungen**. Bei der Aufrechterhaltung von Schifffahrt und Hochwasserschutz kommt als Leitbild ein natürliches Ästuar nicht in Frage. Durch die Tiefe der Fahrrinne bleibt der gegenüber der natürlichen Situation erhöhte Tidenhub und die Fokussierung der Strömung auf den Hauptstrom erhalten. Auch die Grünlandnutzung ist aus Sicht der heutigen Kulturlandschaft und aus naturschutzfachlichen Gründen als Rahmenbedingung anzuerkennen. **Das Leitbild der Potenzialanalyse entwirft daher einen Optimalzustand mit Deich und vertiefter Fahrrinne.**

Anhand der folgenden Leitsätze wird der aus natur- und umweltschutzfachlicher Sicht begründete Zustand charakterisiert. Dieses in der UVU (PÖUN 1997) beschriebene Leitbild (in nicht kursiver Schrift) wird durch nachfolgende Formulierungen in kursiver Schrift erweitert.

- *Das Elbe-Ästuar ist ein dynamisches Mosaik aus Flach- und Tiefwasserbereichen, Wattflächen, terrestrischen Flächen, Inseln (Sänden) und Stromarmen mit einer möglichst naturnahen räumlichen Verteilung von Tide und Strömung.*
- Die Qualität der Umweltmedien Boden, Wasser und Luft ist so beschaffen, dass die Voraussetzungen zur nachhaltigen Entwicklung natürlicher Lebensräume und zur Sicherung von Gesundheit und Wohlbefinden des Menschen gegeben sind.

- Die für das Gebiet typischen Lebensräume sind in einer solchen Größenordnung, Verteilung im Raum und Vernetzung vorhanden, dass darin alle gebietstypischen Pflanzen- und Tierarten in langfristig überlebensfähigen Populationen und den entsprechenden Vergesellschaftungen vorkommen.
- *Das Elbe-Ästuar ist eine veränderliche Landschaft mit morpho- und hydrodynamischen Prozessen (Erosion, Sedimentation, Verlandung, Überflutungen), die zur stetigen Zerstörung und Entstehung von Lebensräumen führen.*
- *Die Biotope des Elbe-Ästuars haben neben der Lebensraum-Funktion für Tier- und Pflanzenarten weitere wichtige ökosystemare Funktionen, wie die Filterung von Schad- und Nährstoffen.*
- Anthropogene Nutzungen sind so in den Naturhaushalt eingebunden, dass die natürliche Standortqualität in Ausprägung und Dynamik erhalten bleibt und Beeinträchtigungen von Lebensräumen vermieden werden.

## 4.2 Umweltziele

Die im folgenden formulierten Umweltziele und weiter gehenden Zielzustände konkretisieren die im Leitbild dargestellten allgemeinen Grundsätze, teilweise auch in räumlicher Hinsicht.

### Hydrologie

- Umweltziel ist die Sicherung und Entwicklung einer ästuartypischen Tidedynamik im gesamten Bearbeitungsgebiet. Dabei hat der Hochwasser- und Sturmflutschutz höchste Priorität.

Weiter gehende Zielzustände:

- Die insbesondere die ästuartypische Tidedynamik beschreibenden Parameter wie Thw und Thb sollen nicht weiter erhöht, das Tnw nicht weiter gesenkt werden.
- Die vorhandene ästuartypische Tidedynamik der Nebenelben und Nebenflüsse soll nicht weiter verschlechtert werden.
- Die durch das Stromspaltungsgebiet oberhalb Hamburgs bedingten Verhältnisse von Flut- zu Ebbdauer sollen trotz der wesentlich kleiner werdenden Fließquerschnitte nicht weiter verschlechtert werden.

### Morphologie

- Umweltziel ist die Erhaltung und Entwicklung ästuartypischer morphodynamischer Prozesse.

Weiter gehende Zielzustände:

- möglichst große morphologischen Strukturvielfalt
- Erhalt der Funktionsfähigkeit der Nebenelben

- Herstellung eines dynamischen Gleichgewichts, bei dem sich Erosion und Sedimentation die Waage halten, so dass keine bzw. wenige anthropogene Eingriffe (Baggerungen) notwendig sind
- naturnah stabilisierte Ufer (z.B. Lebendverbau)
- kleinräumig dynamische Prozesse (Uferabbrüche, Anlandungszonen, innere Mäandrierung) in den von der Schifffahrt wenig beanspruchten Bereichen
- flache Uferböschungen, um eine Kommunikation zwischen Vorland und Fluss sicher zu stellen
- breite Vorländer durch Deichrückverlegungen, um eine natürliche Wechselwirkung zwischen Aue und Fluss zu ermöglichen. Dadurch wird auch der Strömungsangriff im Hochwasserfall im Bereich des Hauptschlauchs vermindert.

### **Schadstoffbelastung und ökotoxikologische Wirkungen in Schwebstoffen und Sedimenten**

- Umweltziel ist die Erhaltung und Entwicklung von nur gering bzw. nicht mit Schadstoffen belasteten Sedimenten.

Weiter gehende Zielzustände:

- Vermeidung der Mobilisierung von Schadstoffen, die derzeit vergleichsweise stabil in den (feinkörnigen) Wattbereichen des Elbe-Ästuars lagern.

### **Wasserbeschaffenheit**

- Umweltziel ist die Erhaltung und Verbesserung der Wasserbeschaffenheit.

Weiter gehende Zielzustände:

- Die Sauerstoffgehalte sollten generell im Bereich der Sättigung liegen. Abweichungen sind im Bereich des Trübungsmaximums (natürliche Trübungsmaxima bei ca. Brunsbüttel, Elbe-km 685) und zu bestimmten Zeiten in Nebenräumen möglich.

### **Boden**

Die Umweltziele bestehen im Erhalt bzw. der nachhaltigen Entwicklung der Böden durch

- die Erhaltung und Entwicklung natürlicher Bodenfunktionen als wesentliche Standortfaktoren für die gebietstypischen Pflanzen- und Tiergemeinschaften und
- den Schutz und die Entwicklung naturnaher, seltener und besonderer Böden, die wesentlicher Bestandteil der Bodengesellschaften des Untersuchungsgebietes sind.

Weiter gehende Zielzustände:

- die Vordeichsländer sind mehrere hundert Meter breit
- die Gehalte anorganischer Spurenelemente im Boden liegen im Hintergrundbereich
- organische Spurenstoffe werden nicht eingetragen
- Böden werden nicht gedüngt

- Vordeichsländer werden nicht gepflügt oder gedränt.

## Vegetation

Aus vegetationsökologischer Sicht lassen sich folgende wichtige Umweltziele formulieren:

- Schaffung eines Mosaiks aus naturnahen Biotopen zur Ausbildung eines optimalen Biotopverbunds
- Schaffung großflächiger periodisch überfluteter semiterrestrischer Flächen und aperiodischer Überflutungsflächen durch ausreichend breite Vordeichsländer und einen Hauptdeich, der oberhalb der Hochwasserlinie bei Springtiden (SpThW) liegt
- Zulassen ungestörter Sukzessionsprozesse zur Förderung der zeitlichen Abfolge ästuartypischer Sukzessionsstadien
- Entwicklung von Vegetationsbeständen, die zur biologischen Selbstreinigung der Elbe beitragen (Filterung von Nähr- und Schadstoffen).

Weiter gehende Zielzustände:

- im aquatischen Bereich sind in strömungsberuhigten Seitenarmen und Stillgewässern Wasserpflanzengesellschaften zu finden
- das Watt ist von Pioniergesellschaften besiedelt
- die Ufer werden je nach Steilheit, Sedimentbeschaffenheit und Salzgehalt des Wassers von Salzwiesen, Brackwasser- und Tide-Schilfröhrichten eingenommen
- auf den terrestrischen Flächen vor den Deichen wachsen Auwälder und Auengebüsche. In Hochwasserkolken bilden sich Kleingewässer, die im Laufe der Zeit wieder verlanden
- durch zyklische, periodische oder episodische Naturereignisse wie Überflutung, Erosion und Sedimentation, Eisgang, Sturm etc. wird immer wieder Vegetation zerstört, so dass sich primäre und sekundäre Sukzession einstellen kann
- abgestorbene Vegetation verbleibt im Ökosystem (Treibsel darf allerdings nicht die Sicherheit der Deiche gefährden, dort ist es zu beseitigen).

## Fauna

Die Umweltziele für die Fauna bestehen in der nachhaltigen Entwicklung der charakteristischen Vielfalt an Arten und Lebensgemeinschaften sowie ihrer lebensräumlichen Voraussetzungen durch

- die Erhaltung und Entwicklung des für das Bearbeitungsgebiet charakteristischen Inventars der Arten und Lebensgemeinschaften
- die Erhaltung und Entwicklung der hierfür erforderlichen Lebensraumgrößen und Lagebeziehungen sowie
- die Erhaltung und Entwicklung der hierfür erforderlichen Lebensraumqualität in stofflicher, hydrologischer und struktureller Hinsicht.

Weiter gehende Zielzustände:

- Erhaltung und Entwicklung störungsarmer Räume.



## **Landschaft**

Nachhaltige Entwicklung der landschaftlichen Eigenart durch

- die Erhaltung und Entwicklung der charakteristischen Landschaftsräume des Bearbeitungsgebietes sowie
- die Erhaltung und Entwicklung der die spezifische Identität der Landschaftsräume kennzeichnenden strukturellen Voraussetzungen.

Weiter gehende Zielzustände:

- Reduktion der Störeinträge vorhandener Belastungen des Landschaftsbilds, die von technischen Bauwerken, Industrie- und Gewerbegebieten oder Siedlungen ausgehen.

## 5 Beschreibung und Bewertung des ökologischen Zustands

Die Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands für die nachfolgenden Schutzgüter, Prozesse und Funktionen dient dazu, zu ermitteln in welcher Hinsicht der gegenwärtige ökologische Zustand im Bereich der Unter- und Außenelbe verbesserungswürdig ist. Dazu wird im wesentlichen auf die Ergebnisse der UVS (PÖUN 1997) zurückgegriffen, da dort eine sehr umfassende Bestandserhebung durchgeführt wurde. Diese verbesserungswürdigen Bereiche können sich für eine Aufwertung im Rahmen von Kompensationsmaßnahmen im Rahmen eines künftigen Ausbaus eignen (vgl. Kapitel 1). Die Beschreibung des nachfolgenden Kapitels erfolgt für die einzelnen Schutzgüter in unterschiedlicher Weise. Zum Teil wird die Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands im engeren Sinne vorgenommen, verschiedentlich wird auf die eigentliche Beschreibung und Bewertung des Ist-Zustands verzichtet und die Bewertung bereits mehr in Hinblick auf die Darstellung von Defiziten durchgeführt.

### 5.1 Hydrologie

Das hydrologische System eines Tide-Ästuars wird bestimmt durch die von See her einschwingende Tide und dem vom Binnenland her kommenden Oberwasserabfluss. Die Reaktion beider Einflussgrößen spiegelt sich wider in den Wasserständen. Die Wasserstände werden durch anthropogene Wirkungen im Ästuar selbst, wie z.B. Ausbaumaßnahmen oder wasserwirtschaftliche Maßnahmen und durch quasi natürliche Veränderungen wie Schwankungen des Oberwasserabflusses und Veränderungen der Tideverhältnisse in der Nordsee (Deutsche Bucht) bzw. dem Atlantik beeinflusst (SIEFERT & JENSEN 1993). Durch Trennung und Separierung des quasi natürlichen und anthropogenen Anteils ist es möglich, die Wirkungen einzelner Maßnahmen, wie z.B. bestimmter Ausbaumaßnahmen, zu erfassen bzw. darzustellen.

Bei der Beurteilung der Wasserstände in der Unter- und Außenelbe spielt die Frage der Tidebewegung und die Lage der Tidegrenze eine bedeutsame Rolle. REINCKE (1950/51) in RHODE (1971) nennt das Jahr 1353, bis zu dem vermutet wird, dass die Tidegrenze im Hamburger Stromspaltungsgebiet gelegen hat. REINCKE (1950/51) gibt weiter an, dass in dem Zeitabschnitt von 1591 bis 1653 die Tidebewegung bis nach Zollenspieker reichte, welches eine Folge der ersten Eindeichungen der Elbinsel und des Einflusses des säkularen Meeresspiegelanstiegs waren. Erst seit dem Ende des 18. Jahrhunderts gibt es exakte Wasserstandsmessungen und somit die Erfassung von Wasserstandsentwicklungen und -veränderungen.

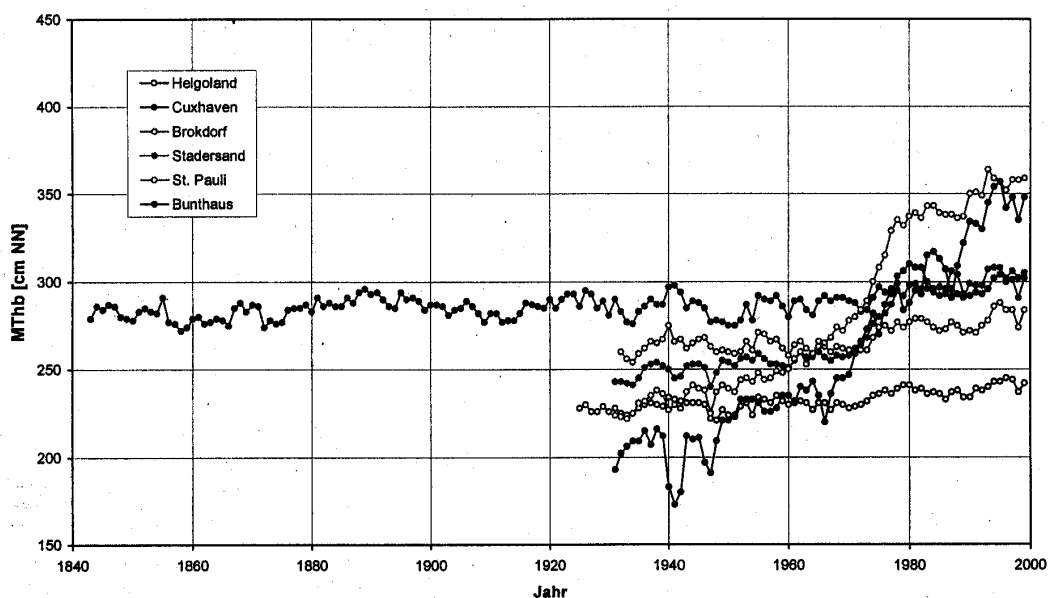
In der vorliegenden Potenzialanalyse wird zur Frage der Wasserstandsentwicklung der Zeitabschnitt von 1930 bis 1995/99 herangezogen. Für die Pegel St. Pauli, Stadersand und Cuxhaven beschreiben SIEFERT & JENSEN (1993) in ihrer Untersuchung zur Fahrrinnenvertiefung und den Tidewasserständen in der Elbe auf der Basis von Jahresmittelwerten der genannten Zeitreihen ein Ansteigen des MThw und ein Absinken des MTnw. Der daraus resultierende Tidehub (MThb) zeigt ebenfalls einen Anstieg im betrachteten Zeitabschnitt. Der Anstieg des MThw bzw. das Absinken des MTnw sind um so deutlicher, je weiter flussaufwärts die Pegel gelegen sind.

Mit speziellen Analyseverfahren, in denen die meteorologischen Einflüsse, der Oberwassereinfluss und der Tideeinfluss für die verschiedenen Ausbaumaßnahmen berücksichtigt werden, kommen SIEFERT & JENSEN (1993) zu folgenden Aussagen:

die MThw - Differenzen und damit die MThw in Hamburg haben sich von 1950 bis etwa 1964 nicht signifikant verändert. In dieser Zeit wurden die Fahrrinne auf 11 m vertieft und Strombaumaßnahmen durchgeführt. In dem Zeitabschnitt von ca. 1964 bis 1978 (Fahrinnenausbau auf 12 m und dann auf 13,5 m) stiegen die MThw - Differenzen um etwa 25 cm an. Jüngere Untersuchungen von JENSEN (2000) zeigen, dass sich nach Ende des 13,5 m - Ausbaus die MThw - Differenzen nicht mehr signifikant geändert haben.

Die MTnw - Differenzen und somit die MTnw-Werte in Hamburg haben vom Ende der 1950er Jahre (11 m - Ausbau) fast gleichmäßig, von dann bis zum Ende des 13,5 m - Ausbaus (1978) beschleunigt abgenommen. Eine MTnw - Absenkung um 25 cm folgte bis 1992, danach eine weitere um etwa 8 cm. Diese kann als hydrologische Langzeitwirkung angesehen werden, wobei sie allerdings auch Effekte von den Anpassungsmaßnahmen Mitte der 1980er Jahre enthalten kann (SIEFERT & JENSEN 1993). Die genannten Aussagen basieren auf normierten Zeitreihen, in denen der Oberwassereinfluss, der Tideeinfluss und die verschiedenen Ausbaumaßnahmen berücksichtigt wurden.

Bei der Betrachtung der MThb-Zeitreihen der Pegel Helgoland, Cuxhaven, Brokdorf, Stadersand, St. Pauli und Bunthaus lassen sich die Zunahmen des mittleren Tidehubes entlang der Flussachse deutlich erkennen (Abbildung 5.1-1). Für den Pegel Cuxhaven zeigt sich nur eine leichte Zunahme des MThb, während bei Bunthaus der Tidehub in der Zeitspanne 1949 bis 1980 um rund 1,0 m angestiegen ist. Am Pegel St. Pauli ist der Anstieg des Tidehubes innerhalb der gleichen Zeitspanne sogar noch etwas größer (rund 1,2 m). Die Schwankungen innerhalb der einzelnen Zeitreihen sind auf Oberwassereinfluss und anthropogene Einflüsse zurückzuführen (JENSEN 2000).



**Abbildung 5.1-1: MThb-Zeitreihen der Pegel Cuxhaven bis Bunthaus sowie Helgoland (nach JENSEN 2000)**

Bei den mehr seewärts gelegenen Pegeln sind diese Veränderungen geringer. Die Veränderungen der Wasserstände gehen einher mit der Verformung der Tidekurve, welche bei stromaufwärts gelegenen Pegeln eine größere Asymmetrie aufweist als

bei den mehr seewärts gelegenen Pegeln. Mit den Veränderungen in der Tidekurve zeigen sich auch Änderungen bei den Flut- und Ebbstromdauern und somit den Flut- und Ebbstromgeschwindigkeiten.

Die Änderungen der Tidewasserstände wirken sich auch auf die Fließgeschwindigkeiten und die Strömung aus. Seit 1958 werden umfangreiche Messungen der Strömungsgeschwindigkeit durchgeführt. RHODE (1967) hat mit der Auswertung von Strömungsmessungen an 45 Querschnitten in den Jahren 1958 bis 1966 folgende allgemeine Grundsätze für den Hauptlauf der Unterelbe aufgestellt.

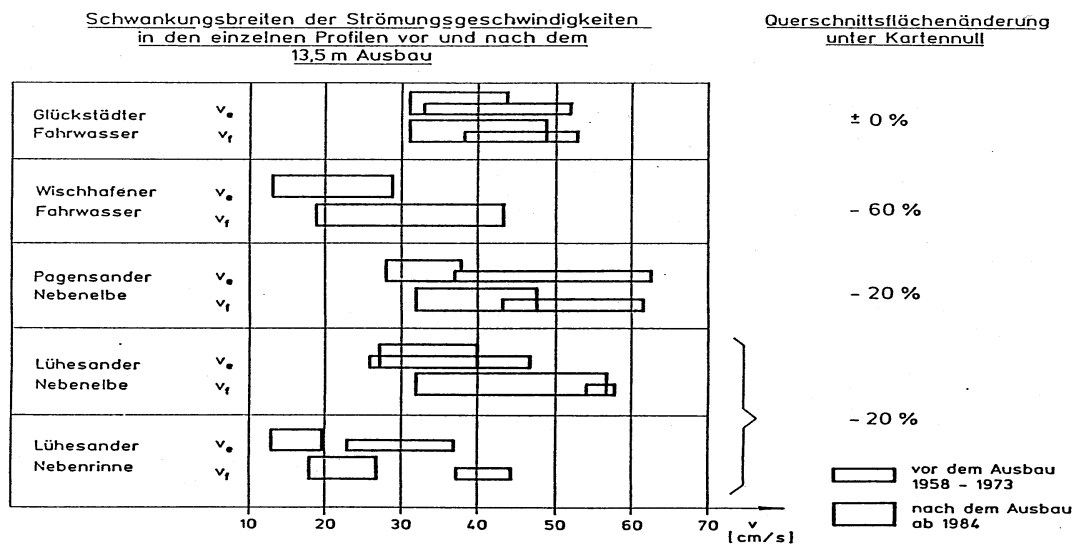
- Mit der Zunahme des Oberwasserabflusses werden im allgemeinen Ebbstromgeschwindigkeiten und Ebbdauer größer, Flutstromgeschwindigkeit und Flutstromdauer dagegen kleiner. Am stärksten ist die Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit vom Oberwasser im oberen Teil des Bearbeitungsgebiets
- Von einigen Ausnahmen abgesehen, sind Ebbdauer und Ebbstromdauer immer größer als Flutdauer und Flutstromdauer.
- Die mittleren Querschnittsgeschwindigkeiten des Flutstromes sind fast immer kleiner als die des Ebbstromes. Die maximalen Querschnittsgeschwindigkeiten bei Flutstrom sind dagegen in mehreren Fällen größer als die des Ebbstroms.
- Die Flutstromgeschwindigkeiten steigen in der Regel von der Kenterung steiler an als die Ebbstromgeschwindigkeiten. Nach Erreichen eines Scheitelwertes fallen die Flutstromgeschwindigkeiten allmählich ab. Die höheren Ebbstromgeschwindigkeiten sind über eine längere Zeitdauer vorhanden und fallen dann verhältnismäßig schnell ab.
- Im oberen Teil des Bearbeitungsgebietes liegen die Kenterpunkte in der Nähe der Scheitelwerte der Tidekurven. Stromabwärts wird der Abstand der Kenterpunkte von den Scheitelpunkten der Tidekurven allmählich größer.
- Die Flutstromgrenze liegt bei niedrigem Oberwasserabfluss (ca. 235 m<sup>3</sup>/s) etwa bei km 600 (oberhalb Hamburg). Bei höheren Oberwasserabflüssen liegt sie im Bereich von km 620 im Hamburger Stromspaltungsgebiet.

Im Rahmen des Ausbau der Unter- und Außenelbe zur Herstellung der Fahrwassertiefe von 13,5 m unter Kartennull (BUND-LÄNDER-ARBEITSGRUPPE BEWEISSICHERUNG 1995) hat das WSA Hamburg Strömungsmessungen in den Nebenelben durchgeführt und ausgewertet. Für den Bereich der Außenelbe wurden zur Verdeutlichung der mittleren natürlichen Variabilität Aufzeichnungen von Dauerstrommessungen herangezogen. Dazu wurden Messungen aus dem Zeitabschnitt vom 28. April bis 3. Juni 1984 genutzt. Dabei liegen die mittleren Ebbstromgeschwindigkeiten in der Größenordnung von 60 cm/s. Die Flutstromgeschwindigkeiten zeigen deutlich die Abhängigkeiten der Strömung von den Mondphasen und schwanken im Bereich von 85 – 100 cm/s. Für die Nebenelben wurden neben den Geschwindigkeitswerten auch die zeitlichen Entwicklungen der Strömungsgeschwindigkeiten jeweils für Flut- und Ebbstrom dargestellt. Ergänzend dazu wurden die Änderungen der durchflossenen Querschnittsflächen unter Kartennull (KN) dargestellt. Für das Glückstädter Fahrwasser hat sich die Querschnittsflächenänderung unter KN nicht geändert, wohl aber sind Änderungen für die verschiedenen Ausbaumaßnahmen zu nennen. Lagten die Ebbstromgeschwindigkeiten vor dem Ausbau von 1958 bis 1973 im Bereich von ca. 32 – 52 cm/s, so liegen sie nach dem Ausbau in der Größenordnung von ca. 31 - 44 cm/s. Für die Flutstromgeschwindigkeiten sind die Verlagerungen noch etwas deutli-

cher (38 – 53 cm/s für die Zeit von 1958 bis 1973 und 31 - 48 cm/s für den Ausbau nach 1984).

Die Änderungen des Wischhafener Fahrwassers, der Pagensander Nebenelbe, der Lühesander Süderelbe (in der Abbildung als Lühesander Nebenelbe und Lühesander Nebenrinne bezeichnet) sind in Abbildung 5.1-2 dargestellt.

Neben den Änderungen der Schwankungsbreiten der Strömungsgeschwindigkeiten sind in der Abbildung 5.1-2 die prozentualen Querschnittsflächenänderungen unter Kartennull angegeben. Besonders deutlich wird die Änderung der Querschnittsfläche beim Wischhafener Fahrwasser. Durch die bisherigen Ausbaumaßnahmen konzentrierten sich die Strömungsgeschwindigkeiten auf die Hauptfahrrinne und die Nebenelben neigten somit zur Verlandung. Dies ist als Defizit in Bezug auf den aktuellen Zustand zu nennen.



**Abbildung 5.1-2: Schwankungsbreiten der Strömungsgeschwindigkeiten in den Nebenelben (nach BUND-LÄNDER-ARBEITSGRUPPE BEWEISSICHERUNG 1995)**

## 5.2 Morphologie

Die natürlichen morphologischen Verhältnisse im Elbeästuar haben sich durch zahlreiche anthropogene Eingriffe stark verändert. Auf historischen Karten sind die Wassertiefen im Jahre 1695 zwischen Hamburg und Schulau mit ca. 3 m angegeben (ROHDE 1971). Von dort bis zur Stör-Mündung vergrößern sie sich kontinuierlich (mit Ausnahme einer Untiefe oberhalb von Grauerort) auf ca. 10 m unter KN. Unterstrom der Übertiefe bei St. Margarethen (ca. 21 m unter KN) betrug die Wassertiefe ca. 12 m unter KN.

Durch den Fahrrinnenausbau in der Zeit von 1936 bis heute (vgl. Kapitel 3.1) zwischen Cuxhaven und Hamburg wird das früher vielfältig vernetzte Gewässersystem immer mehr auf den Hauptstrom konzentriert. Das Abdämmen einiger Nebenelben,

wie z.B. Alte Süderelbe, Hetlinger Binnenelbe, Haseldorfer Binnenelbe, Bützflether Süderelbe, Ruthenstrom, Wischhafener Süderelbe, Krautsander Binnenelbe und Neufelder Rinne sowie die flussnahe Errichtung von Hochwasserschutzdeichen haben den Landschaftsraum Tideelbe erheblich eingeengt. Die natürliche Dynamik der Ufer ist durch massive Ufersicherungen auf großen Strecken unterbunden. Trotz der eingeschränkten Morphodynamik weist das Untersuchungsgebiet viele verschiedene schützenswerte Lebensräume auf (vgl. Kapitel 3.1).

Die nachfolgende Beschreibung und Bewertung der derzeitigen morphologischen Situation erfolgt überwiegend auf der Basis des ausführlichen Fachgutachtens der Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord der UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe (PÖUN 1997). Als Maß für die Veränderung des Gewässersystems Elbe dient der Vergleich zwischen Referenz- und Ist-Zustand für die **Tiefwasser- und Flachwasserflächen**, aber auch für die Strukturvielfalt im **Gewässerquerschnitt** und für die **Uferbeschaffenheit**. Der Referenzzustand wurde in Anlehnung an die UVU (PÖUN 1997) auf der Grundlage von historischen Seekarten aus den Jahren 1896 und 1905 erhoben. Es werden außerdem Erläuterungen zur **Verlandung der Nebenelben** und der **Baggermengenentwicklung** im Bearbeitungsgebiet gegeben.

Die Ausdehnung der Bereiche mit Wassertiefen größer als 10 m unter MT<sub>nw</sub> gilt als Indikator für die anthropogene Überprägung durch Vertiefung der Gewässersohle im Rahmen des Fahrrinnenausbaus. Beim Vergleich der Zunahme der **Tiefwasserbereiche** in den letzten hundert Jahren kann man deutlich die "Spuren" des Ausbaus erkennen. Tiefwasserbereiche waren in der Elbe zwischen Hamburg und Störmündung (Abschnitte I bis IV) im Referenzzustand kaum vorhanden. Beim Vergleich mit den Verhältnissen, die wir heute vorfinden, fällt vor allem in den Abschnitten III und IV die gravierende Zunahme der Tiefwasserzonen auf. Im Abschnitt III ergibt sich eine sehr starke Zunahme von 1981%, in Abschnitt IV von 266%. In den Abschnitten V und VI hat die Tiefwasserfläche mit 55% bis 69% stark zugenommen. Nur der seewärtig gelegene Abschnitt VII, der natürlicherweise bereits ausgedehnte Tiefwasserbereiche aufwies, hat nur eine geringe Veränderung von 10 % erfahren.

Im Gegensatz dazu haben sich die Flachwasserbereiche (bis 2 m unter MT<sub>nw</sub>) wenig bis mäßig vermindert. Mit Ausnahme von Abschnitt V (Glückstadt bis Ostemündung), in dem eine Zunahme von 44 % zu verzeichnen ist, sind die Flächen um 15 % in Abschnitt VII (seewärts Cuxhaven) und bis zu 46 % in Abschnitt III (Nienstedten bis Lühesand Nord) reduziert.

Zu den typischen dynamischen Prozesse in einem natürlichen Tidegewässer gehört die kontinuierliche Veränderung der **Uferstrukturen**. Durch Erosions- und Sedimentationsvorgänge entstehen unregelmäßige Ufer mit Uferabbrüchen und Anlandungsbereichen. Diese Umlagerungsprozesse begünstigen die Bildung von Inseln und Sänden, verbunden mit der Entstehung von neuen Rinnen und Verzweigungen. Daraus ergibt sich dann auch eine natürliche Struktur- und Strömungsvielfalt innerhalb des **Gewässerquerschnitts**. Die Querschnittsausprägung und die Uferbeschaffenheit durch Verbau sind somit ein Indikator für die Natürlichkeit der Gewässermorphologie.

Die Uferbeschaffenheit ist infolge des starken Uferverbaus ab dem Wehr Geesthacht bis zum Ende der Stadtstrecke Hamburg (Verbau zu ca. 70 % bzw. ca. 95 %) in

ökologischer Hinsicht relativ geringwertig. Unterhalb Hamburgs bis zur Untersuchungsgrenze (außer dem Abschnitt zwischen Lühesand-Nord und Glückstadt) beträgt der Verbauungsgrad im Mittel ca. 38 %. Der Untersuchungsabschnitt zwischen Lühesand-Nord und Glückstadt zeichnet sich durch einen geringen Uferverbau von nur ca. 25 % aus.

Dementsprechend ist zwischen Geesthacht und Lühesand-Nord in weiten Bereichen die Querschnittsausbildung durch Regelungsbauwerke geprägt. Dem Abschnitt Lühesand-Nord bis Glückstadt kann eine hohe Wertigkeit bzgl. der Strukturvielfalt im Querschnitt zugeordnet werden. Hier sind die meisten hydraulisch noch angeschlossenen Nebenelben zu finden. Stromabwärts von Glückstadt bis zur Grenze des Bearbeitungsgebiets ist die (Querschnitts-) Dynamik der Uferbereiche durch Uferverbau stärker eingeschränkt (vgl. Bewertungsstufen der UVU (PÖUN 1997) bzw. Tabelle 3-2). Im Bereich stromab von Brunsbüttel, wo der Querschnitt des Elbe-Ästuars sich immer mehr vergrößert, findet weiterhin eine große natürliche Dynamik statt.

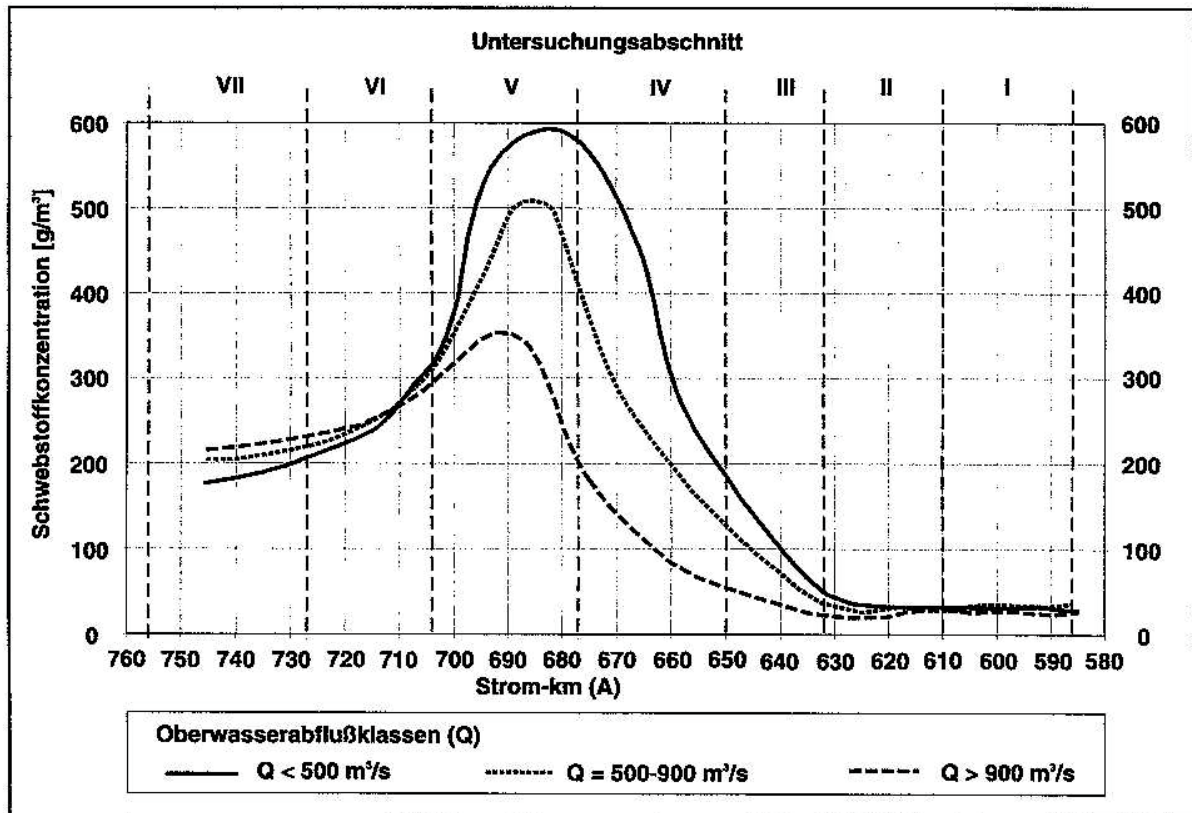
Auf Grund der ausbaubedingten Verstärkung der Tidedynamik hat sich die Feststofftransportkapazität des Gesamtgerinnes vergrößert. Die Folge ist eine Intensivierung der Erosion in Teilen des Hauptgerinnes und eine Erhöhung der **Sedimentationsraten in den Nebenelben**. Davon sind besonders die Hahnöfer Nebenelbe mit dem Mühlenberger Loch, die Pagensander Nebenelbe, die Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand und das Wischhafener Fahrwasser betroffen. In den letzten 100 Jahren hat die Ausdehnung der Seiten- und Nebengewässer um ca. 26 % abgenommen. Dies entspricht einer Uferlänge von ca. 118 km. Durch das starke Absinken des Tideniedrigwassers fallen die Nebenelben in großen Bereichen trocken. Dies begünstigt eine weitere Zunahme der Sedimentation und Verschlickung der Seitenbereiche. Dadurch kommt es tendenziell zu einem weiteren Verlust an Flachwasserbereichen. Die hydraulischen Randbedingungen, die eine Verlandung bedingen, sind in Kapitel 6.2 im Detail beschrieben.

Die **Vordeichsflächen** an der Unterelbe wurden in den letzten 100 Jahren durch Deichvorverlegungen von ca. 14.000 ha um ca. 8.300 ha auf 5.700 ha reduziert. Diese Flächenverminderung bezieht sich auf den Abschnitt zwischen Geesthacht und Ostemündung. Vor allem nach der Sturmflut 1962 wurden diese Flusslebensräume großflächig verringert. Dies bewirkte eine Erhöhung des Sturmflutscheitels in Hamburg um ca. 50 cm. Im Zuge dieser Maßnahmen wurden auch einige Nebenelben vom Tidegeschehen abgeschnitten, so z.B. die Alte Süderelbe, Borsteler Binnenelbe, Haseldorfer Binnenelbe oder auch die Wischhafener Süderelbe. Stromab der Ostemündung wurden die Vordeichsflächen in den letzten 100 Jahren teilweise deutlich ausgeweitet.

Das **Schwebstoffregime** der Tideelbe wird im Wesentlichen durch die Tide, den Oberwasserzufluss und den Salzgehalt bestimmt. Schwebstoffablagerungen sind ein maßgeblicher Faktor für die Unterhaltungsbaggerungen, wie z.B. in wasserbaulichen Anlagen (Schleusen, Häfen und deren Zufahrten).

Die Zusammensetzung der Feststoffe ist von der oberen Tideelbe bis ca. Elbe-km 645 fluviatil geprägt (Herkunft aus dem Oberlauf), wogegen in der unteren Tideelbe, unterhalb ca. Elbe-km 690 die Feststoffe mariner Herkunft (Material aus der Nordsee) sind. Die Mischzone erstreckt sich von Schulau bis Brunsbüttel (ca. Elbe-km 645 bis ca. Elbe-km 690).

Die höchsten Schwebstoffkonzentrationen treten in der sogenannten "Trübungszone" auf. Hier trifft das auf Grund der höheren Dichte sohlennah stromauf fließende Seewasser mit hohem Feststoffanteil in Form eines Keiles auf das im oberen Bereich des Abflussquerschnitts abfließende Süßwasser. Dort wo die beiden Strömungen aufeinander treffen vermindert sich der Stromauftransport erheblich. Gleichzeitig erreichen sich absetzende Partikel aus der Süßwasserschicht die rückströmende bzw. stagnierende Salzwasserzone. Mit der Tideströmung werden die Partikel ständig aufgewirbelt, pendeln hin und her und setzen sich bei Stromkenterung auf der Sohle ab.

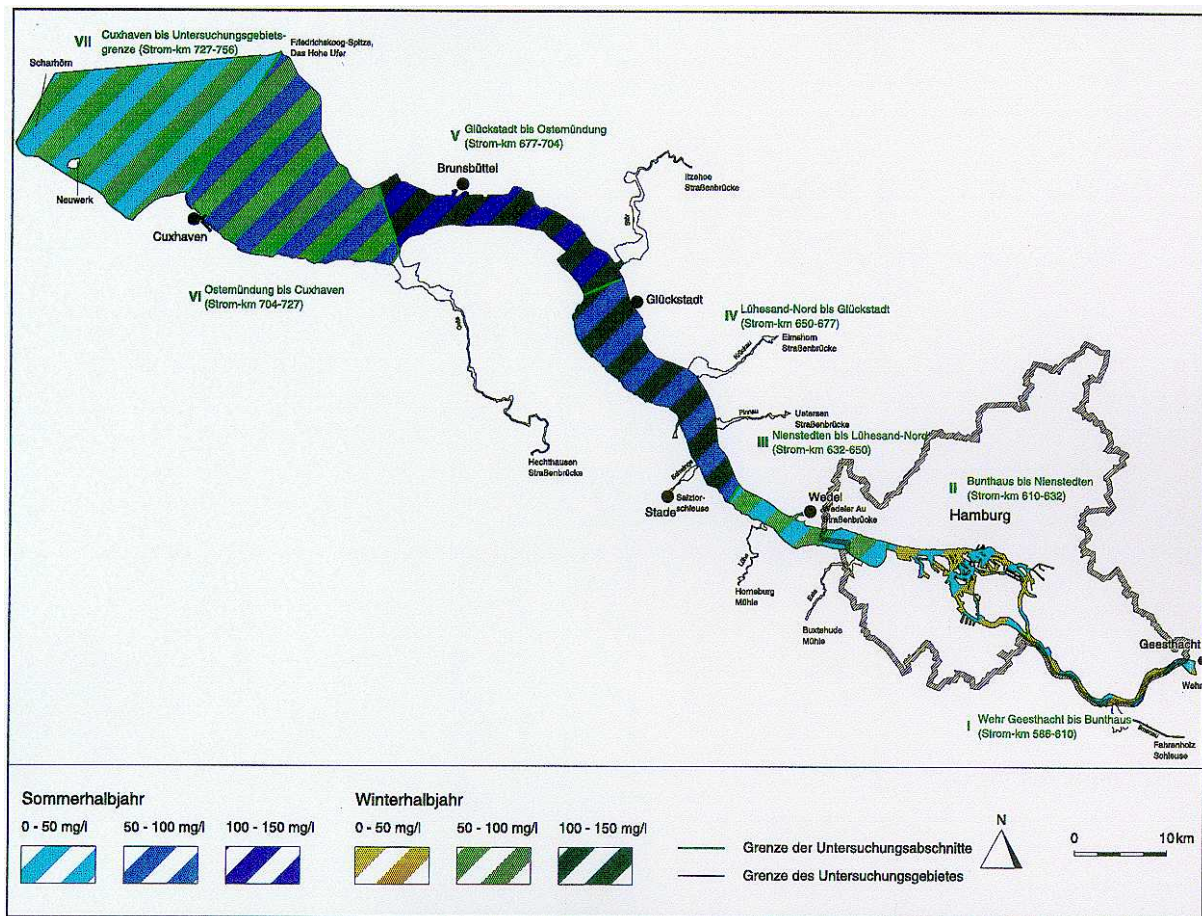


**Abbildung 5.2-1: Mittlere Schwebstoffkonzentration bei Ebbstrom für verschiedene Oberwasserabflußklassen**

Die Trübungszone liegt je nach Oberwasserabfluss zwischen Elbe-km 632 bis Elbe-km 705. Das Maximum ist bei Niedrigwasser ca. bei Elbe-km 680 wogegen es sich bei Hochwasser bis zu 10 km weiter nach unterstrom verlagert. In Abbildung 5.2-1 ist die mittlere Schwebstoffkonzentration bezogen auf den Ebbstrom (Mittelung der Schwebstoffkonzentrationen über eine gesamte Tide vgl. Abbildung 5.2-2) für verschiedene Oberwasserabflüsse dargestellt. Die Grafik ist dem Textband der UVU entnommen.

Bei mittlerem Oberwasser hat die Trübungszone eine Ausdehnung von ca. 50 km, in Ausnahmefällen bis zu 100 km. Die mittlere Schwebstoffkonzentration beträgt in diesem Bereich im Sommerhalbjahr zwischen 50 mg/l und 100 mg/l, im Winterhalbjahr werden im Mittel zwischen 100 mg/l und 150 mg/l gemessen. In Abbildung 5.2-2 ist die über die gesamte Tideperiode gemittelte Schwebstoffkonzentration jeweils für Sommer und Winter im Untersuchungsgebiet abgebildet.

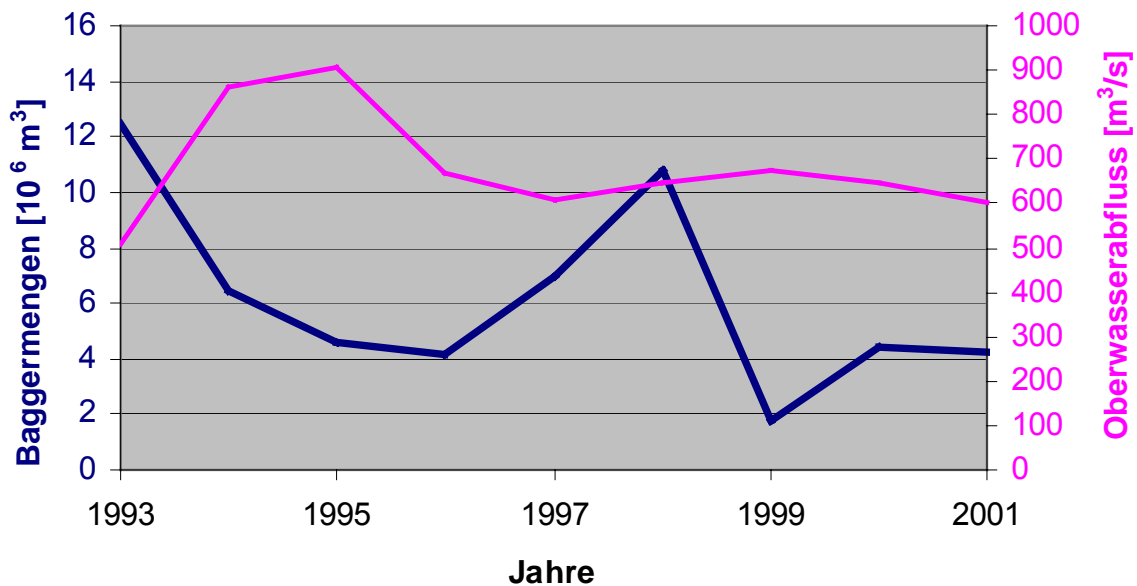




**Abbildung 5.2-2: Mittlere Schwebstoffkonzentration für das Sommer- und Winterhalbjahr (aus PÖUN 1997)**

Lange Phasen mit hoher Oberwasserführung führen zu einer Abnahme der Schwebstoffkonzentration in der Trübungszone und so zu einer Abnahme von Ablagerungen. Dies kann auch an den **Baggermengen** abgelesen werden. Aus strategischen Gründen finden jedoch Unterhaltungsbaggerungen nicht unbedingt zeitgleich mit den Sedimentationsereignissen statt. Deshalb ist eine direkte Abhängigkeit der beiden Parameter nicht zu erwarten. Die Baggerstatistik des WSA Hamburg zeigt einen tendenziellen Zusammenhang zwischen den Baggermengen und dem Oberwasserabfluss, gemessen am Pegel Neu Darchau. In Abbildung 5.2-3 sind z.B. für die Jahre 1994, 1995 und 1996 eindeutig verminderte Baggermengen im Bereich Hamburg (blaue Linie) auf Grund des hohen Oberwasserabflusses für diese Zeit zu erkennen. Die Reduktion der Baggermengen im Jahr 1999 sind dagegen eher auf Vorratsbaggerungen aus dem Vorjahr zurückzuführen.

In der Stadtstrecke Hamburg (Elbe-km 607,5 bis Elbe-km 638,9) wurden in den letzten Jahren ca. 2 Millionen m<sup>3</sup>/Jahr gebaggert. Seit der Anpassung der Fahrwinne an die Containerschiffahrt im Jahr 1999 fallen erheblich mehr zu baggernde Sedimente an. Ein erste Schätzung des Amtes Strom- und Hafenbau, Hamburg, ergaben für die Jahre 2000 und 2001 eine Erhöhung auf ungefähr das Doppelte.



**Abbildung 5.2-3: Jährliche Baggermengen im Amtsbereich des WSA Hamburg, Oberwasserabfluss (Pegel Neu Darchau)**

Die Hauptbaggerstellen im Bereich des WSA Hamburg (Elbe-km 638,9 bis Elbe-km 689,5) sind in den Abschnitten Rhinplatte und Lühesand. Seit dem letzten Ausbau nehmen die Baggermengen im Bereich Rhinplatte ab, dafür sind vermehrt Baggerungen weiter oberstrom im Abschnitt Wedeler Au vorzunehmen. Zudem verändert sich die Kornzusammensetzung der Sedimente. Die bisher zu entfernenden Sedimente waren in ihrer Zusammensetzung eher schluffig. In den letzten Jahren sind jedoch kaum mehr Feinanteile, dafür eher sandiges Material zu finden.

Die größten zu baggernden Mengen im Amtsbereich Cuxhaven (unterhalb Elbe-km 689,5) fallen im Abschnitt ca. Elbe-km 689,5 bis 709,0 (Osteriff) an, teilweise auch in der östlichen und westlichen Mittelrinne. Eine Veränderung der Baggermengen und deren Korngröße durch die Fahrrinnenanpassung ist hier noch nicht zu erkennen.

### 5.3 Schadstoffbelastung und ökotoxikologische Wirkungen in Schwebstoffen und Sedimenten

Schwermetalle und viele organische Schadstoffe werden in den Feststoffen (Schwebstoffe, Sedimente) oftmals in ökologisch bedenklichen Konzentrationen angereichert und langfristig fest gebunden. Eine besonders starke Anreicherung erfolgt in Sedimenten mit hohem Feinkornanteil  $< 20 \mu\text{m}$  und hohem organischen Kohlenstoffgehalt. Gelöst vorliegende Schadstoffe werden hier nicht behandelt, da diese keinen Einfluss auf Bagger- oder Ausgleichsmaßnahmen haben.

In den vergangenen Jahrzehnten wurden in den feinkörnigen Wattbereichen der Tideelbe viele Millionen  $\text{m}^3$  teilweise hoch mit Schadstoffen belastete Sedimente abgelagert, z. B. im Mühlenberger Loch, dem Fährmannssander Watt und der Haseldorfer Binnenelbe (ACKERMANN & SCHUBERT 1998; ACKERMANN 1998). Vor allem sind

hohe Konzentrationen an Quecksilber, Hexachlorbenzol und Verbindungen der DDT-Gruppe auffällig, die in Sedimenten anderer Flusssysteme nicht in dieser Größenordnung anzutreffen sind. Im Längsverlauf der Elbe nimmt die Schadstoffbelastung in der Regel vom Raum Hamburg in Richtung Cuxhaven deutlich ab. Die Schadstoffgehalte in den Sedimenten des inneren Ästuars übersteigen die der Nordseewatten z.T. um mehr als eine Größenordnung, während sich in der Außenelbe die Schadstoffkonzentrationen der Belastung der Nordseewatten durch zunehmende Durchmischung mit gering belasteten marinen Feststoffen annähern.

Die Belastung in feinkörnigen Wattbereichen des Elbe-Ästuars mit hohen Sedimentationsraten kann vor allem in Sedimentschichten bis zu einigen Metern Tiefe sehr hoch ausfallen, da in früheren Jahrzehnten Feststoffe mit besonders hohen Schadstoffkonzentrationen eingetragen wurden. Dadurch wurden Schadstoffmengen gespeichert, die teilweise in der Größenordnung vieler Jahresfrachten liegen. Da die Belastung der Schwebstoffe in der Regel seit etwa 10 Jahren für viele Schadstoffe abnimmt, weisen die oberen Sedimentschichten oft geringere Schadstoffgehalte auf.

Aus Sicht einer möglichen Schadstofffreisetzung bzw. aufgrund ihrer potenziellen ökotoxikologischen Wirkung sind feinkörnige Wattbereiche stromaufwärts von Glückstadt, auch im Bereich von Nebenelben, als ökologisch besonders problematisch einzustufen.

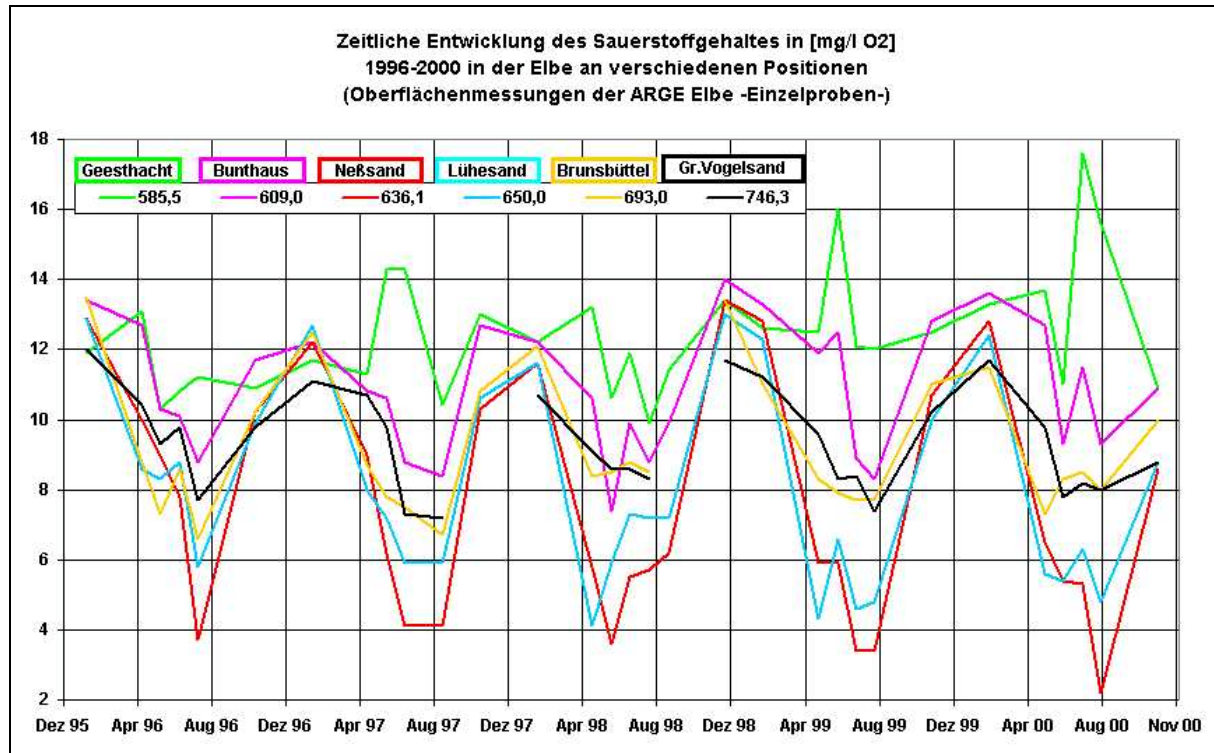
#### **5.4 Wasserbeschaffenheit**

Der Sauerstoffhaushalt ist ein zentraler Bestandteil der Wasserbeschaffenheit in Flüssen. In der Tideelbe weist der Sauerstoff( $O_2$ )-gehalt deutliche Defizite auf. Zu bestimmten Jahreszeiten und Abflussbedingungen entstehen im Bereich der Untereelbe (ca. km 630 bis km 650) deutliche Sauerstoffmangelsituationen (Abbildung 5.4-1).

Für den Sauerstoffmangel in der Tideelbe sind verschiedene Ursachen und Zusammenhänge verantwortlich:

Zunächst ist die hohe Belastung mit abbaubaren und damit sauerstoffzehrenden Stoffen aus der Mittelelbe zu nennen. Hierzu zählt auch die seit Mitte der 1990er Jahre zu beobachtende Entwicklung starker Phytoplanktonblüten in der Mittelelbe und einer damit einher gehenden hohen Sekundärbelastung der Untereelbe.

Im Hamburger Bereich und kurz unterhalb Hamburgs kommt es dann zu einem starken Rückgang der Sauerstoffgehalte (Abbildung 5.4-1) durch einen hohen Sauerstoffverbrauch bei der Kohlenstoff(C)-Oxidation und Nitrifikation. Der Sauerstoffhaushalt im Hamburger Hafen mit seinen sehr tiefen Hafenbecken weist aufgrund der großen Wassertiefen eine schlechte Wiederbelüftung auf, so dass die  $O_2$ -Verbräuche nicht ausgeglichen werden können. Zugleich sterben die Algen aus der Mittelelbe aufgrund mangelnder Lichtversorgung ab, womit auch der biogene Sauerstoffeintrag ausbleibt (ORTEGA & STEEGE 1995). Bei den langen Wasseraufenthaltszeiten in diesem Bereich belasten die hohen Schwebstoffgehalte und Einleitungen von Abwässern im Hamburger Bereich den Sauerstoffhaushalt zusätzlich.



**Abbildung 5.4-1: Zeitliche Entwicklung des Sauerstoffgehaltes 1996 bis 2000 an verschiedenen Orten im Längsschnitt der Elbe auf Basis der monatlichen ARGE-ELBE Oberflächenmessungen (Hubschrauberbefliegungen). ARGE ELBE (1995 bis 2001)**

Ein weiteres Defizit betrifft die hohen Nährstoffgehalte in der Tideelbe. Diese werden durch das Elbe-Ästuar in die Nordsee verfrachtet und wirken dort eutrophierend (KAUSCH ET AL. 1991). Die Rückhaltefunktion des Elbe-Ästuars für Nährstoffe kann als gestört bezeichnet werden.

Die Defizite beim Sauerstoffgehalt in der Tideelbe sind, wie bereits erwähnt, auch auf eine Schwächung des biogenen Beitrages zum Sauerstoffhaushalt zurückzuführen. Verringerte Watt- und Flachwasserbereiche drängen die Bedeutung des Mikrophyto-benthos zurück. Die Zunahme der Wassertiefe bei gleichzeitiger Zunahme der Trübung vermindert die Phytoplanktongehalte und deren Sauerstoffproduktion.

Die Biomasse des Phytoplanktons ist in der limnischen Zone des Ästuars mit Frühjahrs- bis Sommerwerten von ca. 200 µg Chlorophyll-a (Chla)/l am höchsten und nimmt bis Cuxhaven auf rund 1 % dieses Wertes ab (KIES ET AL. 1992). Zur Nordsee hin nehmen die Algengehalte dann wieder zu. Besonders hohe Chlorophyll-a-Gehalte werden seit Mitte der 1990er Jahre oberhalb des Hamburger Hafens gefunden. Im limnischen Bereich unterhalb des Hafens sind die Chla-Gehalte im Hauptstrom geringer als in der Hahnöfer Nebenelbe.

Die mit dem Oberwasser in die Brackwasserzone eingetragenen limnischen Phytoplankter können sich nicht dem Salzgehalt des Wassers anpassen und sterben bei ungefähr 5 ‰ Salinität ab. Auf der anderen Seite vertragen marine Phytoplankter, die in das Ästuar eingetragen werden keine vollständige Aussüßung. In der Brackwasserzone befindet sich demgemäß eine ausgeprägte Absterbezone für limnische und marine Organismen (KIES 1997).

Die Produktion des Phytoplanktons in der Tideelbe ist deutlich lichtlimitiert. Die Kurven der Primärproduktion und der Biomasse verlaufen im Längsschnitt der Tideelbe gleichsinnig.

Anders als die Phytoplankter sind die ortsfesten, benthischen Mikroalgen (=Mikrophytobenthos) den mit Ebbe und Flut wechselnden Salinitäten direkt ausgesetzt. Ihre Biomasse nimmt auch von der limnischen zur mesohalinen Zone stark ab. Schlickige Sedimente weisen im Durchschnitt eine höhere Biomasse benthischer Mikroalgen auf als sandige. Der Jahresgang der Biomasse des Mikrophytobenthos verläuft prinzipiell wie beim Phytoplankton. Das Maximum liegt meist im Mai/Juni und erreicht dabei Werte von ca. 100-200 mg Chla/m<sup>2</sup> (KIES ET AL. 1992).

Die Untergrenze der euphotischen Schicht, d.h. die Zone in der ein Wachstum für Algen möglich ist, befindet sich ungefähr bei 1% des Oberflächenlichtes. Wegen der hohen Schwebstoffgehalte liegt diese 1%-Grenze in der Elbe bei sehr geringer Wassertiefe. In der limnischen Zone ist die euphotische Schicht bis zu 2 m tief, in der Trübungszone bei Brunsbüttel hingegen nur 0,3 m. Die Tiefe der euphotischen Schicht verändert sich im Längsschnitt der Tideelbe. Aufgrund der hohen Turbulenz zu den meisten Zeiten der Tide ist bei großen Wassertiefen die Verweilzeit der Algen in der euphotischen Zone nur sehr kurz.

Für das Phytobenthos existiert ein vergleichbarer vertikaler Gradient, wegen des optisch dichteren Sedimentes beträgt die Dicke der euphotischen Schicht hier allerdings nur 0,5 mm in schlickigen Sedimenten und bis 2 mm in sandigen Sedimenten. Dementsprechend nimmt die Biomasse der Algen nach der Tiefe hin sehr rasch ab. Die Höhe der Biomasse und Produktion des Mikrophytobenthos hängt selbstverständlich auch von der Dauer des Trockenfallens einer Fläche bei Niedrigwasser ab. Das Mikrophytobenthos des oberen Eulitorals weist generell eine höhere Biomasse und Produktion auf als das des unteren Eulitorals (KIES ET AL. 1992).

Die Produktion der Algen und Makrophyten ist in der Tideelbe in unterschiedlicher Weise limitiert. Infolge der hohen Schwächung des Lichtes im trüben Elbwasser und der daher geringen Tiefe der euphotischen Zone im Verhältnis zur Gesamttiefe der (volldurchmischten) Wassersäule, besteht für das Phytoplankton ganzjährig eine Lichtlimitierung der Produktion. Demgegenüber ist während der Monate April bis September die Produktion des Mikrophytobenthos und der Makrophyten nicht lichtlimitiert. Eine Nährstofflimitierung der Produktion ist bei den Primärproduzenten in der Tideelbe aufgrund der hohen Nährstoffgehalte des Wassers und der Sedimente auszuschließen.

## 5.5 Boden

Das derzeitige Bodeninventar an der Unter- und Außenelbe sowie dessen ökologischer Wert wird auf Grundlage des detaillierten Fachgutachtens zum Schutzgut Boden (MIEHLICH ET AL. 1997) der Umweltverträglichkeitsuntersuchung zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe dargestellt (Materialband V).

## **Geltungsbereich**

Die folgenden Ausführungen gelten dabei für die in Kapitel 2.1 dargestellten Bearbeitungsgrenzen, also für die außendeichs gelegenen Böden ohne Nebenflüsse. Die Abgrenzung zum aquatischen Bereich wird durch die mit höheren Pflanzen besiedelten Watten gebildet, die noch zum Boden gezählt werden. Hydrologisch liegt der Grenzbereich dabei etwa bei ca. 1,5 m unter MThw. Die unterhalb dieser Linie, weiter fluss- oder seewärts gelegenen, von niederen Organismen besiedelten Watten werden als Gewässerboden betrachtet und nicht in diesem Kapitel behandelt.

Aufgrund der Ausdehnung des Bearbeitungsgebietes und seiner morphologischen, salzgehaltsbedingten wie auch nutzungsbedingten Heterogenität werden die bodenkundlichen Verhältnisse und die Bodenbewertung unterteilt für die bereits in Kapitel 2.1 beschriebenen sieben Teilabschnitte dargestellt.

## **Böden des Bearbeitungsgebietes**

Von der oberen Tideelbe bis etwa zur mittleren Tideelbe kommen vorwiegend semi-terrestrische Böden als Kleimarschen aus kalkfreien, sandig-lehmigen, fluviatilen Sedimenten vor. In den städtebaulich sowie industriell und gewerblich genutzten Bereichen vor allem in Hamburg und seinem Hafengebiet nehmen dabei anthropogen entstandene, überformte oder versiegelte Böden die größte Fläche ein. Zahlreiche Vor- oder Aufspülungen am Ufer oder auf den Inseln (z.B. Lühesand oder Neßsand) führen je nach Mächtigkeit der entstanden Bodenschicht zu Klei- oder Kalkmarschen oder zu höher gelegenen terrestrischen Bodenbildungen wie den Regosolen oder Gleyen. Die in den oftmals schmalen Vordeichsbereichen eher geringflächig vertretenen Flusswatten kommen als Sand- und Mischwatten, in strömungsarmen Bereichen als Schlickwatten vor (z.B. Mühlenberger Loch). Elbabwärts von der mittleren Tideelbe (oligohaliner Bereich) bis zur unteren Tideelbe (mesohaliner Bereich) wird das primär kalkfreie bodenbildende Sediment durch die mit den Gezeitenstrom eingetragenen kalkhaltigen Sedimente ersetzt. Demnach überwiegen in den Vordeichsbereichen nunmehr Kalkmarschen, die im limnisch/halinen Übergangsbereich kleinflächig und mosaikartig mit den Kleimarschen vernetzt sind. Die Watten sind überwiegend als Mischwatten ausgeprägt. Terrestrische Bodenbildungen kommen als Gleye und Regosole nur noch auf den hoch aufgespülten Sanden der Elbinseln vor. Weiter elbabwärts bis in den Bereich der Außenelbe dominieren aufgrund des marinen Einflusses lehmig-schluffige Salzmarschen in den mehr oder wenige breiten Vordeichsländern. Vereinzelt treten noch Kalk- oder auch Kleimarschen hinter Sommerdeichen auf. Die Watten besitzen nunmehr je nach morphologischer Lage oftmals die seewärts gerichtete Abfolge von Schlick-, Misch- und Sandwatten. Je nach Breite der Vordeichsländer sind entlang der Ufer überflutungsbedingte sandige Uferwälle ausgebildet. In strömungsberuhigten deichnahen Bereichen sind die abgelagerten Bodenarten eher feinkörnig.

## **Böden und Eigenschaften**

Die physikochemischen Eigenschaften der Böden bestimmen die Funktionalität der Böden und sind ausschlaggebend für ihren ökologischen Wert. Der elbabwärts zunehmende maritime Einfluss der auf den Vordeichsböden sedimentierten Schwebstoffe und Sedimente spiegelt sich in den Gehalten der Alkali- und Erdalkalimetalle

(z.B. Magnesium, Calcium) wieder. So steigen die pH-Werte der Böden vom schwach sauren Milieu im Bereich der oberen Tideelbe bis hin zu leicht alkalischen Bedingungen in den Vordeichsböden der Außenelbe an, was mit einem Anstieg der Calcium-, Kalium-, Natrium- und Magnesiumgehalte einhergeht. Im Allgemeinen ist die Versorgung der Böden dabei gut bis hoch. Umgekehrt nehmen die Gehalte der mit den sedimentierten Schwebstoffen eingetragenen primären organischen Substanz von Hamburg in Richtung Außenelbe ab. Dabei sind die Gehalte in Schlickern im allgemeinen hoch, in Sanden eher niedrig. Die sekundär durch Biomasseproduktion angereicherten Humusgehalte streuen in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte und jeweiliger Nutzung stark. Parallel zur organischen Substanz laufen die Gehalte der Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor bei allgemein hoher Versorgung, wobei hier die Stoffeinträge über die landwirtschaftliche Nutzungsform weiter differenzieren. Bei den löslichen Stickstoffverbindungen nehmen die Nitratgehalte tendenziell von Hamburg in Richtung Elbmündung ab, die Ammonium-Gehalte jedoch zu.

Die Gehalte der Vordeichsböden an Schadstoffen beeinflussen die Funktionalität der Vordeichsböden, wobei Erhöhungen gegenüber den natürlichen Hintergrundgehalten durchaus Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen einhergehend mit einem dadurch bedingten geringeren ökologischen Wert zur Folge haben. Sowohl anorganische als auch organische Schadstoffe werden hauptsächlich durch Sedimentation von belasteten Elbeschwebstoffen in die Vordeichsböden eingetragen. Elbabwärts durchmischen sich diese zunehmend mit unbelasteten marinen Sedimenten, wodurch die Schadstoffgehalte der Vordeichsböden tendenziell von der oberen Tideelbe bis hin zur Außenelbe abnehmen. Je nach Bindungsform und Löslichkeit der Schadstoffe nehmen umgekehrt die gelösten Schadstoffgehalte in Oberflächenwässern (z.B. Dränwässer, Prielwässer) oder im Grundwasser in Richtung Elbemündung zu, da es zu Austauscheffekten von marinesedimentbürtigen Alkali- und Erdalkalitionen mit im Boden gebundenen Schadstoffen (Ionenaustausch) kommen kann. Die Schadstoffgehalte der Böden sind im Allgemeinen zusammen mit der Bodenart, dem Humusgehalt und dem Wasserhaushalt (oxidierendes / reduzierendes Milieu) zu sehen, wobei in vertikaler Betrachtung die Schadstoffgehalte in den Oberböden höher sind als im Unterboden.

Großräumig sind in den Vordeichsböden die Vorsorgewerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV 1999) vieler Schwermetalle überschritten, womit im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG 1998) schädliche Bodenveränderungen in den Oberböden der Elbe-Vordeichsländer großflächig zu besorgen sind. Auffällig sind dabei vor allem Zink, Kupfer, Cadmium, Quecksilber und zusätzlich Arsen. Tendenziell nehmen die Gehalte von der oberen Tideelbe bis hin zur Außenelbe deutlich ab. Schlicke zeigen im allgemeinen die höchsten Belastungen. In den Bereichen der oberen Tideelbe (Teilabschnitt I Vierlande) bis in den Bereich der mesohalinen/ oligohalinen Zone der mittleren Tideelbe (Teilabschnitt IV Glückstadt) sind für Quecksilber und Arsen teilweise sogar die Maßnahmenwerte für den Wirkungspfad Boden - Nutzpflanze im Grünland der BBodSchV (1999) überschritten, womit nach BBodSchG (1998) schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten vorliegen! Hier ergäbe sich nach Gesetzeslage die Notwendigkeit, entsprechende Maßnahmen zur Gefahrenabwehr einzuleiten. Nutzungsbeschränkungen oder gar -verbote wären die Konsequenz, womit die Grünlandnutzung in großen Teilen der Elbevorländer nicht mehr zulässig wäre. Überschreitungen von Prüfwerten für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser zeigen sich bei Cadmium und

Arsen in Priel- und Grundwässern der Vordeichsböden vor allem in den polyhalinen Bereichen der unteren Tide- und Außenelbe (Teilabschnitte VI und VII). Der marine Einfluss erhöht hier die Löslichkeit der bodengebundenen Schadstoffe. Entsprechend BBodSchG (1998) wären hier Detailuntersuchungen zur Prüfung des Verdachts auf eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorzunehmen.

Weniger belastet sind die Vordeichsböden mit organischen Schadstoffen. Beispielsweise sind die Gehalte an Polychlorierten Biphenylen (PCB) eher gering, die Gehalte an Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) mäßig. Überschreitungen von Vorsorgewerten nach BBodSchV (1999) sind teilweise im Bereich der oberen Tideelbe sowie im Stromspaltungsgebiet (Hamburg) mit der Besorgnis von schädlichen Bodenveränderungen vorhanden.

Im Hinblick auf die Schadstoffbelastung der Oberböden kann der Bereich des Elbe-Ästuars somit als Problemgebiet für einen vorsorgenden Bodenschutz betrachtet werden, da die vorhandenen Schadstoffgehalte (v.a. obere Tideelbe bis mittlere Tideelbe) und ihr Mobilisierungspotenzial (v.a. mittlere Tideelbe bis Außenelbe) eine negative Beeinflussung der natürlichen Bodenfunktionalität indizieren.

Maßgeblichen Einfluss auf die natürliche Bodenfunktionalität der Vordeichsböden und die Eignung als Pflanzenstandort hat der Bodenwasserhaushalt. Seine Ausprägung ist abhängig von der Höhenlage, der Bodenart, der Lage im Relief sowie der Nutzung (v.a. Entwässerung). Tiefliegende, häufig überflutete sowie feinkörnige und damit dauervernässte Standorte stellen besondere Biotopstandorte dar (zumeist Watten, teilweise ungenutzte Marschen). Besondere Standorte sind ebenfalls die sowohl frühjahrs- als auch sommertrockenen Böden der hoch aufgespülten Elbinseln. Darüber hinaus sind Böden mit nassen bis optimalen Frühjahrssituationen und optimalen bis trockenen Sommersituationen vorhanden und mosaikartig im Projektgebiet verteilt. Die frühjahrsvernässten Vordeichsböden unter Grünlandnutzung sind zumeist intensiv gedränt, besonders elbabwärts der mittleren Tideelbe (Teilabschnitt V).

### **Ökologische Bewertung der Böden**

Bei der Bewertung der Böden steht im Sinne eines vorsorgenden Bodenschutzes nach Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG 1998) der Erhalt, die Sicherung sowie die Entwicklung der natürlichen Bodenfunktionen im Vordergrund. Dies sind nach § 2, Abs.(2) 1 BBodSchG (1998) die Lebensraumfunktion, die Funktion als Bestandteil im Naturhaushalt sowie die Funktion als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium.

Die Bewertung des Fachgutachtens zum Schutzgut Boden (MIEHLICH ET AL. 1997) der UVU zur Anpassung der Fahrinne der Unter- und Außenelbe (Materialband V) orientiert sich dabei an dem übergeordneten Leitbild für das Elbe-Ästuar sowie den schutzgutbezogenen Umweltzielen. Ausgehend von einem bodenökologischen Zielzustand (vgl. Kapitel 4.2) wird überprüft, in wieweit die natürliche Funktionsfähigkeit der Vordeichsböden im Elbe-Ästuar beeinträchtigt ist.

Diese Beurteilung wird anhand der sechs Einzelkriterien Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente, Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe, Gehalte an Pflanzennährstoffen, landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnah-



men, Bodenüberformung sowie Boden als Naturkörper vorgenommen. Inhaltlich werden diese Bewertungskriterien durch 15 einzelne Unterkriterien ausgefüllt, für welche die Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen jeweils anhand einer fünfstufigen Ordinalskala bewertet wird (1 = nicht beeinträchtigt, 5 = sehr stark beeinträchtigt). Eine detaillierte Beschreibung aller verwendeten Bewertungskriterien findet sich in Anlage A5.5-1.

Die lokale Ausprägung der insgesamt 15 Unterkriterien, welche den Wert der sechs Einzelbewertungskriterien bestimmen, ergibt letztlich die aggregierte Bodenwertstufe für jeden Bodenfläche des Projektgebietes. Dabei bestimmt jeweils die ungünstigste Einstufung der Einzelkriterien die gesamte aggregierte Bodenwertstufe. Eine übergeordnete Rolle spielt das Einzelkriterium "Naturnähe", welches in der Ausprägung "1" oder "2" die übergeordnete Bodenwertstufe unabhängig von der Ausprägung der anderen Einzelkriterien bestimmt.

Die ökologische Bewertung der Böden ist somit im Projektgebiet flächig für die in Tabelle 5.5-1 dargestellten Bodenwertstufen darstellbar.

**Tabelle 5.5-1: Ökologische Bewertung der Böden anhand von Bodenwertstufen**

Wertstufe	Bewertung	Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen
1	sehr hohe Wertigkeit	nicht beeinträchtigt
2	hohe Wertigkeit	schwach beeinträchtigt
3	mittlere Wertigkeit	mittel beeinträchtigt
4	geringe Wertigkeit	stark beeinträchtigt
5	sehr geringe Wertigkeit	sehr stark beeinträchtigt

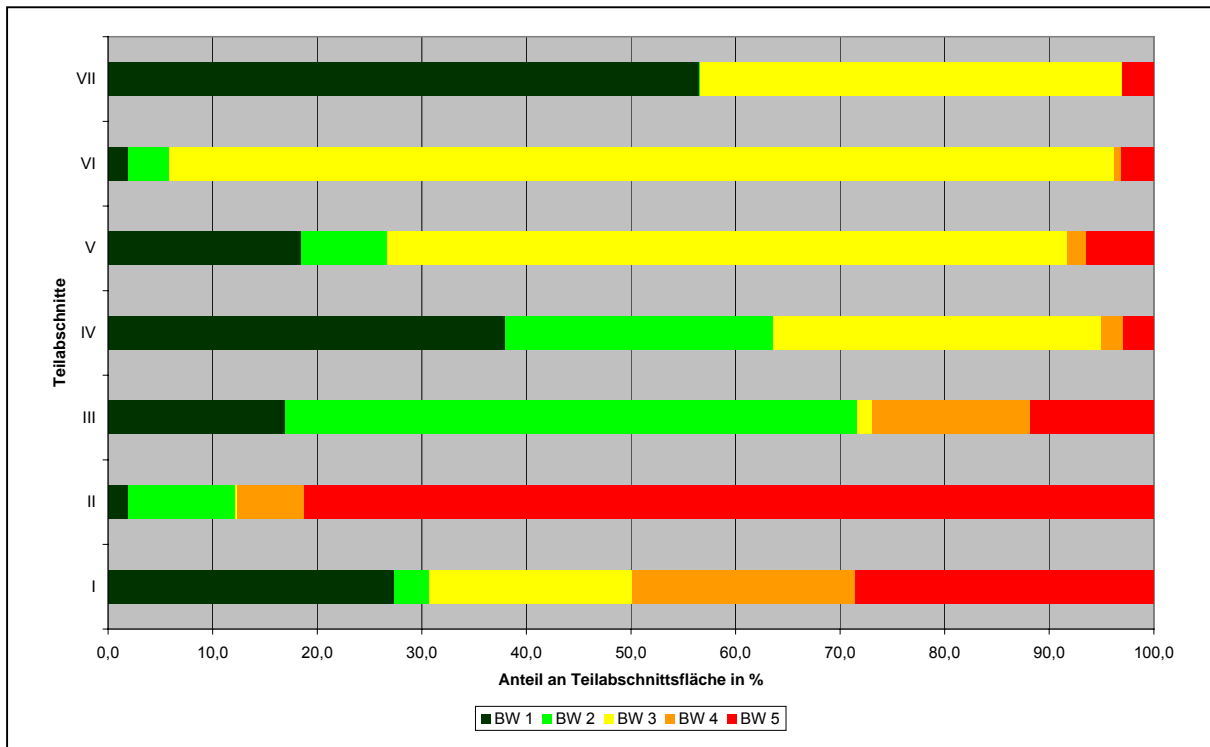
Damit stellt die Wertstufe 1 den Zustand dar, bei dem das ökologische Leitbild und die schutzgutbezogenen Umweltziele (vgl. Kapitel 4.2) erfüllt sind. Böden sehr hoher Wertigkeit stellen damit das ökologische Optimum im Projektgebiet des Elbe-Ästuars. Umgekehrt ist die Abweichung vom ökologischen Optimum bei den Böden der Wertstufe 5 am größten.

Die Verteilung der Wertstufen entlang des Elbverlaufs für die in Kapitel 2.1 (Tabelle 2-1) dargestellten Teilabschnitte zeigt die Abbildung 5.5-1.

Insgesamt gesehen sind im Projektgebiet die mittelwertigen Böden mit einer Fläche von ca. 4.000 ha am häufigsten vertreten. Bezogen auf die Gesamtfläche des Projektgebietes von ca. 9.565 ha stellen sie damit 41 % der vorkommenden Böden. Sehr hochwertige Böden kommen mit ca. 2.000 ha (ca. 21 % der Projektgebietsfläche), sehr geringwertige Böden mit 1.700 ha (ca. 18 % der Projektgebietsfläche) vor. Hochwertige Böden bedecken noch ca. 16 % der Projektgebietsfläche (ca. 1.500 ha), geringwertige Böden nur ca. 4 % (ca. 400 ha).

Eine genauere Lokalisierung der ökologischen Bodenwertigkeit lässt die teilabschnittsbezogene Betrachtung zu (Abbildung 5.5-1). Tendenziell konzentrieren sich die höchsten Anteile hochwertiger und sehr hochwertiger Vordeichsböden auf den Bereich der mittleren Tideelbe (Teilabschnitte III und IV) sowie auf den Bereich der Außenelbe (Teilabschnitt VII). Der Anteil sehr geringwertiger Böden nimmt von Hamburg in Richtung Elbmündung ab. Vor allem das Stadt- und Hafengebiet von Hamburg (Teilabschnitt II) ist als Bereich mit sehr starker Beeinträchtigung der natürlichen

Bodenfunktionen zu bewerten, da dort der Flächenanteil sehr geringwertiger Vordeichsböden größer als 80 % ist. Die Vordeichsböden der unteren Tideelbe (Teilabschnitte V und VI) sind überwiegend mittelwertig.



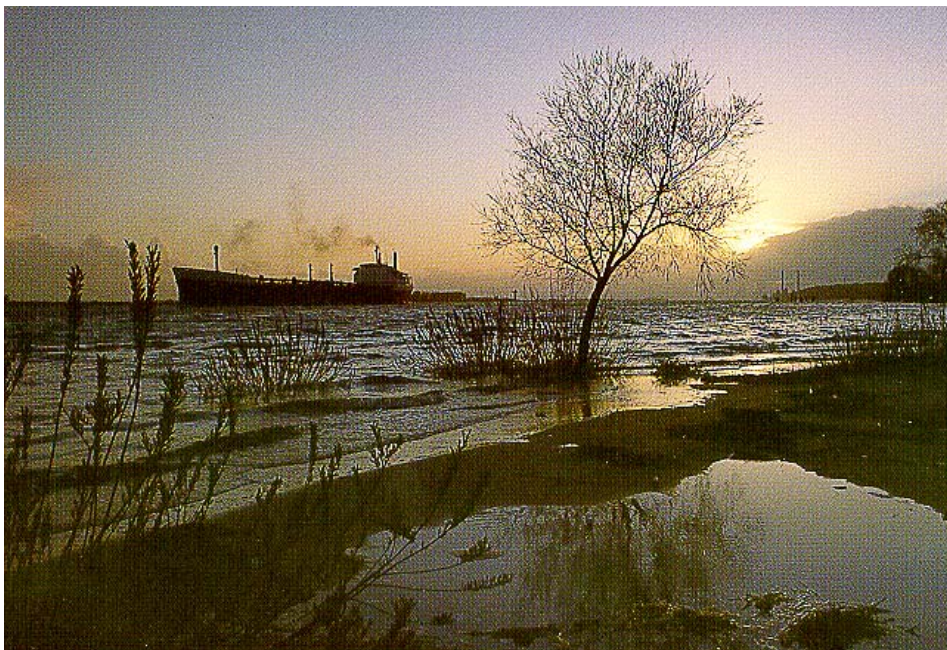
**Abbildung 5.5-1: Verteilung der Bodenwertstufen (BW) in den Teilabschnitten I bis VII (Bezug: ca. 9.565 ha großes Projektgebiet)**

Da in der Darstellung der übergreifenden Bodenwertstufe die Information verloren geht, welches der Einzelkriterien bzw. deren Unterkriterien die gesamte Bodenwertstufe bestimmt, werden zusätzlich Bodenwerttypen gebildet, welche auch die Bewertung der Einzelkriterien enthalten. Die 19 Bodenwerttypen sind somit regionalisierte Kombinationen der bodenwertbestimmenden Einzelkriterien (mit Unterkriterien), durch die sich die Bodenwertstufen der Böden im Projektgebiet genauer differenzieren lassen. Damit kann ermittelt werden, welches der Einzelkriterien oder Unterkriterien für das Abweichen (oder die Übereinstimmung) eines beliebigen Bodens vom ökologischen Zielzustand verantwortlich ist. Dies ist am Beispiel des Bodenwerttypes 12 in Tabelle 5.5-2 ersichtlich.

**Tabelle 5.5-2: Beispiel für Bodenwerttyp mit Ausweisung der Einzelbewertungskriterien**

Bodenwerttyp 12			
Kalk- und Kleimarschen, gedüngt, gepflügt, gedränt, mit Pflanzenschutzmitteleinsatz			
Einzelkriterium Stoffanreicherung	Einzelkriterium Kulturmaßnahmen	Einzelkriterium Überformung	Einzelkriterium Naturkörper
4	3	1	-
starke Beeinträchtigung natürlicher Bodenfunktionen	mittlere Beeinträchtigung natürlicher Bodenfunktionen	keine Beeinträchtigung natürlicher Bodenfunktionen	nicht naturnah
<b>Bodenwertstufe 4: geringwertige Böden</b>			

Sehr hochwertige Böden, die dem schutzgutbezogenen Zielzustand entsprechen, beinhalten beispielsweise zumeist Salzwasser-, Brackwasser- oder Flusswatten einschließlich tiefliegender ufernaher Marschen, für welche im Einzelkriterium "Boden als Naturkörper" die Unterkriterien Naturnähe und Seltenheit erfüllt sind (Abbildung 5.5-2). Aber auch Salz-, Kalk- und Kleimarschen werden sehr hochwertig eingestuft, wenn sie nicht bearbeitet oder entwässert (Unterkriterien Bodenbearbeitung durch Pflügen und Unterkriterium Dränung im Einzelkriterium "Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen") und nicht durch Bodenauftrag, Abtrag oder Versiegelung überformt sind (Einzelkriterium "Überformung" mit den entsprechenden Unterkriterien). Zusätzlich sind auch diese Böden teilweise zusätzlich naturnah und selten. Mittlere Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen durch Stoffanreicherungen werden akzeptiert.



**Abbildung 5.5-2: Sehr hochwertiges Fluss-Sandwatt mit Fluss-Rohmarsch (Teilabschnitt III-WB-Typ 1)**

### **Ökologische Defizite**

In der ökologischen Bewertung der Böden stellt die Bodenwertstufe 1 (sehr hochwertig) das ökologische Optimum dar (vgl. Tabelle 5.5-1), d.h. hier sind sowohl die Umweltziele für das Schutzgut Boden, dessen Zielzustand sowie das Leitbild für den Unter- und Außenelberaum erfüllt.

**Jede Abweichung von der Bodenwertstufe 1 stellt ein ökologisches Defizit für das Schutzgut Boden dar.**

Somit stellt die Bodenwertstufe 2 ein geringes ökologisches Defizit, die Bodenwertstufe 5 ein hohes ökologisches Defizit dar. Da sich die Bodenwertstufen, wie oben dargestellt, aus einer Summe von Einzelkriterien und Unterkriterien zusammensetzen, lässt sich anhand des Zustandekommens der Gesamtbewertung (Bodenwertstufe) zurückverfolgen, welche Einzelkriterien und Unterkriterien für die Gesamtbe-

wertung verantwortlich sind und damit das Abweichen vom ökologischen Optimum verursachen (vgl. Kapitel 6.5).

Von den insgesamt 19 Bodenwerttypen sind 6 Bodenwerttypen dem ökologischen Optimum, also der Bodenwertstufe 1 zuzuordnen. Dies sind, wie oben bereits erwähnt, zumeist naturnahe und seltene Böden wie Salz-, Brack- oder Flusswatten einschließlich tiefliegender ufernaher Marschen.

Ein sehr hohes ökologisches Defizit zeigen 4 Bodenwerttypen mit der Bodenwertstufe 5. Dabei handelt es sich um stark überformte Böden (Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen durch Einzelkriterium Überformung sehr stark), die mehr oder weniger stark versiegelt oder durch Bodenauftrag oder -abtrag überformt sind. Dazu gehören Böden im Bereich der Uferverbauung, der mit dichtenden Deckwerken versehenen Deiche, große Flächen der industriellen, gewerblichen und urbanen Nutzung (v.a. Stadt- und Hafengebiet Hamburg, Wedel, Stade) sowie Bereiche mit Bodenabgrabungen (z.B. Kleiabbau).

Ein geringes bis mittleres ökologisches Defizit ist den hoch- bis mittelwertigen Böden der Bodenwertstufen 2 und 3 zuzuordnen. Dazu gehören 4 Bodenwerttypen, deren letzte Einordnung als hoch- (Bodenwertstufe 2) oder mittelwertiger Boden (Bodenwertstufe 3) durch den jeweils lokal unterschiedlich ausgeprägten Stoffanreicherungswert bestimmt wird. Hierzu zählen die großflächig vorkommenden, nicht überformten, jedoch landwirtschaftlich unterschiedlich intensiv genutzten Salz-, Kalk- und Kleimarschen. Stark überformte Böden mit hoch aufgespülten Sanden (z.B. Inseln) besitzen ein geringes ökologisches Defizit, da sie besondere Standorteigenschaften im Einzelkriterium Naturnähe aufweisen und somit hochwertig sind (Bodenwertstufe 2).

Ein hohes ökologisches Defizit besitzen die geringwertigen Böden der Bodenwertstufe 4, zu der 5 Bodenwerttypen gehören. Dazu zählen landwirtschaftlich intensiv genutzte Kalk- und Kleimarschen (Acker- und Obstbau), die nur in den Teilabschnitten I (obere Tideelbe, Vier- und Marschlande) und III (Mittlere Tideelbe) in nennenswerten Flächenanteilen vorkommen. Großflächiger sind diese Böden an den Nebenflüssen vertreten, die aber nicht zum Projektgebiet gehören. Weiterhin gehören zu den Böden mit hohem ökologischen Defizit Böden unter siedlungstypischen Nutzungsformen sowie die Böden der "grünen" Deiche. Ein hohe Beeinträchtigung der natürlichen Bodenfunktionen wird auch denjenigen Vordeichsböden zugeordnet, deren Ausdehnung zwischen Flussufer und Deich weniger als 50 m beträgt oder die stark oder sehr stark stoffangereichert (v.a. Schadstoffe) sind.

## 5.6 Vegetation

Die Vegetation der Außendeichsflächen stellt so, wie sie in der UVU zur Fahrrinnenvertiefung der Unter- und Außenelbe beschrieben wird, eine Momentaufnahme eines natürlicher Weise sehr dynamischen Systems dar (vgl. KURZ ET AL. 1997). Diese Situation wird sich bis heute in Teilbereichen verändert haben. Die grundsätzlichen Aussagen der UVU zu den entsprechenden Vegetationstypen und auch zu deren Verteilung sind aber immer noch zutreffend. Dies gilt auch unter Berücksichtigung der Auswirkungen der letzten Fahrrinnenvertiefung. Auf eine genaue Beschreibung

der vorhandenen Vegetation wird an dieser Stelle verzichtet, einen Überblick über die Biotopobertypen und deren Verteilung im Bearbeitungsgebiet gibt Plan-Nr. 3. Die Ergebnisse der Biotoptypenkartierung der UVU und des LBP liegen den weiteren Ausführungen jedoch zugrunde. Zur Analyse von Defiziten und zur Benennung von Maßnahmen zur Verbesserung des gegenwärtigen Zustands aus ökologischer Sicht reicht diese Datengrundlage daher aus.

Die größten Abweichungen von dem formulierten Leitbild ergeben sich aus Sicht des Schutzgutes Vegetation im wesentlichen durch die folgenden Defizite:

- Mangel an ästuartypischen Lebensräumen, insbesondere an strömungsberuhigten Flachwasserbereichen, Salzwiesen, Röhrriechen und Auwäldern der Außendeichsflächen
- anthropogene Beeinträchtigung der Außendeichsflächen, insbesondere durch Entwässerung und intensive landwirtschaftliche Nutzung
- Einschränkung morpho- und hydrodynamischer Prozesse durch Uferbefestigungen und Eindeichungen
- starke Beeinträchtigung der Nährstoff-Rückhaltefunktion im Elbe-Ästuar.

## **A Rückgang strömungsberuhigter Flachwasserbereiche**

Im Elbe-Ästuar kommen Wasserpflanzen ausschließlich an Standorten mit geringer Fließgeschwindigkeit vor, wie in strömungsberuhigten Nebeneiben, Altarmen oder kleinen Stillgewässern. Durch die anthropogenen Veränderungen des Elbe-Ästuars sind diese aquatischen Lebensräume in erheblichem Umfang zurückgegangen. Die zunehmende Verlandung der Nebeneiben (z.B. Borsteler Binneneibe, Haseldorfer Binneneibe, Alte Südereibe, Wischhafener Südereibe) führte zu einem deutlichen Rückgang von Flachwasserzonen. Außerdem haben die großflächigen Eindeichungen und die Intensivierung der Nutzung in den Außendeichsbereichen dazu geführt, dass viele mit dem Hauptstrom ehemals verbundenen Stillwasserbereiche von der Elbe abgetrennt oder komplett zerstört wurden.

Kleinräumige Sekundärhabitats für einige Wasserpflanzen-Arten bieten die Wassergräben und Gruppen der Außendeichsbereiche. Hier herrschen jedoch nur für einen Teil der naturraumtypischen Artenvielfalt geeignete Standortbedingungen. Insbesondere finden in den Gräben nicht die aquatischen morphodynamischen Prozesse statt. Einige Vegetationstypen sind daher auf künstliche mechanische Störungen wie dem regelmäßigem Ausräumen der Gräben angewiesen, wie z. B. das Schwanenblumen-Röhricht (PREISING 1990B).

Das entscheidende Defizit liegt in der zunehmenden Isolierung der Wasserpflanzen-Populationen. Durch die Reduzierung geeigneter Habitats, den Verbau von Uferbereichen und die Abtrennung vieler Gewässer vom Hauptstrom ist der genetische Austausch zwischen Wasserpflanzen-Populationen im Elbe-Ökosystem stark eingeschränkt. Betroffene Wasserpflanzenarten sind beispielsweise Krebschere (*Stratiodes aloides*), Pfeilkraut (*Sagittaria sagittifolia*), Froschbiss (*Hydrocharis morsus-ranae*) und Wasserfeder (*Hottonia palustris*). Können lokale Aussterbeprozesse durch Neubesiedlungen von Standorten nicht kompensiert werden, so besteht für seltene Arten die Gefahr des vollständigen Aussterbens an der Unter- und Außeneibe. Daher ist die Erhaltung der Ausbreitungswege und eine Vernetzung der vorhandenen Standorte Voraussetzung für das Überleben zahlreicher Pflanzenarten.

## **B Abtrennung von Nebengewässern**

Die Abtrennung von Nebengewässern durch den Bau neuer Hauptdeiche führte dazu, dass sie nicht mehr oder nur noch eingeschränkt dem Tidenhub der Elbe ausgesetzt sind. Dadurch verschwinden Vegetationstypen, die auf wechselnde Wasserstände angewiesen sind. So erloschen die Vorkommen der Seekanne (*Nymphoides peltata*), des Tannenwedels (*Hippuris vulgaris*) sowie der Nadelbinse (*Eleocharis acicularis*) als direkte Folge der Abtrennung der Dove-Elbe und der Gose-Elbe im Jahr 1962 (HAACKS 1998). Außerdem finden keine Überflutungen mehr auf den angrenzenden Flächen statt, was den Verlust semiterrestrischer Lebensräume und die Verstärkung des Nutzungsdrucks nach sich zieht.

## **C Verlust von Klarwasserbereichen**

Zahlreiche Wasserpflanzen-Gesellschaften sind sehr lichtbedürftig und daher auf Klarwasserbereiche angewiesen, wie die Kriebsscheren-Gesellschaft und verschiedene Laichkrautgesellschaften (PREISING 1990B). Durch die Zunahme des Schwebstoffgehalts und die organische Belastung hat die Sichttiefe in der Elbe zumindest in Teibereichen abgenommen (vgl. Kapitel 5.4). Dies stellt ein bedeutendes ökologisches Defizit für die aquatische Vegetation des Elbe-Ästuars dar.

## **D Uferbefestigungen**

Es gibt verschieden intensiv befestigte Ufer: in den urbanen Bereichen, insbesondere in den Häfen, verhindern Spundwände und Kaimauern jegliche Besiedlung mit höheren Pflanzen. Im Bereich der Flussmündungen (z.B. Ostemündung) sollen Leitwerke und Steinschüttungen eine Erosion verhindern. Befindet sich der Deichfuß im Einflussbereich der normalen Gezeiten, ist auch hier das Ufer befestigt.

Steinschüttungen am Ufer sind kein geeignetes Substrat für die Ausbildung der dort i.d.R. zu findenden Röhrichte. Sie verhindern eine natürliche Erosions- und Sedimentationsdynamik mit der vegetationsfreie Flächen entstehen, auf denen primäre Sukzession stattfinden kann. Die Uferbefestigung verhindert mithin die Entwicklung von Standorten für semiterrestrische Pioniervegetation.

Als Indikator-Art naturnaher Schlickufer, die einer natürlichen Dynamik ausgesetzt sind, kann der Schierlings-Wasserfenchel (*Oenanthe conioides*) gelten. Diese Art benötigt als Lichtkeimer mit geringer Konkurrenzkraft offene Stellen, wie sie an flachen, täglich überfluteten Uferabschnitten vorkommen (OBST & RAMM, 2001). Der Schierlings-Wasserfenchel ist eine endemische Art, die ausschließlich im Süßwasser-Tidebereich der Elbe vorkommt. Die Art ist seit 1945 stark zurückgegangen, insbesondere durch Eindeichungen, Einschränkungen der Stromdynamik, Uferbefestigungen, Überbauung samenhaltiger Sedimente, sowie Erhöhung des Tidenhubs und der Strömungsgeschwindigkeiten (FINCK ET AL. 1997; OBST & RAMM 2001). Weitere durch Uferverbau gefährdete Vegetationstypen sind das Strandsimsen-Röhricht und Tide-Schilfröhrichte (OBST & RAMM, 2001).

## **E Aufspülungen von Inseln**

Verschiedene Strominseln sind bis in die jüngste Zeit als Spülfelder genutzt worden. Sie liegen daher heute teilweise weit außerhalb der täglichen Tidedynamik und werden nur noch bei Sturmfluten überflutet. Die natürliche Zonierung der semiterrestri-

schen Vegetationseinheiten (Salzwiesen, Röhrichte) kann sich deshalb auf den hoch aufgespülten Flächen nicht mehr ausbilden.

## **F Intensive Grünlandnutzung**

Gerade im Bereich der Außenelbe werden Außendeichsflächen gedrängt und die Salzwiesen beweidet. Dadurch werden vor allem in den oberen Salzwiesen die typischen Arten, die an Salz, hohe Wasserstände und nährstoffarme Verhältnisse angepasst sind, von mesophilen Grünlandarten (vor allem Rotschwengel (*Festuca rubra*)) mit hoher Toleranz gegen mechanische Belastung (Verbiss, Tritt) verdrängt.

An der Untereibe findet Beweidung v.a. in Sommerpoldern (z.B. Belumer Außendeich) oder auf hoch gelegenen Außendeichsflächen (z.B. Hullen, Allwörderer Außendeich) statt, teilweise in Form intensiver Standweiden. Gegen die Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) kommen Herbizide zum Einsatz, es wird gedüngt und artenarme Nachsaaten mit Zuchtsorten ubiquitärer Grünland-Arten (v.a. *Poa pratensis*, *Lolium*-Bastarde) vorgenommen. Auch diese Flächen werden durch Gräben und Gruppen entwässert.

## **G Verlust tidebeeinflusster Flächen durch Eindeichungen**

Die größten ökologischen Defizite liegen für das Elbe-Ästuar in den großflächigen Eindeichungen und den damit verbundenen erheblichen Reduzierungen tidebeeinflusster Lebensräume. Seit 1945 wurden etwa 75% der Überflutungsflächen der Unter- und Außenelbe eingedeicht (STROM- UND HAFENBAU HAMBURG & WSD NORD 1991B). Dies hat dazu geführt, dass alle ästuartypischen semiterrestrischen Lebensräume in ihrem Bestand deutlich reduziert wurden, insbesondere Salzwiesen, Flusswatt-Röhrichte, Weichholzaunen und Hartholzaunen. Für die Ausbildung einer naturnahen Vegetationszonierung ist dabei die Lage des Deichfusses entscheidend. Liegt er auf der Höhe des MThw oder wenig darüber, so fehlen Standorte für Vegetationstypen der oberen Salzwiesen und der Gehölz-Auen. Zu beachten ist hierbei vor allem, dass ein „Höherwandern“ von Vegetationszonen bei Erhöhung der Wasserstände (bedingt durch Ausbaumaßnahmen oder durch den Anstieg des Meeresspiegels) nur dann erfolgen kann, wenn ausreichende Räume vor den Hauptdeichen dafür zur Verfügung stehen.

## **H Gefährdungsgrad von Pflanzengesellschaften von naturraumtypischen Biotopen des Elbe-Ästuars**

Hinweise für den Rückgang und die Gefährdung von Vegetationstypen ergeben sich auch aus der Bewertung der Biotoptypen in der UVU (vgl. KURZ ET AL. 1997). Hier wurde untersucht, in welchem Umfang die Biotope des Elbe-Ästuars durch den Schwund typischer Pflanzenarten in ihrer Qualität beeinträchtigt wurden. Es zeigt sich, dass die Mehrzahl der naturraumtypischen Biotope durch einen erheblichen Rückgang ihrer Artenausstattung betroffen waren. Ursache hierfür ist neben der Intensivierung der Nutzung und der Degradierung der Standortqualität auch die Reduzierung der Flächenausdehnung und die zunehmende Isolierung der Biotope. Dadurch werden Ausbreitungsprozesse zwischen Populationen von Pflanzenarten erschwert und Standorte können nach lokalem Aussterben von Populationen nicht wiederbesiedelt werden.

## I Bewertung von Biotopen nach Gefährdungsgrad von Pflanzengesellschaften (aus PÖUN 1997):

### Biotope mit stark gefährdeten Pflanzengesellschaften:

- Typisches Weiden-Auengebüsch
- Obere Salzwiese des Brackwasserübergangs
- Untere Salzwiese, naturnah
- Brackwasserwatt-Röhricht
- Strandsimsen-Röhricht der Brackmarsch
- Silbergras-Flur
- Flutrasen

### Biotope mit gefährdeten Pflanzengesellschaften:

- Hartholz-Auwald im Überflutungsbereich
- Tide-Weiden-Auwald
- Obere Salzwiese (naturnah)
- Salzwiese der Ästuare
- Schilfröhricht der Brackmarsch
- Flusswatt-Röhricht

### Biotope mit in der Regel nicht gefährdeten Pflanzengesellschaften:

- Untere Salzwiese, beweidet
- Queller-Watt
- Schlickgras-Watt
- Uferstaudenflur.

## 5.7 Fauna

Grundlage der Beschreibung und Bewertung des gegenwärtigen Zustandes der Fauna sind die detaillierten Fachgutachten der Materialbände VI (KURZ ET AL. 1997) und VII (BERNAT ET AL. 1997) zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt, teilweise ergänzt um weitere Literaturquellen.

### **Beschreibung des gegenwärtigen Zustandes**

#### Aquatische Fauna

Die Verbreitung und Häufigkeit aquatischer Organismen wird entscheidend durch den Salzgehaltsgradienten und hydrologische Faktoren wie Oberwasserabfluss und Verweilzeiten des Wassers in Teilgebieten des Untersuchungsgebietes, z.B. Flachwasserzonen, beeinflusst.

In besonderem Maße gilt dies für das Zooplankton, welches neben benthischen Wirbellosen die Hauptnahrungsquelle für größere Tiere wie Fische darstellt. Maximale Abundanzen und Biomassen des Zooplanktons werden im limnischen Abschnitt der Elbe unterhalb Hamburgs beobachtet. Die langen Verweilzeiten des Wassers in den dort am Südufer gelegenen Flachwasserbereichen und Nebenelben gewährleisten



extrem hohe Reproduktionsraten der das Zooplankton dominierenden Krebsart *Eurytemora affinis*. Dadurch werden Verluste durch den Austrag in angrenzende Elbab-schnitte, Wegfraß etc. regelmäßig ausgeglichen.

Für das Makrozoobenthos wurde im Rahmen der UVU ein Arten- und Individuenmi-nimum im Bereich der oberen Brackwassergrenze (etwa km 670 bis 700) festgestellt, wie es auch für andere Ästuare charakteristisch ist. Unterschiedliche Besiedlungs-dichten zwischen Nebenelben und Hauptstrom wurden im Sublitoral (=ständig was-serbedeckte Flächen) nicht deutlich. Das Eulitoral (=Wattflächen) wurde nicht be-trachtet.

Der Fischbestand weist sowohl im Längsverlauf entlang des Salzgehaltsgradienten als auch im Querprofil (Hauptstrom - Nebenelben) erhebliche Unterschiede auf. Die insgesamt häufigsten Arten sind Stint, Finte, Flunder, Hering, Kaulbarsch, Aal und Dreistachliger Stichling. Wichtige Laich- und Aufzuchtgebiete befinden sich für mari-ne Arten im Bereich der Ostemündung, für die Brackwasserarten Stint und Finte von Pagensand bis zur Ilmenau bzw. von Elbe-km 645 - 660. Die wichtigsten Laich- und Aufwuchsgebiete der Süßwasserfische liegen wahrscheinlich im Hamburger Hafen und in Nebengewässern der Tideelbe.

Für einige hundert Seehunde ist die Außenelbe (Teilabschnitt VI-VII) ein Lebens-raum, in dem auf Sandbänken auch die Aufzucht der Jungtiere stattfindet. Die strom-auf gelegenen Elbabschnitte werden nur von Einzeltieren zur Nahrungsaufnahme aufgesucht.

### Terrestrische Fauna

Dem Materialband VI der UVU (KURZ ET AL. 1997) sind Angaben zum Vorkommen von Brut- und Rastvögeln sowie Nachtschetterlingen und Käfern zu entnehmen.

Für die unter den Brutvögeln naturschutzfachlich besonders bedeutenden Watvögel *„sind neben der Nahrungsversorgung im Watt und auf nassem stocheifähigen Grün-land vor allem auch geeignete Neststandorte wichtig. [...] Der im Untersuchungs-gebiet bei weitem bevorzugte Neststandort ist intensiv genutztes Marschengrünland [...] im Elbebereich bzw. intensiv genutzte obere Salzwiese im Küstenbereich. [...] Es muß betont werden, dass das intensive Marschengrünland nicht die ideale Be-wirtschaftungsform für Brutvögel darstellt, sondern eine Form, mit der sie noch leben können.“* National bedeutsame Brutvogelgebiete konzentrieren sich am Südufer in der Nordkehrdinger Außendeichsmarsch von Freiburg bis zur Ostemündung. Am Nordufer ist der Röhricht-Auwald-Komplex der Haseldorfer Binnenelbe von nationaler Bedeutung, ebenso wie die Insel Pagensand, der Brackwasserbereich Sankt Marga-rethener Außendeich und weiter seewärts die *„wertvollsten Vorlandgebiete der Au-ßenelbe, nämlich Neufelder-, Dieksander- und Friedrichskoog.“* Zwölf vom Ausster-ben bedrohte Brutvogelarten werden genannt: Weißstorch, Wiesenweihe, Wander-falke, Wachtelkönig, Seeregenpfeifer, Alpenstrandläufer, Kampfläufer, Lachsee-schwalbe, Zwergseeschwalbe, Blaukehlchen, Schilfrohrsänger und Drosselrohrsän-ger.

*„Für die Rastvögel sind vor allem drei Lebensräume interessant, nämlich die freien Wasserflächen für die Fischfresser (Gänsesäger, Kormoran etc.), die seichten Ver-*

*landungsbereiche und gelegentlich überfluteten Vordeichs-Grünländer für pflanzenfressende Enten- und Gänsevögel (die Krickente ist fast ausschließlich auf die schllickigen Süßwasserwatten nahe der MThw-Linie angewiesen) und die nahrungsreichen Schlickwattbereiche für die Watvögel. Wattbereiche mit Sedimenten gröberer Körnung sind von geringerem Wert für nahrungssuchende Vögel.“* Die insbesondere für Watvögel wertvollsten und international bedeutsamen Rastflächen sind das Hamburgische Wattenmeer, die Unterelbe zwischen Otterndorf und Barnkrug, das Mühlenberger Loch, die Wedeler Marsch, die Haseldorfer Marsch, das Vorland Neufelder Koog, Kaiser-Wilhelm-Koog und Dieksander Koog bis Trischendam. Als national bedeutsam sind die Bereiche Pinnau- bis Krückaumündung, Mündungstrichter der Ilmenau und offene Wasserflächen vom Hamburger Hafen bis Geesthacht eingestuft.

Für die an ausgewählten Orten erfassten Nachtschmetterlinge wurden als bedeutende Lebensräume Quellerfluren, Sandstrände bei abwechslungsreicher Struktur und Vorhandensein von Vegetation, Brackwasser- und Flusswatt-Röhrichte, großflächige oder mit Büschen und Bäumen durchsetzte kleinflächige Landröhrichte sowie Auenwälder und -gebüsche eingegrenzt.

Von hohem naturschutzfachlichen Wert für Käfer sind Salzwiesen und deren natürliche Abbruchkanten, Brackwasser- und Flusswatt-Röhrichte, Schilf-Landröhrichte, Sandstrände und Sandaufschüttungen sowie Auenwälder und -gebüsche.

## **Ökologische Defizite**

Die ökologischen Defizite werden getrennt für Lebensräume, ökologische Funktionen sowie für einzelne Arten oder Artengruppen betrachtet.

Die zu Grunde liegenden, für die Fauna relevanten strukturellen Veränderungen der Tideelbe umfassen im wesentlichen:

- eine deutliche Verringerung der Flächen von tidebeeinflussten Priel- und Marschgräben, Vordeichsländer, Flachwasserzonen, Nebengewässer
- eine Zunahme von Tiefwasserbereichen, d.h., des Bereichs der Fahrinne und Häfen (>10 m unter MTnw)
- die auf großen Strecken unterbundene/ eingeschränkte natürliche Dynamik der Uferentwicklung
- die erhebliche Erhöhung des Tidehubs (insbesondere Absenk des MTnw) in den Abschnitten I, II, (III) mit der Folge von Verlusten an Flachwasserzonen und Röhrichten im limnischen Abschnitt.

## **Lebensräume**

### **A Tiefwasser**

- Ästuartypische Tierarten (z.B. Benthos, Fische) kommen im Tiefwasser vor, wobei die Bedeutung im Vergleich zu Flachwasser und Watt jedoch oft geringer ist; beispielsweise sind die mittleren Fischabundanzen etwa 5mal kleiner als in den Nebeneiben

- die Zunahme an Tiefwasserzonen ist als Defizit zu sehen, da sie mit Flächenverlusten produktiverer Flachwasserzonen verbunden ist (s.u.).

## **B Flachwasser, Rinnen, Nebelben und Nebengewässer**

- Erhebliche, als ökologische Defizite zu wertende Flächenverluste: überwiegend indirekt durch Veränderungen der Morphodynamik, z. T. direkt durch eine Erhöhung des Tidehubs (z. B. Flachwasser wird zu Watt), durch die Zunahme der Tiefwasserflächen/Fahrrinne, durch zunehmende Verlandung von Nebelben sowie durch die Abdeichung von Nebelben
- die Flächenverluste, zumindest diejenigen zu Gunsten des Tiefwassers sind u.a. mit folgenden Nachteilen/ökologischen Defiziten für die aquatischen Lebensgemeinschaften verbunden:
  - Rückgang der euphotischen Zone mit guten Wachstumsbedingungen für benthische und planktische Algen; geringere Sauerstoffanreicherung des Elbwassers, geringere Primärproduktion und Sekundärproduktion (Zooplankton) und somit abnehmendes Nahrungsangebot für Fische und Vögel
  - geringere Aufenthaltszeiten des Wassers in Teilbereichen: schlechtere Reproduktions- und Wachstumsbedingungen für Phyto- und Zooplankton
  - Fischlaich und -brut fallen eher trocken und sterben ab
  - für einzelne Tiergruppen sind die Flächenverluste zu Gunsten des Watts allerdings nicht nachteilig zu werten - z.B. für Watvögel
- auch qualitative Änderungen der Flachwasserzonen sind als ökologische Defizite zu werten:
  - vielgestaltige flache Rinnen über den gesamten Flussquerschnitt sind verschwunden und somit auch viele Habitate mit kleinräumig heterogenen Strömungs- und Substratverhältnissen, die für viele Fischarten wie u. a. Stör und Nordseeschnäpel wichtige Laichplätze und Jungfischhabitate darstellen.

## **C Watt**

- Flächenmäßig in den meisten Bereichen Zugewinne und keine Flächenverluste
- z.T. aber Abnahme kleiner Wattflächen an Prielen im Deichvorland bzw. in heute abgedeichten Gebieten mit der Folge ökologischer Defizite für dort lebende Tiere (z.B. Bekassine und Großer Brachvogel als Brutvögel nahezu verschwunden)
- die Flächenvergrößerung der Watten kann als Stabilisierung des Ökosystems und seiner Funktionen gesehen werden:
  - hohe Produktivität von Mikrophytobenthos und Zoobenthos sowie während der Überstauung auch von Phyto- und Zooplankton
  - gutes Nahrungsangebot für ästuartypische Fische und Vögel (z.B. Mühlenberger Loch: hohe Bioproduktion; hohe Bedeutung für Jungfische von Flunder und Stint sowie für Entenvögel, insbesondere die auf Süßwasserwatten spezialisierten Arten Löffelente und Krickente) und damit Sicherung langfristig überlebensfähiger Populationen gebietstypischer Tierarten
  - Sauerstoffanreicherung des Elbwassers durch benthische und planktische Algen und damit Sicherung der aquatischen Lebensgemeinschaften auch in den angrenzenden Flach- und Tiefwassergebieten.

## D Inseln, Sande

- Die Elbinseln sind in ihrer heutigen Form zumeist durch weitere Aufspülung kleinerer Inseln entstanden, also weitgehend anthropogenen Ursprungs; sie dienen u. U. auch der Bestandssicherung ästuartypischer Arten (kurz nach Aufspülung Brutplätze von Seeschwalben, Möven etc.; Röhrichte und Feuchtwiesen können von entsprechenden Vögeln wie Rohrsängern und Wachtelkönig besiedelt werden)
- nicht konform mit dem gebietsbezogenem Zielsystem sind hochaufgespülte Inselflächen, da sich dort keine gebietstypischen, durch Überflutungen und hohen Grundwasserstand geprägte Lebensräume entwickeln können.

## E Ufersaum

- Entlang der gesamten Tideelbe Einschränkung der Dynamik (Anlandungen und Erosion) durch Verbau mit Steinschüttungen, Regelungsbauwerke etc.; dadurch weniger Rohbodenstandorte, Abbruchkanten, vegetationsfreie und -arme Flächen im Uferbereich
- Defizite an Lebensräumen für ästuartypische Insekten wie einzelne Laufkäferarten, die an Salzwiesen und deren natürliche Abbruchkanten, Dünen, Spülsäume auf Sand und an Sandstrände gebunden sind („Die Wirbellosenfauna ist im Bereich der Elbmarschen durch ca. 200 – 300 Arten gekennzeichnet, die nur im Bereich von Hochwassergenist (Spülsaum-Material) und Überschwemmungsgebieten vorkommen [...].“ ARBEITSGEMEINSCHAFT DER LANDESANSTALTEN UND –ÄMTER FÜR NATURSCHUTZ UND BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ 1994)
- Defizite an Brutplätzen für u.a. Seeregenpfeifer und Zwergseeschwalbe (RL: 1), die offene Sande nahe der Vorlandkante sowie auf Inseln nutzen (erheblicher Rückgang geeigneter Brutplätze, Sekundärstandorte auf Spülflächen).

## F Röhrichte

- Der UVU zufolge sind Röhrichte in den vergangenen Jahrzehnten mit dem MThw am Ufer nach „oben“ gerückt, d.h. sie werden weniger lange überstaut (in der UVU wird der Einfluss von Schiffswellen vermutet, da diese Entwicklung nicht die Nebenelben betrifft)
- ferner wird in der UVU vermutet, dass die Erhöhung des Tidehubs einen wasserseitigen Rückgang von Pflanzenbeständen durch längere und häufigere Überflutung, ab ca. 50 m Entfernung zum Ufer aber ein Vorrücken der terrestrischen Vegetation zum Ufer wegen größeren Grundwasserflurabstände (Absinken der Mittelwasserlinie) zur Folge hat; dementsprechend sollten die Röhrichte in der Vergangenheit wasser- und landseitige Flächenverluste erfahren haben; landseitig werden Röhrichte zudem durch die landwirtschaftliche Nutzung (Beweidung, Grabenräumung etc.) sehr zurückgedrängt
- den Aussagen der UVU stehen Beobachtungen und Erkenntnisse aus Beweissicherungen zur letzten Elbevertiefung entgegen, die für viele Stellen ein Vordringen von Röhrichten seit etwa den 60er Jahren dokumentieren; starker Rückgang nur in den Jahrzehnten und Jahrhunderten zuvor

- aufgrund der kürzeren Überstauung können Röhrichte weniger gut von Fischen als Laichsubstrat und versteckreiches Aufwuchsgebiet für Fischbrut genutzt werden; ökologische Defizite bestehen daher in der Rekrutierung phytophiler Fischarten
- röhrichtbewohnende Vogelarten leiden unter einem Defizit geeigneter Brutreviere; Beispiele: die große Rohrdommel ist an der Tideelbe ausgestorben oder extrem selten; Schilf- und Drosselrohrsänger als Bewohner landseitig reich strukturierter bzw. wasserseitig ausgedehnten Schilf-/Röhrichtbeständen kommen nur noch in kleinen Restbeständen vor.

## **G Salzwiesen, Staudenfluren, Auwälder und Gebüsche**

- Entlang der gesamten Tideelbe erhebliche Flächenverluste durch das Heranrücken der Deichlinie an den Strom und intensive landwirtschaftliche Nutzung der Restflächen, d.h. Vegetationsformen wie Staudenfluren, Gebüsche und Wald sind unterrepräsentiert oder nicht mehr vorhanden - ebenso die assoziierte Tierwelt (z.B. Rotwild, zahlreiche Singvogelarten etc.)
- die vorhandenen Grabennetze können die ökologischen Funktionen ursprünglich vorhandener Prielsysteme als Lebensräume von benthischen Wirbellosen und den sich davon ernährenden Watvögeln und Fischen wegen monotoner Ausgestaltung nur unvollständig ersetzen.

## **Ökologische Funktionen**

Damit das Elbeästuar seine ökologischen Funktionen als Lebens- und Teillebensraum für die gebietstypischen Tiergemeinschaften erfüllen kann, müssen die charakteristischen Lebensräume (s.o.) in ausreichenden Flächengrößen und in ästuartypischen Relationen erhalten sein. Ferner müssen die Voraussetzungen zum Ablauf ästuartypischer Prozesse hinsichtlich des Salzgehalts- und Strömungsregimes, des Tidegeschehens sowie hinsichtlich dynamischer morphologischer Veränderungen erfüllt sein, um beispielsweise das Vorkommen von Brackwasserorganismen (z.B. Flunder, Stint) und Besiedlern von Pionierstandorten (z.B. Seeschwalben) zu ermöglichen.

Hinsichtlich der Flächengrößen charakteristischer Lebensräume ist im aquatischen Bereich insbesondere die Flächenabnahme der Summe an Flachwasser- und Wattgebieten als Defizit zu werten. Zur Zeit kommen in der Unter- und Außenelbe die an diese Lebensräume gebundenen Arten z.T. noch in beachtlichen Populationsstärken vor (z.B. Stint, Finte). Die hohe Bioproduktivität der Watten und Flachwasserbereiche ist u. a. an lange Aufenthaltszeiten des Wassers gekoppelt, die einem Austrag von Plankton und Fischbrut in tiefere Wasserschichten mit ungünstigen Wachstumsbedingungen (zu wenig Licht für pflanzliches Plankton, zu wenig Nahrung und zu geringe Temperaturen für Zooplankton und Fischbrut) entgegenwirken. Weiter zunehmende Verlandungen in Watten und Flachwasserbereichen sowie ein weiterer Absink des MTnw können zu einem geringeren Wasservolumen und einem zunehmenden Austrag von Organismen aus den produktiven Randbereichen führen. In der Folge ist mit einer abnehmenden Bioproduktivität des Gesamtsystems zu rechnen.

Im terrestrischen Bereich haben die Flächenverluste aller Biotope des Deichvorlandes zu teilweise gravierenden Bestandsrückgängen der typischen Tierwelt (z.B. verschiedene Wiesenvogelarten) geführt.

Die ästuartypischen hydrologischen Prozesse des Tidegeschehens und der Mischung von Meer- und Oberflächenwasser laufen im Elbeästuar weitgehend ungestört ab, so dass sich entlang der Gradienten von z.B. Salzgehalt und Überflutungshäufigkeit die typischen Lebensgemeinschaften ausbilden können.

Anthropogene Veränderungen dieser Prozesse betreffen u.a. die Lage der Brackwasserzone und vermutlich auch ihre Ausdehnung sowie die Salzgehaltsvariationen in einzelnen Stromabschnitten. In der Brackwasserzone siedeln zwar einerseits ästuartypische Organismen, andererseits finden viele Tierarten dort aber sehr ungünstige Lebensbedingungen vor, die z.B. beim Makrozoobenthos in geringen Artenzahlen und Biomassen (für das Elbe-Ästuar bereits 1946 von CASPERS (1948) nachgewiesen) und bei Fischen (z. B. Flunder) in einem schlechten Ernährungszustand und hohen Krankheitsraten resultieren (FIEDLER 1990; MÖLLER 1991). Falls die Längenausdehnung dieser Zone bzw. die Salzgehaltsvariationen in Teilabschnitten (sowohl innerhalb von Tiden als auch über längere Zeiträume in Abhängigkeit vom Oberwasserzufluss etc.) ausbaubedingt zugenommen haben, ist dies als ökologisches Defizit zu werten.

Eine Erhöhung des Tidehubes in Verbindung mit einem verstärkten Transport von Wassermassen, zunehmenden Strömungsgeschwindigkeiten und geringeren Verweilzeiten von Wasserkörpern in Watt- und Flachwasserbereichen hat also u.a. folgende Auswirkungen auf die aquatischen Lebensgemeinschaften:

- hohe Strömungsgeschwindigkeiten z.B. an der Sohle der Fahrrinne wirken besiedlungsfeindlich für Zoobenthos und bodenlebende Fische
- geringe Verweilzeiten von Wasserkörpern in Watt- und Flachwasserbereichen wirken nachteilig auf die Phytoplanktonproduktion als wesentliche Grundlage des Nahrungsnetzes der aquatischen Lebensgemeinschaft
- geringe Verweilzeiten des Wassers in Watt- und Flachwasserbereichen wirken beeinträchtigend auf die dort konzentriert vorkommenden Zooplankton- und Fischbrut-/ Jungfischgemeinschaften
- der erhöhte Tidehub sowie Sedimente aufwirbelnde Strömungen verhindern das Aufkommen von Wasserpflanzen in den verbliebenen Nebenelben, so dass die daran gebundenen Tiere wie z.B. krautlaichende Fischarten Bestandseinbußen erfahren haben.

## Arten

- **Makrozoobenthos**

Artendefizite werden insbesondere für Mollusken und für „echte Brackwasserarten“ beschrieben (CLAUS 1998). Als Ursachen werden im wesentlichen die Zunahmen von Strömungsgeschwindigkeiten (in der Fahrrinne) und Tidehub genannt, die sich direkt und indirekt (z.B. Änderungen der Sedimentstruktur, Rückgang submerser Vegetation) beeinträchtigend auf das Vorkommen bestimmter Arten des Makrozoobenthos auswirken.

- **Fische**

Allgemein nachteilig für die Fischfauna ist der Rückgang der Standortvielfalt hinsichtlich Morphologie, Hydrologie, Sedimentstruktur etc. aufgrund der Vereinfachung des ursprünglichen Rinnensystems zu einem Stromschlauch mit wenigen Nebenelben zu werten – ein weltweites Phänomen in Ästuaren und großen Flüssen wie nachfolgendes Zitat aufzeigt („The geomorphic and hydrologic complexity present on channel bottoms, along channel and island margins, and in secondary and tertiary channels of unaltered large rivers are essential to meet life-history needs of fluvial fishes. Simplification of this channel mosaic through dredging, channelization, bank stabilisation, fragmentation, and flow alteration has contributed greatly to global declines of predominantly fluvial dependent fishes like sturgeons, salmonids and gobies.“(GALAT ET AL. 2001))

Stör: im wesentlichen wird Überfischung für das Aussterben zu Beginn des 20. Jahrhunderts verantwortlich gemacht. Defizite, die einer Wiederbesiedlung entgegenstehen, sind aber auch hinsichtlich geeigneter Laichplätze (tiefe sandige oder kiesige Kolke in Nebenelben und Rinnen außerhalb der Fahrrinne) erkennbar.

Bei den Fischen sind auch viele wandernde Arten sehr selten oder ausgestorben (z. B. Lachs, Nordseeschnäpel, Meerneunauge). Die wesentlichen Ursachen dafür liegen oft am Rand oder außerhalb des Bearbeitungsgebietes (Barrierewirkung von Geesthacht und anderen Wehren in der Elbe und ihren Zuflüssen, Defizite in Gewässern oberhalb von Geesthacht).

- **Vögel**

Wiesenlimikolen (u.a. Kampfläufer, Uferschnepfe, Alpenstrandläufer, Großer Brachvogel, Kiebitz): Rückgang der Brutpopulationen aufgrund von Eindeichungen und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung von Weiden und Wiesen (GARTHE ET AL. 1996)

Zwergseeschwalbe: bis in das 19. Jahrhundert hinein vermutlich mehrere hundert Brutpaare auf Sänden, nach Ausbaumaßnahmen im 19. und 20. Jahrhundert nur noch sporadisch auf Spülflächen brütend; Ursache für Rückgang: Verlust natürlicher Dynamik hinsichtlich der Ausbildung von Sänden (GARTHE ET AL. 1996)

Wachtelkönig als weltweit gefährdete Art mit Brutplätzen im Übergangsbereich Röhricht/extensiv genutzte Wiesen; nur noch wenige Brutplätze (u.a. Rhinplate, Pagensand, Pinnau- und Ilmenau-Mündung, Eschschallen, Asseler Sand)

Kampfläufer als Brutvogel naturnah strukturierter, extensiv genutzter und salzwasserbeeinflusster Vorländer.

- **Säugetiere**

U.a. Rückgang oder Aussterben von Großtieren wie Rothirsch und Auerochse; Fischotter ausgestorben bzw. nur noch in Einzelexemplaren nachweisbar.

## 5.8 Landschaft

Die Beschreibung und Bewertung der Landschaft und des Landschaftsbildes an der Unter- und Außenelbe erfolgt auf der Grundlage des Materialbandes X (Landschaft) der UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt sowie der zusammenfassenden Darstellung in der UVS (PÖUN 1997).

Für das Bearbeitungsgebiet werden 5 Landschaftsbildräume unterschieden:

- A Landschaftsbildraum Fluss im Binnenland**
- B Landschaftsbildraum Stadt und Hafen Hamburg**
- C Landschaftsbildraum Unterelbe an der Geest**
- D Landschaftsbildraum Breiter Strom in der Marsch**
- E Landschaftsbildraum Mündung und Wattenmeer.**

Diese typisierten 5 Landschaftsbildräume sind zu groß und zu heterogen gestaltet um sie jeweils einer einheitlichen flächigen Bewertung zu unterziehen. Somit erfolgt eine weitere Untergliederung dieser Räume in 84 Landschaftsbildbereiche. Die einzelnen Landschaftsbildräume bestehen aus 4 bis 23 Landschaftsbildbereichen. Diese sind zwischen 11 ha (Sahlenburger Vorland) und 4187 ha (Krautsand) groß.

Die Bewertung der unterschiedenen Landschaftsbildbereiche wird anhand der drei Kriterien „Raumstruktur und Formenschatz“, „Naturnähe“ sowie „Anthropogene Prägung“ vorgenommen (die Methodik der Bewertung ist in Anlage A5.8-1erläutert).

## **A Landschaftsbildraum Fluss im Binnenland**

### **Beschreibung und Bewertung**

#### Kriterium Raumstruktur und Formenschatz

Die vielfältig vorhandenen Landschaftsbildelemente der Vegetation tragen zur hohen Wertigkeit des Landschaftsbildraumes Fluss im Binnenland bei. In kleinräumigem Wechsel finden sich Röhrichte, Auwald und Auengebüsch, Ruderalvegetation sowie Grünland. Landschaftsbildgliedernd wirken die Prielsysteme im Heuckenlock sowie die Bühnenfelder in den Landschaftsbildbereichen Grünerdeich und Laßrönne Ost, welche sich in einem fortgeschrittenen Stadium der Verlandung befinden und einen kleinräumigen Wechsel von Verlandungsflächen mit Röhrichten und Wattflächen aufweisen.

#### Kriterium Naturnähe

Hohe Wertigkeiten erhalten die naturraumtypischen Biotopobertypen wie Watten, Röhrichte, Auwald und Auengebüsch. Niedrige Wertigkeiten haben landwirtschaftlich genutzte oder bebaute Flächen, insbesondere die Wochenend- und Ferienhauskolonien im Landschaftsbildbereich Overwerder.

#### Kriterium Anthropogene Prägung

Auch in Bezug auf dieses Kriterium gibt es zahlreiche mit einer sehr hohen Wertigkeit belegte Flächen („Historische Kulturlandschaft, unverändert seit 1880“). Im weiteren ist ein feines Mosaik unterschiedlich hoch bewerteter Flächen kennzeichnend.

### **Defizite**

Defizite resultieren aus den Deichvorverlegungen, welche an 14 Teilabschnitten festgestellt wurden. Hierdurch wurde die historisch gewachsene Nutzungsstruktur erheblich überprägt. Des weiteren wird die Breite der naturraumtypischen Abfolge tidebeeinflusster Biotope eingengt.



Weitere Defizite stellen die vorhandenen baulichen Großprojekte in Form der Autobahnbrücken sowie der Staustufe Geesthacht dar. Diese finden sich jeweils am westlichen und am östlichen Ende des Landschaftsbildraumes.

## **B Landschaftsbildraum Stadt und Hafen Hamburg**

### **Beschreibung und Bewertung**

#### Kriterium Raumstruktur und Formenschatz

Für das Erleben von Raumstruktur und Formenschatz bietet dieser Landschaftsbildraum gute bis sehr gute Voraussetzungen. Die hohe Bewertung resultiert aus der kleinteiligen Bebauung, die insbesondere charakteristisch ist für die älteren Bereiche des Hafens, Wilhelmsburgs, Finkenwerders und Harburgs. Am nördlichen Elbufer ist die Geestkante hervorzuheben, welche westlich der Landungsbrücken an Bedeutung gewinnt. Die hohe Wertigkeit bleibt in diesem Bereich auf Grund der landschaftsbildgliedernden Baum- und Strauchvegetation in den Gärten und Parks sowie der Zertalung des Geesthanges erhalten.

#### Kriterium Naturnähe

In Bezug auf das Kriterium Naturnähe weisen Stadt und Hafen Hamburg auf Grund der hohen Bebauungsdichte sowie des vorhandenen Versiegelungsgrades flächendeckend sehr niedrige Bewertungen auf.

#### Kriterium Anthropogene Prägung

Stadt und Hafen Hamburg bieten insgesamt durchschnittliche Voraussetzungen in Bezug auf das Erleben der anthropogenen Prägung. Sehr hoch bewertete Flächen („Historische Kulturlandschaft unverändert seit 1880“) sind die Speicherstadt, Teile von Steinwerder, die Bereiche St. Pauli Landungsbrücken sowie der Altonaer Fischmarkt.

### **Defizite**

Für die Kriterien Raumstruktur und Formenschatz sowie anthropogene Prägung stellen sich schlecht in das Stadtbild einfügende Industrie- und Gewerbegebiete sowie Aufschüttungen und Aufspülungen die bedeutendsten Defizite dar. In Bezug auf das Kriterium Naturnähe ist die weitgehende Befestigung der Ufer zu nennen, welche im Ergebnis dazu führt, dass in diesem Landschaftsbildraum selbst kleinräumige naturraumtypische Vegetationszonierungen fehlen.

## **C Landschaftsbildraum Unterelbe an der Geest**

### **Beschreibung und Bewertung**

#### Kriterium Raumstruktur und Formenschatz

Hohe Wertigkeiten weisen der durch die Zertalung der Geestkante sowie durch Bebauung und Gehölzbewuchs stark gegliederte Landschaftsbildbereich Blankenese sowie die von Röhrich- und Gehölzbeständen dominierten Bereiche Hanskalbsand und Neßsand Ost auf. Bereiche mit schlechten Voraussetzungen für das Erleben von Raumstruktur und Formenschatz bilden die auf Grund der Deichvorverlegungen nur sehr schmal ausgeprägten Vorlandbereiche im Abschnitt Hahnöfer Sand. Insgesamt weist diese Landschaftsbildeinheit eine Zerteilung aus, so dass sich am Nordufer eher hohe und am Südufer eher niedrige Wertigkeiten finden.

### Kriterium Naturnähe

Hohe Wertigkeiten in Bezug auf das Kriterium Naturnähe dominieren im Bereich der Insel Hanskalbsand / Neßsand sowie im Mühlenberger Loch. Hier finden sich naturraumtypische Zonierungen. Insgesamt ist der Landschaftsbildraum jedoch von geringer Naturnähe.

### Kriterium Anthropogene Prägung

Charakteristisch für diesen Landschaftsbildraum ist der hohe Anteil nicht anthropogen genutzter Flächen. Sehr hoch zu bewerten ist lediglich der Landschaftsbildraum Blankenese.

### **Defizite**

Defizite in Bezug auf das Landschaftsbild bilden die Deichvorverlegungen im Abschnitt Hahnöfersand / Alte Süderelbe sowie die Aufspülungen auf Hanskalbsand / Schweinsand. Weitere Defizite entstehen durch vorhandene Uferverbauungen welche die Ausprägung standorttypischer Vegetationszonierungen verhindern.

## **D Landschaftsbildraum Breiter Strom in der Marsch**

### **Beschreibung und Bewertung**

#### Kriterium Raumstruktur und Formenschatz

Gliedernde Landschaftsbildelemente gehen hier zunehmend von der Bebauung, besonders von der Siedlung Krautsand, und weniger von der Vegetation aus. Als raumstrukturelles Merkmal tritt gegenüber der „Kammerung“ im Binnenland zunehmend die „Weite“ als Charakteristikum der Küstenlandschaft auf. 2 von 23 Landschaftsbildbereichen, Krautsand und Baljer Außendeich Ost sind mit sehr gut zu bewerten. 7 weitere Landschaftsbildbereiche sind mit gut zu bewerten.

#### Kriterium Naturnähe

Auf Grund der zahlreich vorhandenen naturraumtypischen Biotopobertypen bietet dieser Landschaftsbildraum mehrheitlich sehr gute bis gute Voraussetzungen für das Erleben des Kriteriums Naturnähe.

#### Kriterium Anthropogene Prägung

Sehr hochwertige Bereiche der Kulturlandschaft, also Flächen welche seit 1880 unverändert genutzt werden bilden die Grünlandbereiche auf Krautsand, St. Margarethen und Twielenflether Sand.

Seit 1955 stark verändert wurde z. B. das Bühnenfeld im Wedeler Watt. Weiterhin wurden nach 1955 die Inseln Lühesand, Pagensand, Schwarztonnensand und Rhinplate in der Elbe aufgespült.

### **Defizite**

Defizite im Bereich der Inseln Schwarztonnensand und Pagensand stellen die aus der Unterbringung von Baggergut resultierenden künstlichen, z. T. landschaftsuntypisch überhöhten Geländeaufhöhungen dar, welche in Verbindung mit dem hohen Anteil sandiger Fraktionen im aufgespülten Substrat (sandige Substrate entsprechen nicht den naturräumlichen Bedingungen der Marschenlandschaft) die Ausbildung naturraumtypischer Biotopobertypen verhindern. Weitere Aufspülungsbereiche finden sich auf der Insel Lühesand, der Rhinplate sowie südlich von Glückstadt.

Bereiche mit einer naturraumtypischen Uferzonierung finden sich nur auf ca. 10% der Uferabschnitte, so dass auch in diesem Landschaftsbildraum der harte Uferverbau ein erhebliches Defizit in Bezug auf das Landschaftsbild darstellt.

Gravierende Überprägungen des Landschaftsbildes stellen weiterhin die Deichvorverlegungen an der Haseldorfer Binnenelbe, dem Bützflether Außendeich und in Nordkehdingen dar.

Belastungen gehen von baulichen Großobjekten vor allem in Form der Industrieanlagen bei Brunsbüttel, Brokdorf, Bützflether Sand und den 200 m hohen Hochspannungsmasten bei Lühesand aus.

## **E      Landschaftsbildraum Mündung und Wattenmeer**

### **Beschreibung und Bewertung**

#### Kriterium Raumstruktur und Formenschatz

Im Landschaftsbildraum Mündung und Wattenmeer überwiegen gute bis sehr gute Voraussetzungen für das Erleben von Raumstruktur und Formenschatz. Sehr niedrig bewertet sind drei Landschaftsbildbereiche innerhalb des Landschaftsbildraums (Grodten, Sahlenburger Vorland und Neuwerk West).

#### Kriterium Naturnähe

Im Landschaftsbildraum Mündung und Wattenmeer überwiegen naturraumtypische Biotopobertypen mit einer hohen Wertigkeit. Landwirtschaftlich genutzte Flächen am Südufer und der Bereich um das Oste-Sperrwerk sind niedrig bewertet (Flächenwertstufe 4). Teile von Cuxhaven sind sehr niedrig bewertet (Flächenwertstufe 5).

#### Kriterium Anthropogene Prägung

Es überwiegen Flächen mit hoher bis sehr hoher Wertigkeit in Bezug auf die anthropogene Prägung wie z.B. die ausgedehnten Grünlandflächen von der Ostemündung bis nach Cuxhaven (die Flächen sind seit 1880 unverändert) ebenso wie die Salzwiesen auf Neuwerk und im südlichen Dithmarschen sowie Teile des Stadtgebietes von Cuxhaven. Flächen mittlerer Wertigkeit (nach 1955 stark veränderte Flächen) beschränken sich im wesentlichen auf die im südlichen Teil von Dithmarschen neu gewonnenen Flächen.

### **Defizite**

Defizite in Bezug auf das Landschaftsbild stellen die Deichvorverlegungen in Nordkehdingen sowie die Veränderungen durch den Bau des Oste-Sperrwerkes dar.

## 6 Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands

Aus den vorangegangenen Beschreibungen des ökologischen Zustands bzw. der aufgezeigten ökologischen Defizite der Unter- und Außenelbe werden nachfolgend Möglichkeiten aufgezeigt, mit denen sich dieser Zustand in Hinblick auf die in Kapitel 4 dargestellten Entwicklungsziele verbessern lässt. Da ökologische Verbesserungsmöglichkeiten für das Elbe-Ästuar aufgezeigt werden sollen, erfolgen auch Aussagen über die in Kapitel 1 beschriebenen Grenzen des Bearbeitungsgebietes, d. h., die Hauptdeichlinie, hinweg. So werden z. B. Hinweise zu Flächen binnendeichs der Hauptdeiche gemacht, sofern durch Möglichkeiten z. B. eines Wiederanschlusses von Flächen, die ursprünglich mit der Elbe in Verbindung standen, ökologische Verbesserungen für das Elbe-Ästuar zu erwarten sind. Diese Aussagen erfolgen unabhängig davon, ob solche Maßnahmen gegenwärtig oder in fernerer Zukunft aus den unterschiedlichen Gründen heraus realisierbar erscheinen oder nicht. Dies betrifft z.B. Gebiete wie die Haseldorfer Binnenelbe oder die Alte Süderelbe, wo bestimmte (Teil-) Lösungen einer Wiederanbindung bisher aus naturschutzfachlichen oder anderen Gründen nicht weiter verfolgt werden konnten.

### 6.1 Hydrologie

Das Elbe-Ästuar wird auf verschiedenste Weise genutzt. Es ist Transportweg für die Schifffahrt und Vorfluter für Frisch-, Brauch- und Abwasser. Es handelt sich hier um ein Gewässersystem mit Hauptrinne und Nebenrinnen. Dazu kommen Nebenflüsse, in denen die Tide ausser bei Sturmflut frei ein- und ausschwingen kann. Im Sturmflutfall werden die an den Mündungen vorhandenen Sperrwerke geschlossen. Man kann mit ca. 20 Sperrungen im Jahr rechnen. Desweiteren werden in den Sommermonaten Sperrungen zur landwirtschaftlichen Nutzung mit separaten Einrichtungen durchgeführt.

Zur Erhaltung und Verbesserung des jetzigen hydrologischen Zustandes des Elbe-Ästuars können folgende Maßnahmen genannt werden: Schaffung von Fluträumen und eine verbesserte Durchströmung der Nebenelben bzw. verbesserte Anbindung von Nebengewässern, so dass diese insgesamt hydraulisch wirksamer werden. Durch das Zusammenspiel der Vergrößerung von Querschnittsfläche und Volumen, sowie die Erhöhung der natürlichen Rauheit werden die Tideparameter  $Thw$  und  $Thb$  tendenziell kleiner und das  $Tnw$  angehoben. Die z.Zt auf die Hauptfahrrinne konzentrierten Flut- und Ebbströme werden durch die verbesserte Durchströmung der Nebenelben ein vielschichtigeres Strömungsbild ergeben. Die Durchflussvolumina der Flut- und Ebbphasen werden sich auf den Hauptstrom und die Nebenelben verteilen.

Beispielhaft sind als Bereiche für Maßnahmen zu nennen:

- Haseldorfer Binnenelbe (hydraulische Anbindung an die Elbe)
- Hahnöfer Nebenelbe (hydraulische Anbindung an die Elbe)
- Pagensander Nebenelbe (hydraulische Anbindung an die Elbe)
- Glückstädter Nebenelbe (Verbesserung der Durchflussverhältnisse)
- Wischhafener Süderelbe (hydraulische Anbindung an die Elbe)
- Lühesander Süderelbe (hydraulische Anbindung an die Elbe)
- Alte Süderelbe (hydraulische Anbindung an die Elbe durch beidseitiges Öffnen).

Für diese Maßnahmen sind hydraulische Untersuchungen erforderlich, um stabile morphologische Bedingungen zu erhalten und um eventuell anfallende Unterhaltungsmaßnahmen zu minimieren. Die hydraulischen Untersuchungen können mit einem physikalischen oder mathematischen Modell erfolgen. Gleichzeitig mit der hydraulischen Berechnung könnte eine Optimierung der einzelnen Maßnahmen erfolgen, um somit den größtmöglichen Effekt, gemessen an den Tideparametern  $Th_w$ ,  $Tn_w$  und  $Th_b$ , zu erzielen. Je nach hydraulischer Wirksamkeit der verschiedenen Anbindungen der Nebelnelben könnten somit die Maßnahmen mit den größten Wirkungen zusammengeschlossen werden. Anbindungen, welche nicht so effektvolle Wirkungen in der Reduzierung der Tideparameter erzielen, könnten aus hydrologischer Sicht vernachlässigt werden

Einhergehend mit einem verbesserten Anschluss von Nebengewässern könnte zusätzlicher Flutraum durch eine Rückverlegung von Hauptdeichen geschaffen werden, z. B. im Rahmen einer Anbindung der Wischhafener Süderelbe. Weitere Möglichkeiten zur Bereitstellung von zusätzlichem Flutraum bieten sich stromauf und stromab der Ostemündung an. Zum einen ist es der Nordkehdingener Bereich, in dem eine Deichrückverlegung zusätzlichen Überflutungsraum schaffen könnte, zum anderen der Bereich des Belumer Außendeichs, wo durch durch eine Schlitzung / Schleifung des Sommerdeiches ebenfalls zusätzlicher Flutraum entstehen würde. [Die Schlitzung des Belumer Außendeichs wurde bereits im LBP zur Fahrrinnenanpassung (BFG 1997) als Kompensationsmaßnahme vorgeschlagen, die erforderlichen Grundstücke konnten aber nicht vollständig erworben werden, so dass diese Maßnahme nicht ausgeführt werden konnte.]

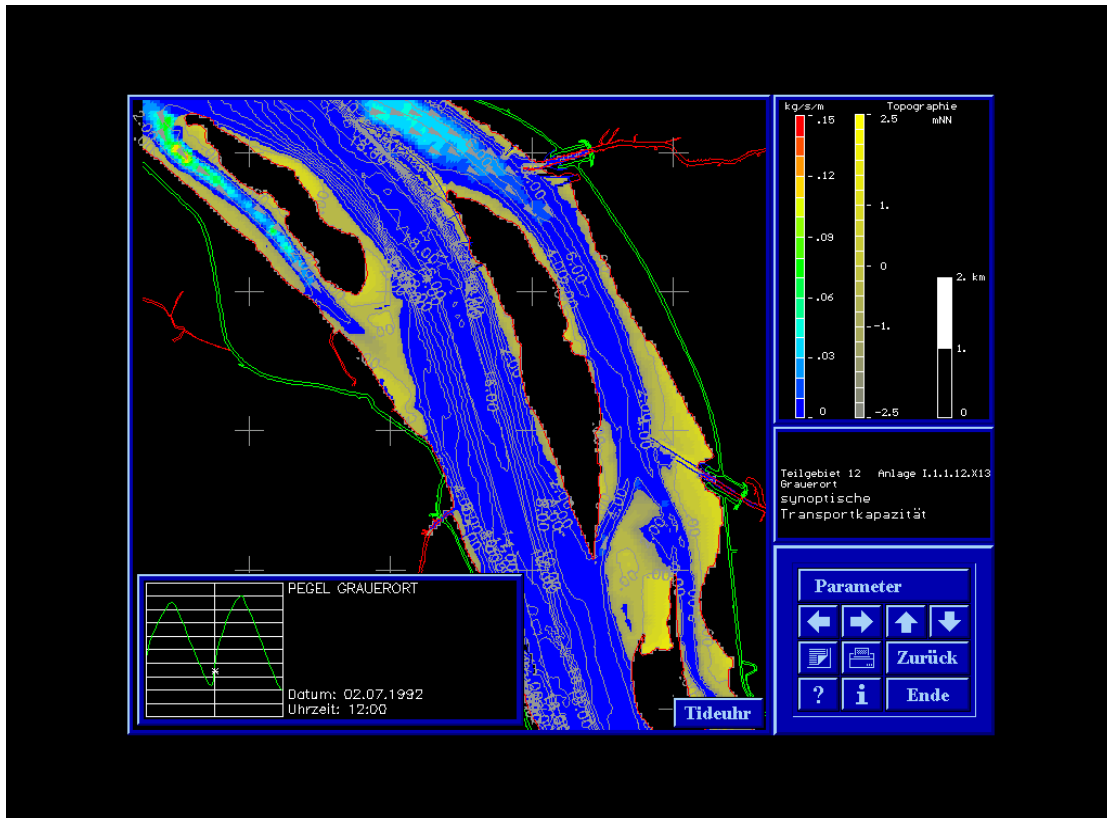
Zusätzlicher Flutraum führt bei der einschwingenden Tidewelle zu geringeren Wasserständen und trägt zur Energiedissipation bei. Das bewirkt, dass die Tideparameter wie  $Th_w$  und  $Tb_h$  besonders in den weiter elbaufwärts liegenden Bereichen - im weitesten Sinne das Stadtgebiet von Hamburg bis zur Tidegrenze am Wehr Geesthacht - nicht so hoch auflaufen. Einhergehend mit den genannten Maßnahmen würden sich auch die Fließ- und Strömungsverhältnisse in den einzelnen Tidephasen ändern und tendenziell verbessern. Die z.Zt. in der Hauptfahrrinne dominierenden Flut- und Ebbströmungen würden sich durch die Vergrößerung des Fließquerschnittes auch auf die Nebelnelben verteilen und somit kleiner werden.

## 6.2 Morphologie

Mit fortschreitendem Ausbau haben sich die hydraulischen Verhältnisse in der Tideelbe stark verändert (vgl. Kapitel 5.1). So hat sich z.B. der mittlere Tidehub am Pegel St. Pauli von ca. 1,90 m um die Jahrhundertwende auf 3,65 im Jahre 1995 erhöht. Die Vertiefung der Fahrrinne bewirkt eine Verminderung der relativen Sohlenreibung, wodurch der Hauptdurchfluss auf das Rinnensystem "Fahrwasser" gebündelt wird. Gleichzeitig nimmt die Strömungsintensität in den meisten Nebelnelben ab.

Auf Grund des Gutachtens zur UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt der BAW (Hydromechanik, Materialband I) lassen sich die hydraulisch-morphologischen Verhältnisse im Fahrwasser und den Nebelnelben folgendermaßen beschreiben:

Kurz nach dem Kenterpunkt bei anlaufender Flutwelle ergeben sich im unterstromigen Bereich (Einlauf bei Flut) der jeweiligen Nebenelbe relativ hohe Geschwindigkeiten (bis zu 1 m/s) begleitet von den zugehörigen Transportkapazitäten (Abbildung 6.2-1). Dies bedeutet, dass ein starker Eintrag an Feststoffen in die Nebenelben erfolgt.



**Abbildung 6.2-1: Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand bei anlaufender Flutwelle (BAW Gutachten 1996, beiliegende CD "Tidedynamik des Elbe-Ästuars")**

Die beschriebenen Phänomene bewirken eine starke Verlandungstendenz, wie sie z.B. in der Hahnöfer Nebenelbe, der Haseldorfer Binnenelbe, der Pagensander Nebenelbe und der Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand zu erkennen ist. Anhand der im UVU-Gutachten der BAW (Hydromechanik, Materialband I) enthaltenen Differenztopografiedarstellungen 1995-1970/72 sind Auflandungen von bis zu 5 m in den o.a. Nebenelben, sowie in der Wischhafener Süderelbe, dem Wischhafener Fahrwasser und im Freiburger Hafenspiel zu erkennen. Bei weiterem Fortschreiten der Verlandung wäre damit zu rechnen, dass die Nebenelben - zumindest teilweise - so stark aufsedimentieren, dass ein oberwasserseitiger Anschluss an das Hauptgerinne nicht mehr gewährleistet ist. (Dies zeigt sich z. B. bei der Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand. Dort besteht bei Tnw keine Anbindung mehr an den Hauptstrom. Diese Abtrennung führt zu einer starken Verlandung der gesamten Rinne.) Dadurch würden dem Tidegewässersystem Elbe wichtige morphologische Struktu-

relemente verloren gehen; es würde sich mehr und mehr in Richtung auf ein gestrecktes "Einrinnensystem" verändern. Um dieser Entwicklung entgegen zu wirken und ein gewisses Maß an morphologischer Strukturvielfalt zu erhalten, wird vorgeschlagen, die verlandeten Nebnelben auszubaggern, um so eine entsprechende Durchströmung zu ermöglichen. Dabei ist der unterstromige und vor allem der oberstromige Anschluss an das Hauptgerinne so zu gestalten, dass die durchströmenden Wassermengen, bzw. die vorherrschende Fließgeschwindigkeit ausreichend groß ist, dass eine Wiederverlandung minimiert wird. Inwieweit dies gelingen kann müssen entsprechende hydraulische Voruntersuchungen zeigen. Es ist wahrscheinlich, dass gewisse Unterhaltungsbaggerungen notwendig sein werden, um ausreichend Durchflussraum in den Nebnelben dauerhaft vor zu halten.

Für alle nachfolgend beschriebenen potenziellen Maßnahmen müssen die Auswirkungen auf die Wasserstände im Hauptgerinne und auf die Schifffahrt, sowohl einzeln als auch in der Gesamtschau, durch zwei- bzw. dreidimensionale hydraulische Berechnungen nachgewiesen werden.

Nachfolgend werden die Nebengewässer der Elbe und deren Potenzial zur Erhöhung der morphologischen Strukturvielfalt näher beschrieben:

Beim Vergleich der Peilkarten zeigt sich, dass im **Mühlenberger Loch** in den letzten vier Jahrzehnten großflächig Sedimentation stattgefunden hat. In weiten Bereichen sind Anlandungen von mehreren Metern zu beobachten (SIEFERT 1984; BAW 1996). Vom Mündungsbereich der Este zieht sich eine ziemlich genau Nord-Süd ausgerichtete, schmale Rinne mit einer Tiefe von ca. 2 - 3 m unter KN durch das Mühlenberger Loch bis zur Fahrrinne der Elbe. Die Strömungsintensität der Este reicht jedoch nicht aus um das Mühlenberger Loch großräumig von Sedimentationen freizuhalten.

Ein Teil des Mühlenberger Lochs wird augenblicklich für die DA-Erweiterung durch Baumaßnahmen aufgelandet.

Eine künstliche Räumung des Mühlenberger Lochs ist aus hydraulisch-morphologischer Sicht nicht sinnvoll, da in kürzester Zeit wieder mit der Ablagerung von Sedimenten zu rechnen ist, die nur durch erneuten Maschineneinsatz ausgeräumt werden können. Durch hydraulische Maßnahmen kann diesem Vorgang nicht nachhaltig begegnet werden. Außerdem sind die zu entfernenden Sedimente stark mit Schadstoffen belastet, die durch das Baggern remobilisiert und so wieder in das System Elbe - Nordsee eingebracht werden (vgl. Kapitel 5.3 und 6.3).

Morphologisch und hydraulisch muss das Mühlenberger Loch im Zusammenwirken mit der Este(-mündung) und der **Hahnöfer Nebnelbe** betrachtet werden. Der unterstromige Bereich der Hahnöfer Nebnelbe bis ungefähr zur ehemaligen, oberstromigen Einmündung der Borsteler Binnenelbe befindet sich in einem relativ stabilen morphologischen Zustand, d.h. über einen längeren Zeitraum betrachtet ist die Summe aller eingetragenen Feststoffe ungefähr gleich groß der Summe aller ausgehenden.

Die Wassertiefen betragen hier in Längsrichtung durchgehend ca. 2 m unter KN. Jedoch hat sich die Rinnenbreite in den letzten Jahren erheblich reduziert. Beim Über-

gang der Nebenelbe zum Mühlenberger Loch sind größere Anlandungen in Form einer Barre festzustellen, die ein freies Ein- und Ausschwingen der Tidewelle behindern (siehe BAW 1996). Dies begünstigt eine weitere Verlandung sowohl der Nebenelbe als auch des Mühlenberger Lochs. Im Rahmen einer Kompensationsmaßnahme zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt wird die Hahnöfer Nebenelbe in diesem Abschnitt noch in diesem Jahr auf 125 m Breite und einer Tiefe von 2,50 m unter KN ausgebaggert.

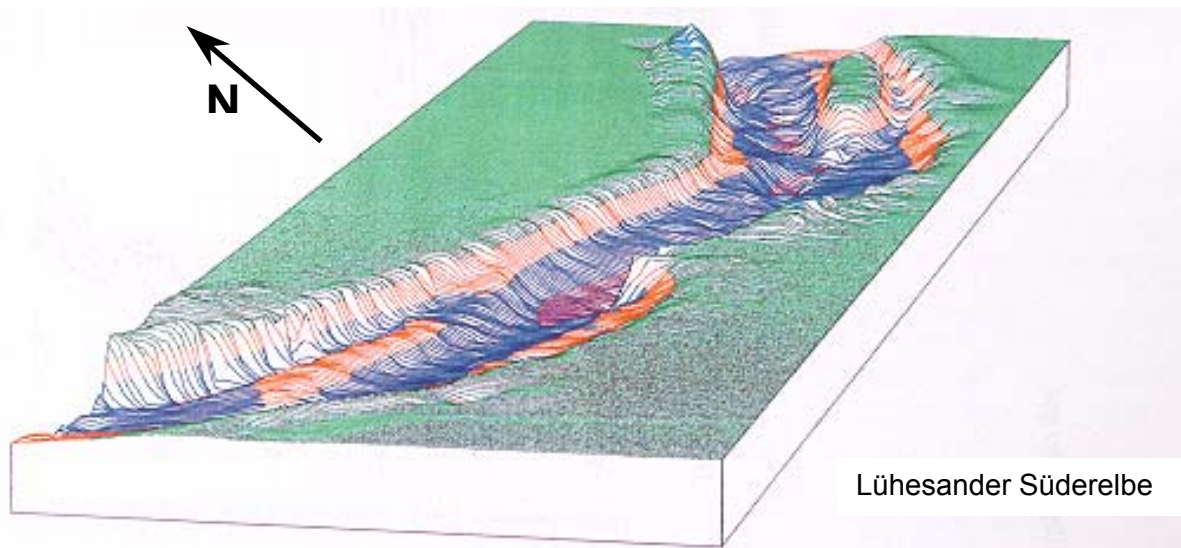
Eine zusätzliche Alternative zur Erhöhung der Strukturvielfalt und zur Verbesserung der hydraulischen Situation zur Freihaltung der Hahnöfer Nebenelbe und des südlichen Teils des Mühlenberger Lochs wäre ein Anschluss der **Alten Süderelbe** jeweils an deren westlichen und östlichen Ende, um eine Durchströmung zu gewährleisten. Unter Berücksichtigung der hydraulischen Gesamtwirkung der frei gebaggerten Rinne der Hahnöfer Nebenelbe mit einer Ost-West gerichteten Durchströmung des Südteils des Mühlenberger Lochs (Richtung Alte Süderelbe) ist davon auszugehen, dass durch die Anbindung der Alten Süderelbe Sedimentationen in diesem Abschnitt nachhaltig zu verhindern sind.

Zu bedenken ist jedoch, dass auf Grund der bereits bestehenden Start- und Landebahn der Daimler Chrysler Aerospace Airbus GmbH und des DA-Erweiterungsgeländes die Einmündung der Alten Süderelbe weiter in Richtung Süden verlegt werden müsste. Außerdem ist in Betracht zu ziehen, dass durch die eventuelle Verbindung der Alten Süderelbe mit dem Köhlfleet/ Finkenwerder Vorhafen eine Verlandung dieses Hafenteils begünstigt wird. Vor einer weiteren Ausarbeitung dieser Variante ist es unabdingbar, die sich daraus ergebende hydraulische und den Feststofftransport betreffende Situation in einer erweiterten Untersuchung detailliert zu betrachten.

Aus ökologisch-morphologischer Sicht bringt ein Wiederanschluss der **Borsteler Binnenelbe** an den Hauptstrom der Elbe eine wesentliche Verbesserung des Ökosystems Fluss - Aue. Durch diese Maßnahme wäre die Borsteler Binnenelbe an das Tidesystem angebunden und die Inselfunktion des Hahnöfer Sandes wieder gegeben. Ein Deichrückverlegung und die Anlage von Wattflächen im Bereich des Hahnöfer Sandes wird im Rahmen einer Kompensationsmaßnahme im Zuge der DA-Erweiterung bereits teilweise durchgeführt. Bei einer eventuellen Wiederanbindung der Borsteler Binnenelbe müssten notwendige Hochwasserschutzmaßnahmen für die bestehende Bebauung nochmals überdacht bzw. an die neue Situation angepasst werden.

Die **Lühesander Süderelbe** ist gekennzeichnet durch eine tiefe Rinnenstruktur mit Wassertiefen zwischen 0,5 m und 7 m unter KN und steilen Uferböschungen. Die Sohle der Tiefenrinne befindet sich in einem morphologischen Gleichgewicht. Die niedersächsischen Elbeufer und die Ufer am Lühesand sind relativ steil und überwiegend durch massive Steinschüttungen befestigt, wodurch auch das Fehlen der eigentlich für Nebengewässer typischen Wattbereiche begründet ist. In Abbildung 6.2-2 ist anhand einer dreidimensionalen Darstellung die morphologische Struktur der Süderelbe deutlich zu erkennen.





**Abbildung 6.2-2: Dreidimensionale Darstellung der Lühesander Süderelbe, Überhöhung 1:10 (WSD NORD 1998)**

Die Lühesander Süderelbe wird hauptsächlich von kleineren Sportbooten befahren, die überwiegend einen Pendelverkehr zwischen dem Campingplatz auf Lühesand und dem Südufer der Nebelbe durchführen. Die Dichte des Sportbootverkehrs ist jahreszeitlich bedingt sehr unterschiedlich. Nach Überprüfung des zu erwartenden Wellenschlags und den daraus resultierenden erosiven Kräften wird deshalb vorgeschlagen die Versteinung im Uferbereich in Teilbereichen, die nur geringem Wellenschlag ausgesetzt sind, zu entfernen und durch eine naturnähere Ufersicherung zu ersetzen. Die Einsatzmöglichkeiten von biologischen Bauweisen zur Ufersicherung müssen dabei im Einzelfall überprüft werden. Im Rahmen der Uferumgestaltung sollten gleichzeitig die Ufer abgeflacht werden, um so wieder einige Bereiche mit typischen Flachwasserzonen und Watten herzustellen.

Die **Haseldorfer Binnenelbe** umschließt den Bishorster Sand und den Juelssand auf der Nordseite. Seit 1975/76 die Haseldorfer Binnenelbe durch den neuen Hauptdeich abgetrennt wurde, bildet dieser die Nordgrenze des Juelssand. Bishorster Sand und Juelssand werden durch das **Dwarsloch** getrennt.

Ursprünglich handelte es sich hier um ein Inselsystem, das von einigen Prielen durchzogen war. Durch das Abtrennen der Haseldorfer Binnenelbe wurden die Verhältnisse nachhaltig verändert. Eine Durchströmung der Binnenelbe ist kaum mehr gegeben. Die hydraulisch sehr ungünstigen Strömungsbedingungen in Form von zwei 90°-Krümmungen (Übergang Haseldorfer Binnenelbe zum Dwarsloch, Übergang Dwarsloch zum Hauptstrom der Elbe) bewirken, dass die Strömungsgeschwindigkeiten relativ gering sind und somit eine Sedimentation begünstigt wird. Die Wassertiefen sind augenblicklich in der Haseldorfer Binnenelbe ca. 1,5 m unter KN und im Dwarsloch ca. 3 m unter KN. Eine Aufweitung und/oder Vertiefung dieser beiden Rinnen scheint nicht sinnvoll, da durch die bereits beschriebenen ungünstigen Strömungsverhältnisse mit einer raschen Wiederverlandung zu rechnen ist.

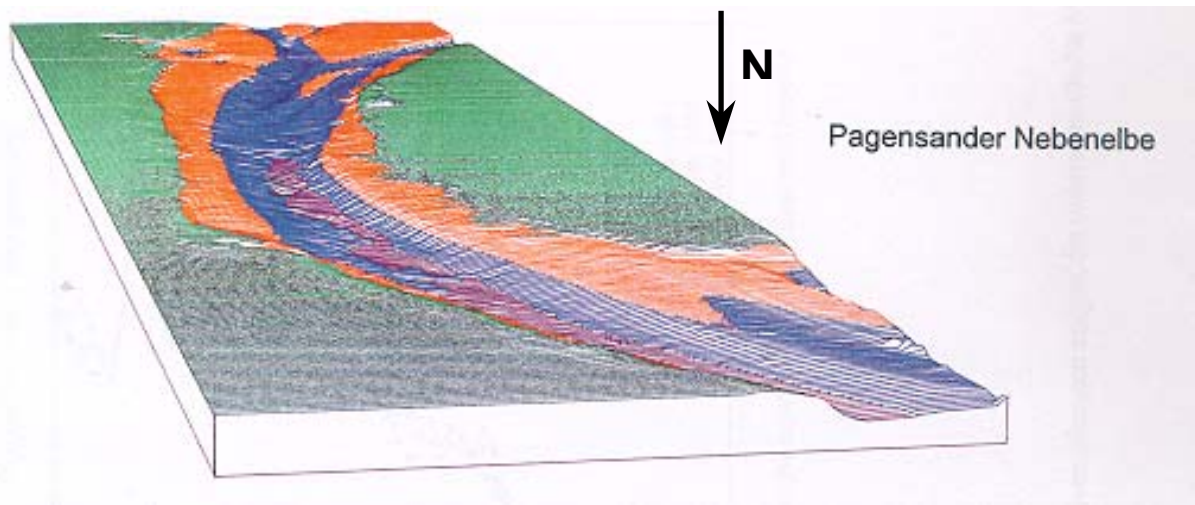
Eine Vertiefung erscheint nur dann zweckmäßig, wenn gleichzeitig ein Wiederanschluss des östlich des Hauptdeichs gelegenen Teils der Haseldorfer Binnenelbe

und deren oberstromige Anbindung an das Hauptgerinne der Elbe vorgesehen wird. Eine Rückverlegung des Hochwasserschutzdeiches nördlich des binnendeichs gelegenen Teils der Haseldorfer Binnenelbe und der Hetlinger Binnenelbe würde eine mehrere hundert Hektar große zusammenhängende Auelandschaft mit elbetypischen Süßwasserwattbereichen, Flachwasserbereichen durchzogen von Prielen entstehen lassen, die dem einst typischen Lebensraum von Auewäldern, Röhrichflächen und einem verästelten System von Prielen und Nebenarmen nahe kommen würde (BUß 2001). Die hier angesiedelte Kläranlage Hetlingen ist durch einen separaten Deich vor Hochwasser geschützt. [Im Zusammenhang mit Kompensationsmaßnahmen im Zuge der Fahrrinnenanpassung (BfG 1997) wird augenblicklich im Bereich Hetlingen / Giesensand die landwirtschaftliche Nutzung auf größeren Flächen bereits extensiviert, für das Maßnahmenggebiet Haseldorfer/ Wedeler Marsch sind ebenfalls umfangreiche Extensivierungen vorgesehen (LBP-Ergänzung, BfG 2000).]

Die **Pagensander Nebenelbe** ist in den Jahren zwischen 1972 und 1995 um bis zu 4 m aufgelandet. Insbesondere auf der Innenseite der Krümmung sind deutlich Sedimentationsbereiche zu erkennen. Durch den Bau von Sturmflutsperrwerken in Verbindung mit der Umgestaltung der Einmündungsbereiche von Pinnau und Krückau, durch den Bau des Hauptdeiches (dadurch Abdämmung des Südendes der Haseldorfer Binnenelbe) sowie Strombaumaßnahmen wurde das Regime der Pagensander Nebenelbe in vielfältiger Weise beeinflusst.

Abbildung 6.2-3 zeigt eine dreidimensionale Darstellung der Pagensander Nebenelbe mit der für tidebeeinflusste Gewässer typischen morphologischen Struktur. Sie gliedert sich in Wattbereiche und Rinnen, wobei die Wattbereiche in der Fläche dominieren, was der Verteilung in einem natürlichen Gerinne im Tidebereich entspricht (WSD NORD 1998). Dieser ökologisch-morphologisch wertvolle Zustand sollte erhalten werden.

In BAW (1996) wird für die Pagensander Nebenelbe ein mittlerer morphologischer Gleichgewichtszustand beschrieben. Im nördlichen Teil sind örtlich Auflandungen auf der ganzen Breite in Folge der Umgestaltung des Leitdammes Pagensand Nord, im südlichen Abschnitt insbesondere in den Bereichen mit größerer Wassertiefe erkennbar. Bei Baggerungen, die zur Freihaltung und guten Durchströmung der Rinnen eventuell notwendig sind, ist darauf zu achten, dass die Grundstruktur (flache Böschungen, großer prozentualer Flächenanteil in Watthöhe) erhalten bleibt.



**Abbildung 6.2-3: Dreidimensionale Darstellung der Pagensander Nebenelbe, Überhöhung 1:10 (WSD NORD 1998)**

Die **Flutrinne** hinter dem **Schwarztonnensand** ist unterwasserseitig an das Hauptgerinne der Elbe angeschlossen. Oberwasserseitig besteht bei Tnw kein Anschluss mehr. Es wird empfohlen diesen Anschluss wieder herzustellen und so einen durchströmten Bereich einer Nebenelbe zu schaffen. Die Strömungsgeschwindigkeiten in dem ertüchtigten Nebengewässer sollten so groß sein, dass sich ein neues morphologisches Gleichgewicht ohne erneute Sedimentationsbereiche einstellt.

Das System **Wischhafener Fahrwasser/Wischhafener Süderelbe/Freiburger Hafenpriel** ist gekennzeichnet durch sehr starke Sedimentationen. Beim Vergleich der Peilpläne ergeben sich großflächige Auflandungen von bis zu 5 m in einem Zeitraum von etwa 15 Jahren (von 1979 bis 1995). In den letzten zehn Jahren (zwischen 1989 und 1999) sind ebenfalls 4 - 5 m Sedimentation aufgetreten. Besonders betroffen sind das Wischhafener Fahrwasser und der Freiburger Hafenpriel. Die Herstellung des Durchstichs durch das Krautsander Watt, um die Zufahrt für die Fähre zwischen Glücksstadt und Wischhafen zu erleichtern, bedingte eine erneute Änderung des morphologischen Systems. In dem neu erstellten Durchstich sind derzeit umfangreiche Unterhaltungsbaggerungen erforderlich um den Sedimentationen zu begegnen.

Diese starken Verlandungen und die damit einher gehende Verminderung der Wassertiefen (Wischhafener Süderelbe ca. 2,5 m unter KN, Wischhafener Fahrwasser ca. 1,5 m unter KN) bewirken eine Verminderung der durchströmbaren Querschnittsfläche. Maßnahmen zu einer Rückführung des außerordentlich komplexen Systems Wischhafener Fahrwasser/ Wischhafener Süderelbe und Freiburger Hafenpriel in einen naturnahen hydraulischen und morphologischen Zustand können ohne zusätzliche detaillierte Untersuchungen nicht vorgeschlagen werden. In diesem Zusammenhang sollten dann auch die wasserwirtschaftlichen Randbedingungen und eventuelle Änderungen einbezogen werden.

Die **Glückstädter Nebanelbe** befindet sich in einem morphologischen Gleichgewichtszustand. Eingriffe zur Verbesserung der Morphologie sind hier nicht notwendig und sinnvoll.

Nachfolgend werden noch einige grundsätzliche Überlegungen angestellt, die für das gesamte Gebiet gelten und vor der Durchführung im Einzelfall überprüft werden müssen.

Eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Ufersicherungen im gesamten Untersuchungsgebiet sowohl im Hauptgerinne der Elbe, vor allem aber auch in den Nebengewässern der Elbe, verbunden mit einer Gegenüberstellung der jeweils vorhandenen Uferbelastung auf Grund von Wellenschlag, Windstau, Anströmung am Außenufer etc. könnte aufzeigen, in welchen Bereichen ein Ersatz von bestehendem harten Uferverbau durch **naturnahe Ufersicherungsmaßnahmen** möglich ist. Eine gleichzeitige Umgestaltung der Uferbereiche durch Abflachung von Steilböschungen bringt zusätzlichen ökologischen Nutzen.

Im Rahmen der Anbindung der Borsteler Binnenelbe und der Haseldorfer Binnenelbe wurden bereits **Deichrückverlegungen** vorgeschlagen. Bei einer weiteren Detaillierung der Untersuchungen sollte analysiert werden, ob zusätzliche Gebiete existieren in denen eine Rückverlegung des Hochwasserschutzdeiches möglich ist, um so verloren gegangene Au Landschaft wieder entstehen zu lassen. Darüber hinaus wird für den Hochwasserfall zusätzlicher Überflutungs- und Retentionsraum geschaffen.

### **6.3 Schadstoffbelastung und ökotoxikologische Wirkungen in Schwebstoffen und Sedimenten**

Wie in Kapitel 5.3 bereits dargelegt, sind die in den feinkörnigen Wattbereichen oberhalb Glückstadt gespeicherten Schadstoffe als ökologisch besonders problematisch einzustufen. Eine endgültige Entfernung der hoch mit Schadstoffen belasteten Sedimente aus dem Ökosystem Tideelbe/Nordsee wäre - aus Sicht der Schadstoffbelastung - eine mögliche Maßnahme zur Verbesserung des ökologischen Potenzi als. Da für einzelne Maßnahmen jedoch bis zu einigen Millionen m<sup>3</sup> belastete Sedimente entfernt und sicher untergebracht werden müssten, sind sie aus Kostengründen und wegen des fehlenden Deponieraums kaum realisierbar. Außerdem würden viele km<sup>2</sup> Naturschutzgebiete betroffen sein und damit der Lebensraum für Flora und Fauna möglicherweise stark beeinträchtigt sein.

Eine völlige Einkapselung der Bereiche mit hoher Schadstoffbelastung (z.B. durch Abdeichung oder Spundwände) und damit eine Isolierung derselben vom restlichen Ökosystem Tideelbe/Nordsee wäre eine ebenfalls denkbare ökologische Aufwertung, allerdings nur unter den Aspekten Schadstofffreisetzung und ökotoxikologische Wirkung. Andere Schutzgüter (z. B. Flora, Fauna) würden aber durch solche Maßnahmen, die überdies mit extrem hohen Kosten verbunden wären, erheblich beeinträchtigt. Die derzeit laufende Erweiterung des Werksgeländes der Daimler-Chrysler-Aerospace Airbus GmbH im Mühlenberger Loch stellt im Grunde genommen eine solche Maßnahme dar.

Im Kapitel 6.1 und 6.2 werden an verschiedenen Stellen Vorschläge unterbreitet, einige Nebengewässer der Tideelbe horizontal und vertikal aufzuweiten. Wenn bei solchen Maßnahmen die Mobilisierung von Schadstoffen minimiert wird, und das anfallende Baggergut an Land oder unter Wasser sicher deponiert werden kann, ist aus chemischer und ökotoxikologischer Sicht nichts gegen eine solche Maßnahme einzuwenden.

Hinsichtlich der Schadstoffbelastung und der ökotoxikologischen Wirkung in Wattsedimenten des Elbe-Ästuars besteht somit im Rahmen dieser Potenzialanalyse die Aufgabe nicht in der Formulierung möglicher ökologischer Aufwertungen. Vielmehr liegt der Schwerpunkt auf der fachlichen Begleitung der Maßnahmen, die zum einen zur Minimierung negativer ausbaubedingter Effekte (z.B. zur Verringerung des Tidehubs), zum anderen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes der Elbe vorgeschlagen werden.

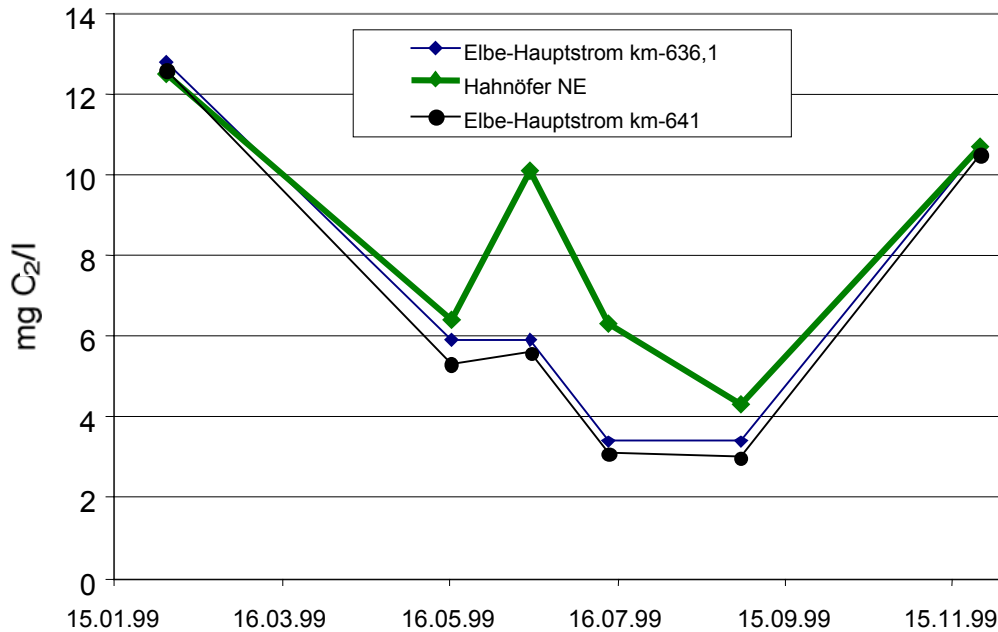
#### **6.4 Wasserbeschaffenheit**

Folgende Maßnahmen könnten geeignet sein wichtige ökologische Funktionen zu stärken und damit bestehende Defizite im Stoffhaushalt zu vermindern.

Grundsätzlich ist ein Abstellen der Ursachen, d.h. eine Verminderung der Belastung aus der Mittel- und Außenelbe und auch aus dem Hamburger Raum (organische Gehalte, Nährstoffgehalte und Algendichten) anzustreben.

Darüberhinaus kann eine positive Beeinflussung des Stoffhaushaltes durch die Veränderung bestimmter Strukturelemente erfolgen:

- **Strukturelement Hamburger Hafen: Umgestaltung von Hafenbecken**  
Die Hafenbecken stellen ein hydraulisch überaus komplexes System dar. Eine Umgestaltung könnte die Schwebstofffallenfunktion abmindern und damit den Sauerstoffhaushalt entlasten. Der starke Rückgang des Phytoplanktons im Hafenbereich könnte dadurch gemindert werden, dass flache gut durchlichtete Endbereiche in den Hafenbecken eingerichtet werden (ORTEGA ET AL. 1994).
- **Strukturelement Flachwasserbereiche: Ausdehnung der Flachwasserbereiche**  
Flachwasserbereiche sind über die Atmosphäre besser mit Sauerstoff versorgt. Da sie auch besser durchlichtet sind, weisen sie zusätzlich auch einen höheren biogenen O<sub>2</sub>-Eintrag auf (siehe Abbildung 6.4-1).
- **Strukturelement Watten: Optimierte Ausdehnung**  
Watten fallen im Gezeitenrhythmus trocken und haben so eine sehr intensive Sauerstoffversorgung (Aufoxidation). Damit einher gehend weisen die Watten eine hohe Dynamik beim Abbau organischer Stoffe und beim Austrag von Stickstoff in die Atmosphäre (Nitrifikation, Denitrifikation) auf. Der Sauerstoffeintrag durch das auf den Watten lebende Phytobenthos stabilisiert den Sauerstoffhaushalt der Elbe. Zudem sind Watten Sedimentationsbereiche und entlasten damit den Schwebstoffhaushalt der Elbe.  
Eine Optimierung der Wattflächen mit Prielstrukturen und/oder durch Bauwerke, Schwellen etc. sollte mit Hilfe eines hydropneumatischen Modells erprobt werden.



**Abbildung 6.4-1: Sauerstoffgehalte im Hauptstrom der Elbe und in der Hahnöfer Nebelbe im Jahr 1999 (ARGE ELBE 2000)**

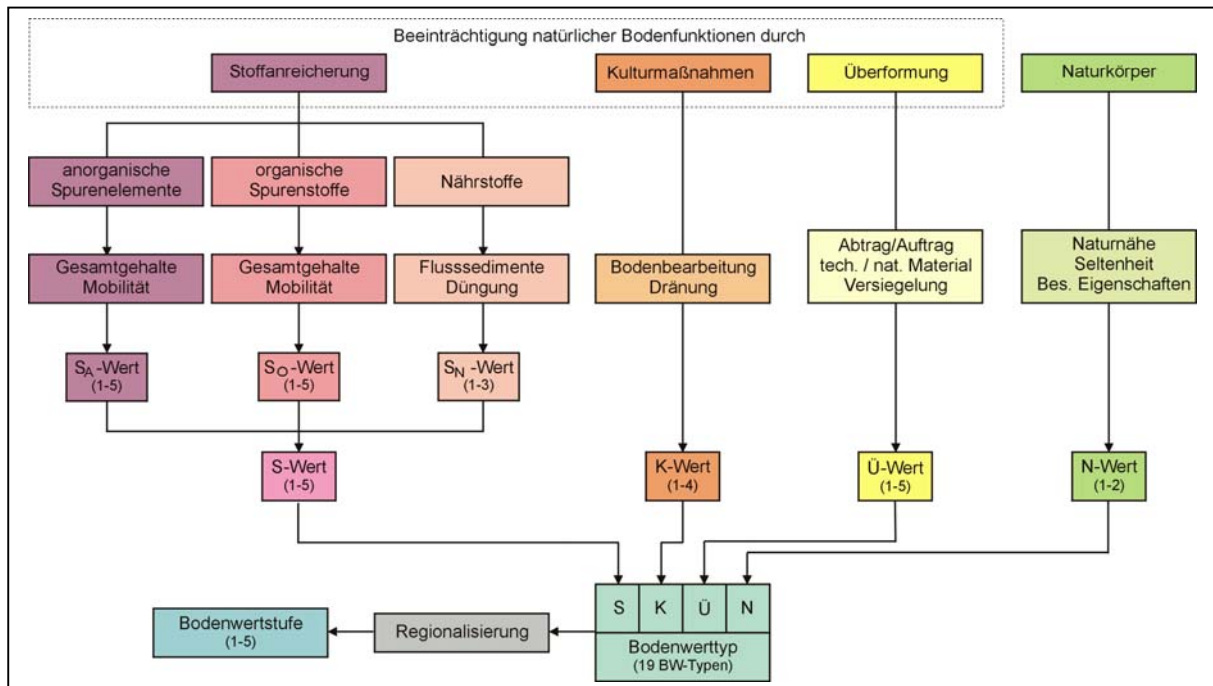
- Strukturelement Nebenrinnen bzw. Nebelben: Anschluß bzw. Durchströmung von Nebelben  
 Damit werden die Flachwasserbereiche und Watten an den Hauptstrom angeschlossen, wobei ein in Teilen eigenständiges System bezogen auf Strömung und Aufenthaltszeiten erhalten bleiben sollte.
- Strukturelement: Anschluß von Nebengewässern (Zuflüsse, Haseldorfer Binnelbe)  
 Hierdurch könnten in den Nebengewässern Sedimentationsräume für die Schwebstofffracht der Elbe zur Verfügung gestellt werden. Die Stoffumsetzungen (Abbau organischer Verbindungen, Nitrifikation, Denitrifikation) in diesen Bereichen könnten auch den Nährstoffhaushalt der Elbe entlasten.

Bei den Maßnahmen ist die Lage der Seitenräume im Längsschnitt der Elbe und damit zur Trübungszone und zu Hauptbelastungsquellen (=Hamburg) zu berücksichtigen.

## 6.5 Boden

Maßnahmen zur Nutzung des ökologischen Bodenpotenzials müssen darauf zielen, die im Kapitel 5.5 dargestellten vorhandenen ökologischen Defizite für das Schutzgut Boden abzubauen. Da die Bodenwertstufe 1 (sehr hochwertig) das ökologische Optimum darstellt und jede davon abweichende Bodenwertstufe somit ein ökologisches Defizit definiert, sind alle Böden mit Bodenwertstufen > 1 daraufhin zu überprüfen, wie ihr Gesamtwert in Richtung ökologisches Optimum, also in Richtung Bodenwertstufe 1, verbessert werden kann.

Das verwendete Bodenbewertungsverfahren (MIEHLICH ET AL. 1997) ermöglicht es, das Zustandekommen einer jeweiligen Bodenwertstufe anhand der dazu verwendeten Prüfkriterien und deren Unterkriterien zurückzuverfolgen (Abbildung 6.5-1). Damit lässt sich feststellen, welches der Einzelkriterien für die Abweichung vom ökologischen Optimum verantwortlich ist.



**Abbildung 6.5-1: Ökologische Bodenbewertung - Einzelkriterien und Unterkriterien für das Zustandekommen einer Bodenwertstufe (nach MIEHLICH ET AL. 1997)**

Die Verminderung ökologischer Defizite muss sich damit auf Maßnahmen konzentrieren, welche diejenigen Einzelkriterien bzw. Unterkriterien aktiv verbessern, die Ursache für das Abweichen vom Optimum sind. Damit wird gegebenenfalls eine Aufwertung in der jeweiligen Bodenwertstufe und eine Annäherung an das ökologische Optimum möglich.

Dieses Konzept hält sich streng an das Leitbild und die Bewertungsvorgaben der UVU zur Fahrrienenanpassung der Unter- und Außenelbe. Damit nutzt es vom Bund und den Elbe-Anlieger-Ländern akzeptierte Vorgaben und ist durch ein "Rückwärtsgehen" in der Bewertung logisch nachvollziehbar.

Unrealistisch ist eine komplette Aufwertung aller Böden bis zur Bodenwertstufe 1. Dies wird nicht für alle Bodenwertstufen möglich sein bzw. es wird der Aufwand an Verbesserungsmaßnahmen immens steigen, je schlechter die Bodenwertstufe ist. Vielmehr wird eine sukzessive Verbesserung der Bodenwertstufen vorgeschlagen, die regional zu differenzieren ist. Realistisch ist eine schrittweise Aufwertung um z.B. 1-2 Wertstufen. Dabei muss die Bodenwertstufe 2 nicht unbedingt durch Maßnahmen aufgewertet werden, da die Böden schon recht nahe am ökologischen Optimum sind und damit ihr ökologisches Defizit gering ist. Die Böden der Wertstufe 4 mit hohem ökologischem Defizit sind nur kleinflächig vertreten und besitzen damit nur eine geringe Aufwertungskapazität. Die Bodenwertstufe 5 mit hohem ökologischem Defizit

bietet so gut wie kein Aufwertungspotenzial, da es sich hier zumeist um versiegelte Flächen, Senkrechtufer, Siedlungsflächen oder industriell und gewerblich genutzte Bereiche handelt. Das größte Potenzial zur ökologischen Verbesserung wird in der Bodenwertstufe 3 gesehen.

Für die 6 bodenwertbestimmenden Kriterien und die insgesamt 15 Unterkriterien werden jeweils detaillierte Vorschläge gemacht, mit welchen Maßnahmen diese in eine bessere Einzelbewertung gelangen und damit den gesamten Bodenwert verbessern können. Wichtig sind dabei die Ziele, die für die jeweiligen Unterkriterien erreicht werden sollen. Ob die jeweiligen Maßnahmen realisierbar sind, hängt von weiteren Randbedingungen wie Lokalität, räumlicher Ausdehnung, sozioökonomischen Faktoren (z.B. Landwirtschaft, Siedlungsraum, Erholungsraum, Hochwasserschutz, Industrie), finanziellen Möglichkeiten oder gar politischer Akzeptanz ab. Hinweise zu den Grenzen von potenziellen Aufwertungsmaßnahmen werden so weit wie möglich ebenso gegeben wie funktionale Zusammenhänge zu anderen Schutzgütern aufgezeigt werden.

Die Auflistung aller Einzelmaßnahmen findet sich in den Tabellen der Anlagen A6.5-1 bis A6.5-15. Nachfolgend werden die Zielvorgaben für eine Verbesserung der einzelnen bodenwertbestimmenden Unterkriterien aufgelistet.

## **(1) Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente**

### **Unterkriterium Gesamtgehalt (Anreicherung) (Anlage A6.5-1)**

Ziel ist die Verringerung der Stoffgehalte in den Oberböden der Vordeichsländer bis zum Erreichen der natürlichen Hintergrundgehalte und Unterschreiten der entsprechenden Wertevorgaben der BBodSchV (1999).

### **Unterkriterium Mobilität anorganischer Spurenelemente (Anlage A6.5-2)**

Ziel ist die Einschränkung der Mobilisierbarkeit der anorganischen Spurenelemente im Boden und des damit zusammenhängenden Transfers in das oberflächennahe Grundwasser bzw. Oberflächenwasser. Die entsprechenden Wertevorgaben für das Grundwasser (vgl. MIEHLICH ET AL. 1997) sind einzuhalten. Die Löslichkeitsbestimmenden Faktoren im Boden sind der pH-Wert, der Tongehalt, der Gehalt an organischer Substanz, das Redoxpotenzial sowie der Eintrag an "Ionentauschern" (z.B. Alkali- und Erdalkalimetalle im mesohalinen und polyhalinen Bereich).

## **(2) Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe**

### **Unterkriterium Gesamtgehalt (Anreicherung) (Anlage A6.5-3)**

Ziel ist die Verringerung der Stoffgehalte in den Oberböden der Vordeichsländer bis zum Erreichen der natürlichen Hintergrundgehalte und Unterschreiten der entsprechenden Wertevorgaben der BBodSchV (1999) bzw. entsprechender Ländervorgaben.



### **Unterkriterium Mobilität / Persistenz organischer Spurenstoffe (Anlage A6.5-4)**

Ziel ist die Einschränkung der Mobilisierbarkeit der organischen Spurenstoffe im Boden und des damit zusammenhängenden Transfers in das oberflächennahe Grundwasser bzw. Oberflächenwasser. Dabei ist die Persistenz eine stoffspezifische Eigenschaft und damit wenig beeinflussbar. Die Mobilisierbarkeit ist hingegen durch externe Faktoren wie z.B. Gehalt an organischer Bodensubstanz, Redoxpotenzial etc. beeinflussbar.

### **(3) Pflanzennährstoffe**

#### **Unterkriterium Anreicherung durch Flusssedimente (Anlage A6.5-5)**

Ziel ist die Begrenzung der Nährstoffanreicherung durch den Eintrag über Flusssedimente bis zum Erreichen einer standortgerechten Versorgungsstufe, die den natürlicherweise vorkommenden Nährstoffgehalten entspricht. Die Vorgaben der BBodSchV (1999) bzw. entsprechender Länderlisten im Boden wie auch im oberflächennahen Grundwasser sollen eingehalten werden.

#### **Unterkriterium Düngung (Anlage A6.5-6)**

Ziel ist die Reduzierung des Nährstoffeintrages in die Vordeichsböden durch Düngemaßnahmen bis zum Erreichen einer standortgerechten Versorgungsstufe, die den natürlicherweise vorkommenden Nährstoffgehalten entspricht. Die Vorgaben der BBodSchV (1999) bzw. entsprechender Länderlisten im Boden wie auch im oberflächennahen Grundwasser sollen eingehalten werden.

Alle Maßnahmen mit indirekter Wirkung zur Verringerung der Gehalte an Pflanzennährstoffen durch Pflanzenentzug, Abtransport etc. sind im Maßnahmenkatalog der Anlage A6.5-5 enthalten.

### **(4) Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen**

#### **Unterkriterium Bodenbearbeitung durch Pflügen (Anlage A6.5-7)**

Ziel ist die Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität bis zur Aufgabe der Pflugfähigkeit. Damit kann die Bodenverdichtung minimiert und eine Gefügestabilisierung maximiert werden, was dem Zielzustand der natürlicherweise vorkommenden Böden entspricht.

#### **Unterkriterium Dränung (Anlage A6.5-8)**

Ziel ist die Einschränkung oder Aufgabe der Entwässerungsmaßnahmen in den Vordeichsböden bis zum Erreichen eines marschen- und auentypischen Bodenwasserhaushaltes.

### **(5) Überformung**

#### **Unterkriterium Bodenabtrag (Anlage A6.5-9)**

Ziel ist die sukzessive Verringerung der Flächen mit Bodenabtrag sowie der Abtragstiefe bis zur Anpassung an das marschen- und auentypische Geländeniveau. Damit werden standorttypische natürliche Bodenfunktionen wiederhergestellt.

Für die in Anlage A6.5-9 dargestellten Maßnahmen bieten sich Bereiche mit Bodenabtrag je nach Mächtigkeit des Bodenabtrages als potenzielle Standorte für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen an.

#### **Unterkriterium Auftrag natürlicher Substrate (Anlage A6.5-10)**

Ziel ist die sukzessive Verringerung der Höhe des Bodenauftrags bis zur Anpassung an das marschen- und auentypische Geländeniveau. Damit werden standorttypische natürliche Bodenfunktionen wiederhergestellt.

#### **Unterkriterium Auftrag technogener Substrate (Anlage A6.5-11)**

Ziel ist die Verringerung der Höhe des Auftrags technogener Substrate bis zu ihrem vollständigen Abtrag. Damit werden die ursprünglich natürlicherweise vorkommenden Böden wieder freigelegt und standorttypische natürliche Bodenfunktionen wiederhergestellt.

#### **Unterkriterium Versiegelung (Anlage A6.5-12)**

Ziel ist der Reduzierung des Versiegelungsgrades bis auf eine Größe  $< 10\%$ . Dadurch wird der Stoffaustausch zwischen Atmosphäre, Hydrosphäre und Pedosphäre wieder ermöglicht, womit standorttypische natürliche Bodenfunktionen wieder hergestellt werden können.

### **(6) Boden als Naturkörper**

#### **Unterkriterium Seltenheit (Anlage A6.5-13)**

Ziel ist die Erhöhung des Flächenanteils bisher seltener Böden im Projektgebiet, auch wenn ihr Flächenanteil über den Orientierungswert zur Ausweisung des Unterkriteriums Seltenheit (z.B.  $< 5\%$  der Bodenvergesellschaftung der Elbmarschen) steigt. Dies ist als eine deutliche Aufwertung des bodenökologischen Wertes im Projektgebiet zu sehen, da die ausgewiesenen seltenen Böden dem Zielzustand und den schutzgutbezogenen Umweltzielen entsprechen.

Mit den in Anlage A6.5-13 vorgeschlagenen Maßnahmen soll die Bodenentwicklung sehr hochwertiger Salzwasser-, Brackwasser- oder Flusswatten bzw. deren Mischwatten einschließlich tiefliegender ufernaher Marschen gefördert oder in diese Richtung gelenkt werden. Der Bestand nicht bearbeiteter oder entwässerter und nicht durch Bodenauftrag, Abtrag oder Versiegelung überformter Salz-, Kalk- und Kleimarschen soll gesichert bzw. weiterentwickelt werden.

#### **Unterkriterium Naturnähe (Anlage A6.5-14)**

Ziel ist die Schaffung naturnaher Böden, deren natürliche Bodenfunktionen nicht durch landwirtschaftliche oder gärtnerische Kulturmaßnahmen, Bodenüberformung oder durch Stoffanreicherung beeinträchtigt sind. Dieses Ziel ist im Allgemeinen mit

dem Maßnahmenkatalog zu Schaffung seltener Böden zu erreichen (vgl. Anlage A6.5-13), da diese bei dem derzeitig vorhandene Bodeninventar (vgl. Kapitel 5.5) den naturnahen Böden entsprechen.

#### **Unterkriterium besondere Standorteigenschaften (Anlage A6.5-15)**

Ziel ist die Sicherung und Weiterentwicklung besonderer Standorteigenschaften in mehr oder weniger überprägten Böden, die keine oder eine nur geringe Entwicklungsmöglichkeit zu leitbildkonformen Böden haben. Von den natürlichen Bodenfunktionen wird damit besonders die Lebensraumfunktion gefördert.

Die in Anlage A6.5-15 dargestellten Maßnahmen werden als nicht prioritär für die Verminderung der ökologischen Defizite für das Schutzgut Boden angesehen, da sie zu Böden führen, die nicht unbedingt dem Zielzustand der Böden im Elbe-Ästuar entsprechen. Da solche Böden entwicklungshistorisch dennoch im derzeitigen Zustand vorkommen, erscheint es sinnvoller, ihre besonderen Standorteigenschaften zu sichern als umfangreiche Umgestaltungsmaßnahmen vorzuschlagen, mit denen Böden entsprechend dem Zielzustand geschaffen werden könnten.

Zusammenfassend werden in Tabelle 6.5-1 diejenigen Maßnahmen aufgelistet, mit denen die größte Anzahl der bodenwertbestimmenden Kriterien und Unterkriterien verbessert werden können. Diese Maßnahmen bieten somit ein hohes Potenzial zur Verbesserung des ökologischen Bodenwertes im Elbe-Ästuars und damit zum Abbau vorhandener ökologischer Defizite.

**Tabelle 6.5-1: Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Bodenwertes im Elbe-Ästuar mit Angaben zur Verbesserung der bodenwertbestimmenden Kriterien und Unterkriterien mit direkter und indirekter Wirkung**

Maßnahme	Kriterium	Unterkriterium	Wirkung	
			direkt	indirekt
Nutzungsextensivierung, Nutzungsauffassung	Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente	Verringerung der Mobilität	X	
	Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte		X
		Verringerung der Mobilität	X	
	Stoffanreicherung durch Pflanzennährstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte, Anreicherung durch Flusssediment		X
		Reduzierung des Eintrags durch Düngung	X	
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen	Reduzierung der Bearbeitungsintensität	X	
		Einschränkung der Dränung		X
	Überformung	Verringerung des Effektes von Bodenabtrag		X
		Verringerung des Effektes von Auftrag natürlicher Substrate		X
	Boden als Naturkörper	Seltenheit	X	
Naturnähe		X		
Rückbau der Entwässerungssysteme, Schließen von Gräben und Dränen	Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente	Verringerung der Mobilität	X	
	Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe	Verringerung der Mobilität		X
	Stoffanreicherung durch Pflanzennährstoffe	Reduzierung des Eintrags durch Düngung		X
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen	Reduzierung der Bearbeitungsintensität		X
		Einschränkung der Dränung	X	
	Boden als Naturkörper	Seltenheit	X	
		Naturnähe	X	
Pflanzung von marschen- und auentypischer natürlicher Vegetation	Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente	Verringerung der Mobilität	X	
	Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe	Verringerung der Mobilität	X	
	Stoffanreicherung durch Pflanzennährstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte, Anreicherung durch Flusssediment		X
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen	Einschränkung der Dränung		X
	Überformung	Verringerung des Effektes von Bodenabtrag		X
	Boden als Naturkörper	Seltenheit	X	
		Naturnähe	X	

Maßnahme	Kriterium	Unterkriterium	Wirkung	
			direkt	indirekt
Änderung des Bewirtschaftungs-verfahrens	Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte		X
	Stoffanreicherung durch Pflanzennährstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte, Anreicherung durch Flusssediment		X
		Reduzierung des Eintrags durch Düngung	X	
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen	Reduzierung der Bearbeitungsintensität	X	
		Einschränkung der Dränung		X
Boden als Naturkörper	Naturnähe	X		
Tieferlegung der Marsch, Abschälen von Vordeichsböden	Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente	Verringerung der Gesamtgehalte	X	
	Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte	X	
	Überformung	Verringerung des Effektes von Auftrag natürlicher Substrate	X	
	Boden als Naturkörper	Seltenheit		X
		Naturnähe		
Pflanzung von Ufervegetation und Auwald	Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente	Verringerung der Gesamtgehalte		X
	Stoffanreicherung durch organische Spurenstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte		X
	Stoffanreicherung durch Pflanzennährstoffe	Verringerung der Gesamtgehalte, Anreicherung durch Flusssediment		X
Rückbau von Uferbefestigungen	Überformung	Reduzierung der Versiegelung	X	
	Boden als Naturkörper	Seltenheit	X	
		Naturnähe	X	
Rückdeichung bzw. Schlitzung von Sommerdeichen in limnischen Teilabschnitten	Stoffanreicherung durch anorganische Spurenelemente	Verringerung der Mobilität		X
	Boden als Naturkörper	Seltenheit	X	
		Naturnähe	X	
Öffnung von Nebenarmen und -rinnen	Boden als Naturkörper	Seltenheit	X	
		Naturnähe	X	

## 6.6 Vegetation

Im Folgenden werden mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Potenzials vorgestellt und ihre Auswirkung auf die Vegetation erläutert. Positive und negative Aspekte werden, soweit möglich, gegeneinander abgewogen.

## **A Wiederanschluss von Nebengewässern an den Hauptstrom**

Nebengewässer, die vom Hauptstrom abgeschnitten wurden, haben bisher einer natürlichen Verlandung und Sukzession unterlegen: Auf Kosten von Flachwasserbereichen sind Watten, auf Kosten von Watten semiterrestrische Flächen entstanden, die von Röhrichten besiedelt werden.

Bei einer Öffnung der Nebengewässer werden wahrscheinlich Röhrichte zerstört, sei es direkt durch die Baggerarbeiten oder indirekt durch Erosion bei wieder einsetzender Strömung. Sofern an anderen Stellen am Hauptstrom, wo das Tide-Röhricht stark zurückgedrängt wurde, neue Standorte für Röhrichte geschaffen werden (s.u.), ist dieser Effekt angesichts der sonstigen ökologischen Wirkungen dieser Maßnahme hinten zu stellen.

Werden die Ufer der Nebengewässer entsprechend naturnah gestaltet, können hier wieder strömungsberuhigte Flachwasserbereiche mit Anschluss an den Hauptstrom entstehen, in denen sich Wasserpflanzen-Gesellschaften entwickeln können. Durch die Entstehung neuer Populationen von Wasserpflanzen, die mit den vorhandenen Populationen in genetischem Austausch stehen, würde die derzeitige räumliche Isolierung der Vorkommen stark gefährdeter aquatischer und semiterrestrischer Pflanzenarten entscheidend reduziert werden. Neue Populationen können dabei auch die Funktion von „Quell-Populationen“ für die Neubesiedlung von Lebensräumen einnehmen.

## **B Baggerung in den noch angeschlossenen Nebeloben**

Diese Maßnahme hat ähnliche Auswirkungen auf die Vegetation wie der Wiederanschluss von Nebengewässern. Die Baggerung sollte aus vegetationskundlicher Sicht im vegetationsfreien Sedimentkörper des Flusses erfolgen, um keine Vegetation direkt zu zerstören.

## **C Schaffung von Mulden und Rinnen zur Entwicklung von Stillgewässern**

In Vordeichflächen bilden sich durch die Turbulenzen bei Hochwässern Kolke und Priele, die teilweise sehr stabil sind, teilweise aber auch immer wieder ihre Lage und Struktur ändern. Bei einer Nutzungsauffassung (v.a. bei vorheriger Rückdeichung) kann es sinnvoll sein, zur Initiierung eines natürlichen Lebensraummosaiks das Relief zu modellieren, insbesondere dann, wenn ohnehin in die Oberfläche eingegriffen wird (z.B. durch die Tieferlegung von Vorländern, s.u.).

## **D Anbindung aquatischer Lebensräume an den Hauptstrom**

Durch Strombaumaßnahmen wie beispielsweise den Bau von Buhnen oder durch sonstige Maßnahmen in den Vordeichsländern, z. B. den Bau von Sommerdeichen, wurden zahlreiche Flachwasserbereiche und Prielstrukturen vom Hauptstrom abgetrennt. Um eine Anbindung dieser aquatischen Lebensräume an den Hauptstrom der Elbe zu schaffen, sind verschiedene Maßnahmen wie Beseitigungen von Verrohrungen, Durchstiche von Buhnen und Vertiefungen und Verbreiterungen von Grabenstrukturen notwendig. Dies fördert den Austausch von Gewässer-Biozönosen und wirkt Verlandungsprozessen entgegen.

## **E Rückbau von Uferbefestigungen**

Grundsätzlich bietet der Rückbau von Uferbefestigungen der Vegetation die Möglichkeit, ein natürliches Substrat sowie durch das wieder erlangte morphodynamische Potenzial immer neue Pionierstandorte zu besiedeln. Ein Rückbau macht allerdings nur dann Sinn, wenn genügend Vordeichsfläche vorhanden ist, die für Erosions- und Sedimentationsprozesse zur Verfügung steht.

An Uferabschnitten, wo die Fahrrinne nahe an das Ufer heranreicht, herrschen z. T. hohe Strömungsgeschwindigkeiten mit starker erosiver Energie. Ohne Ufersicherung käme es hier zunächst zu einer starken Erosion, so dass sich die gewünschten semiterrestrischen Vegetationstypen nicht einstellen könnten. Geeignete Maßnahmen, um nach der Entfernung von Ufersicherungen die Entwicklung einer naturnahen Vegetationszonierung zu fördern, wäre eine Abflachung des Ufers oder die Schaffung zusätzlicher Vordeichsflächen durch eine Rückverlegung des Hauptdeichs. Ein Geländeabtrag ist unter Umständen mit großen Verlusten bestehender Vegetation verbunden. Daher ist genau abzuwägen, wo dies eine zielführende Maßnahme ist.

## **F Schaffung von Salzwiesen und Röhrichten durch Tieferlegung des Vorlandes**

Manche Vordeichsflächen - seien es natürliche oder durch Rückdeichung entstandene Flächen - liegen so hoch, dass Überflutungen im Rhythmus der Gezeiten nicht stattfinden. Zur Optimierung eines Biotopverbundes kann es sinnvoll sein, diese Flächen bzw. Teile davon durch das Abschieben der Oberfläche tiefer zu legen. Je nachdem, wie die neue Oberfläche zu den Wasserständen liegt, können sich die entsprechenden Vegetationstypen entwickeln. Sinnvoll ist dies z. B. im Bereich der Außenelbe zur Schaffung von Salzwiesen-Standorten oder im Bereich der Untereibe zur Förderung durchgängiger Röhrichtzonen. Insgesamt sollten solche Maßnahmen aber nur dort angewendet werden, wo ein erhebliches Aufwertungspotenzial besteht, da sie durch die Zerstörung gewachsenen Bodens immer einen radikalen Eingriff in bestehende Ökosysteme darstellen.

## **G Förderung von Salzwiesen und Röhrichten durch Nutzungsauflassung im Deichvorland**

Um die ungestörte Ausbildung von Salzwiesen und Röhrichten zu fördern, sollte unterhalb der Grenze von ca. 0,5 m über MThw keinerlei Nutzung stattfinden. Für die Förderung von Salzwiesen ist eine Aufgabe der Nutzung im Zusammenhang mit dem Rückbau des Entwässerungssystems die optimale Lösung. Bei dieser sehr empfindlichen, nicht an Tritt und Verbiss angepassten Vegetation bewirkt selbst eine extensive Beweidung einen massiven Rückgang der typischen Arten. Auch die Entwicklung von Röhrichten lässt sich durch das Zulassen natürlicher Sukzessionsprozesse und durch eine Aufgabe der Beweidung wirksam fördern.

## **H Entwicklung von Weichholz- und Hartholzauen durch Zulassen natürlicher Sukzession und durch Pflanzungen**

Da das Artenpotenzial der Gehölze der Auwälder im Naturraum vorhanden ist, entwickeln sich auf geeigneten Flächen nach Nutzungsaufgabe standortgemäße Waldformationen. Zur Initiierung einer Auwaldentwicklung könnten Pflanzungen vorgenommen werden, was den Aufwuchs eines Auwaldes lediglich beschleunigen würde. Pflanzungen sollten auf maximal 10 % der potenziellen Standorte der Weichholzaue (durch im Naturraum geworbene Weiden-Stecklinge) bzw. der Hartholzaue (durch Gruppen- und Heisterpflanzungen von z. B. Eichen, Eschen und Ulmen unterschiedlichen Alters) vorgenommen werden. Ist kein autochthones Saat-, Pflanz- oder Stecklingsmaterial zu bekommen, sollte auf eine Pflanzung verzichtet werden und die natürliche Sukzession abgewartet werden.

Auf den Standorten von feuchten Hochstaudenfluren und Auwäldern, sollten im Deichvorland etwa 2/3 der Fläche aus der Nutzung genommen werden. Wichtig ist hierbei, dass diese Flächen miteinander in einem Verbund stehen, auch wenn größere Grünland-Flächen (z.B. als Brutareal für Wiesenbrüter bzw. als Rastflächen für Zugvögel) dazwischen liegen. Hier können Brach-Korridore eingerichtet werden, die einen Verbund schaffen, ohne den Zweck des großflächigen Grünlandes zu unterbinden.

## **I Rückbau der Grabensysteme**

In den Vordeichsflächen, die aufgelassen werden sollen, muss vorher das Grabensystem deaktiviert werden, da sonst der Abfluss des Wassers aus den Flächen gegenüber natürlichen Verhältnissen stark beschleunigt wird. Gerade für Salzwiesen an der Außenelbe ist der Verbleib des Salzwassers in der Fläche die Voraussetzung für die nachhaltige Etablierung der Salzwiesen-Pflanzen, die konkurrenzschwach, aber sehr anpassungsfähig gegenüber Staunässe mit salzhaltigem Wasser sind.

In den von Brack- und Süßwasser geprägten Vordeichsflächen der Unterelbe werden sich bei Nutzungsauffassung oberhalb der semiterrestrischen Zone ruderale Vegetationstypen durchsetzen, wenn das Entwässerungssystem weiterhin aktiv ist. Bei weiterer Grünlandnutzung werden Frischwiesen entstehen. Naturraumtypisch und naturschutzfachlich wertvoller sind aber bei Nutzungsauffassung feuchte Hochstaudenfluren bzw. unter Beibehaltung der Nutzung Feuchtwiesen mit Flutrasen.

## **K Förderung der Tidedynamik im Vorland durch Schlitzung/ Schleifen der Sommerdeiche**

Durch den Rückbau von Sommerdeichen werden die Außendeichsflächen der Tidedynamik der Elbe stärker ausgesetzt und vorhandene Priel- und Grabensysteme stärker an den Hauptstrom angebunden. Dadurch werden semiterrestrische Vegetationstypen gefördert, die auf tidebeeinflusste Standortbedingungen angewiesen sind, wie Salzwiesen, Röhrichte und Tide-Auwälder.

Gegenüber dem Schleifen hat das Schlitzeln den Vorteil, dass mit den Sommerdeich-Resten ein gewisser Erosionsschutz bestehen bleibt - mithin eine relativ naturnahe Ufersicherung. Es ist auch möglich, den Sommerdeich „fast“ zu schleifen, das Material zu nutzen, um die Flanken abzuflachen und den restlichen Deich an einigen Stellen zu schlitzeln. Flache Flanken sind erosionsresistenter als steile Flanken und bieten den Vegetationszonen, die dort standorttypisch sind, mehr Lebensraum als



steile Flanken. Die Schlitze müssten in einem so engen Abstand angebracht werden, dass der gesamte Polder möglichst optimal dem Tideeinfluss ausgesetzt ist.

## **L Rückdeichung**

Das Zurücksetzen der Hauptdeiche ist wohl die Maßnahme mit dem stärksten positiven Effekt auf die Vegetation des Elbe-Ästuars, da der Anschluss an die Tidedynamik die unbedingte Voraussetzung dafür ist, dass sich eine naturraumtypische Vegetation überhaupt entwickeln kann. Selbst wenn die entstehenden Vorländer als Grünland genutzt werden, wirkt sich zumindest der Salz- bzw. Brackwassereinfluss auf die Artenzusammensetzung der Weiden aus. Ideal ist die Entwicklung eines Mosaiks aus genutzten und ungenutzten Bereichen, wobei der natürlichen Entwicklung unbedingt genügend Raum zu lassen ist und die entstehenden Biotope miteinander vernetzt werden müssen.

Befindet sich der zurück zu setzende Deich in einem potenziell von Erosion betroffenen Bereich (z.B. befestigter Deichfuß am Prallhang nahe der Fahrrinne), wird die Rückdeichung zunächst zu Ufererosion führen und der neue Deich müsste daher in größerem Abstand zum bestehenden Deich verlaufen (s.a. Bemerkungen zum Rückbau der Ufersicherung).

## **M Anschluss von Binnendeichsflächen an die Tidedynamik der Elbe**

Bei Beibehaltung der Hauptdeiche lassen sich eingedeichte Flächen durch technische Maßnahmen an die Tidedynamik anschließen. Ziel muss sein, möglichst große Flächen dem Tideeinfluss auszusetzen. Daneben gilt es, aperiodische Überflutungsereignisse auf der Fläche zuzulassen. HAAGE ET AL. (1998) nennen verschiedene technische Möglichkeiten zur Anbindung eingedeichter Flächen an die Tidedynamik: Öffnung der Deiche durch Siele, Änderung der „Bewirtschaftung von Sielen“ und die Entwicklung naturnaher Deichprofile mit „Überlauf- bzw. Überflutungskögen“.

Durch diese Maßnahme wird auch im Deichhinterland die Entwicklung von Röhrichten, Auwäldern und Feuchtgrünländern gefördert. Gegenüber großflächigen Rückdeichungen ist diese Maßnahme allerdings von geringerem Wert, da die Verbindung der Flächen mit dem Hauptstrom durch den bestehenden Hauptdeich jedoch stark eingeschränkt ist und morpho- und hydrodynamische Prozesse sich nur in geringem Maße ausbilden können.

## **N Extensivierung der Grünland - Nutzung**

Für das vom Süßwasser geprägte Grünland ist der Verzicht auf Herbizid-Einsatz und Düngung entscheidend. Flexibilität ist bei der Wahl der Weidetierart(en) und der Besatzdichten sowie beim Weidemanagement erforderlich. So ist es z.B. wahrscheinlich, dass es in entwässerten, hoch gelegenen Vordeichsflächen, d.h. Standorten nährstoffreicher Frischwiesen, zu einer Zunahme von sog. „Weideunkräutern“ wie Acker-Kratzdistel (*Cirsium arvense*) oder Ampfer-Arten - vor allem Stumpfbblätteriger Ampfer (*Rumex obtusifolius*) - kommt. Hier kann eine zeitweise intensive Beweidung mit Nachmahd eine zu starke Ausbreitung dieser Arten auf Kosten der Artenvielfalt verhindern. Auch kann eine Mischbeweidung mit Rindern, Pferden und Schafen bewirken, dass es auf Standweiden mit insgesamt niedriger Besatzdichte nicht zu einer selektiven Unterbeweidung kommt.

## **O Schaffung halboffener Landschaften durch naturnahe Weidewirtschaft**

Zur Schaffung halboffener Landschaften mit hoher Vegetationsdynamik wurde vielfach vorgeschlagen, eine naturnahe Weidewirtschaft mit Wildtieren oder robusten traditionellen Haustierrassen durchzuführen. Dadurch entsteht ein Mosaik unterschiedlichster Vegetationsbestände auf kleinflächigem Raum mit zahlreichen vegetationsdynamischen Prozessen. In den Niederlanden wurde dieses Konzept erfolgreich umgesetzt (feuchte Grünländer und Röhrichte am IJsselmeer). Dort entwickeln sich ein Mosaik aus Gehölzbeständen und naturnahen gehölzfreien Beständen mit hohem ökologischen Wert (KRÜGER 1999).

## **P Entwicklung neuer Standorte seltener und gefährdeter Pflanzenarten**

Zur Schaffung neuer Standorte sehr seltener und akut gefährdeter Pflanzenarten lassen sich neben der Entwicklung geeigneter Standortbedingungen auch direkte Maßnahmen zur Ansiedlung neuer Populationen durchführen. Der Botanische Verein zu Hamburg hat im Hamburger Bereich (Overhaken) in neu angelegten Prielen ein Pilotprojekt zur Ansiedlung des Schierlings-Wasserfenchels (*Oenanthe conioides*) begonnen (BOTANISCHER VEREIN ZU HAMBURG, 2002). Dabei wurden Samen ausgesät, Jungpflanzen angepflanzt sowie Elbschlick aufgespült. Die bisherigen Beobachtungen haben gezeigt, dass durch alle drei Maßnahmen die Etablierung der Art erreicht werden kann. Dies zeigt, dass Populationen seltener und gefährdeter Pflanzenarten durch direkte Artenschutzmaßnahmen erfolgreich neu gegründet werden können. Diese Maßnahmen sind insbesondere dann sinnvoll, wenn neue Biotope geschaffen werden, deren Wiederbesiedlung mit dem standorttypischen Artenpotenzial aufgrund zu weniger verbliebener Populationen oder fehlender Ausbreitungswege nicht erwartet werden können.

## **6.7 Fauna**

Grundsätzlich sind folgende Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung des Elbe-Ästuars geeignet:

1. ein vermehrtes Zulassen natürlicher morphologischer Prozesse (u.a. Erosion und Sedimentation, Verlagerung von Rinnen und Sanden)
2. ein ausgewogenes Nebeneinander verschiedener ästuartypischer Lebensräume wie Tiefwasser, Flachwasser, Watt, Deichvorland, Rinnensysteme, Sande und Inseln.

Ein wesentliches Problem bei der Realisierung dieser Ziele wird darin bestehen, dass eine natürliche Dynamik und die Nutzung des Ästuars als Wasserstraße oftmals nicht zu vereinbaren sind. Daraus resultieren die bereits vorhandenen und zukünftig zu erwartenden Defizite hinsichtlich früher Sukzessionsstadien (z.B. Flachwassergebiete und Watten, die sich im Prozess der Verlandung befinden; Sande; naturnahe Ufer etc.). Hier gilt es in Zusammenarbeit aller Fachdisziplinen auszuloten, wie möglichst viel natürliche Dynamik bei möglichst geringer Beeinträchtigung der Wasserstraßenfunktion zugelassen werden kann. Unter Umständen lassen sich einige Lebensräume und die assoziierten Lebensgemeinschaften nur durch Baumaßnahmen wie z.B. die Aufspülung von Sanden sowie durch Unterhaltungsmaßnahmen wie das

gelegentliche Vertiefen verlandender Bereiche wiederherstellen und dauerhaft sichern.

Von den nachfolgend erläuterten Einzelmaßnahmen sollten aus faunistischer Sicht vorrangig diejenigen in weitergehenden Planungen berücksichtigt werden, welche die als besonders gravierend eingestuften Defizite hinsichtlich Flachwasserbereichen mit „mildem Strömungsklima“ sowie hinsichtlich ungenutzter und extensiv genutzter Vorländer und Inseln beheben helfen.

## **Lebensräume**

### **A Tiefwasser**

- Bereiche mit unterschiedlichen Wassertiefen, Substraten und Strömungsgeschwindigkeiten sind einer arten- und individuenreichen Besiedlung mit Benthos und bodenlebenden Fischen prinzipiell förderlich (derzeit ist allerdings die Besiedlung unterschiedlich strukturierter Fahrrinnenbereiche, z.B. Riffelkämme und -täler wenig untersucht bzw. bekannt)
- Generell sind kürzere Tidewege mit der Folge weniger extremer Salzgehaltsschwankungen in der Brackwasserzone (gleichbedeutend mit einer in der Längsausdehnung kürzeren Brackwasserzone) einer arten- und individuenreicheren Besiedlung förderlich.
- Bei einem geringeren Volumenanteil des „Tiefwassers“ am gesamten Wasserkörper des Ästuars würden die ökologischen Funktionen der Nebelben, Rinnen, Flachwasser und Watten als Gebiete hoher Primär- und Sekundärproduktion sowie als „Kinderstuben“ für Fische gestärkt – mit der Folge einer höheren Produktivität des Gesamtsystems. Die dazu notwendigen Maßnahmen umfassen beispielsweise die Umwandlung von Tiefwasserzonen außerhalb der Fahrrinne in Flachwasser, Watt und Inseln durch Aufspülungen und Förderung der natürlichen Sedimentation.

### **B Flachwasser, Rinnen, Nebelben und Nebengewässer**

- Flächenanteil von Flachwasserzonen (mit „mildem“ Strömungsklima) deutlich erhöhen durch:
  - Verlängerung bestehender Nebelben durch Neuaufspülungen von Inseln/Verlängerung bestehender Inseln; Inseln bzw. neue Inseln überwiegend in derzeitigen Tiefwasserbereichen anlegen. Um einer verstärkten Sedimentationsrate entgegenwirken zu können, muss geprüft werden, inwiefern eine Querprofilaufweitung einen möglichen Verlandungsprozess verhindern kann.
  - durch Veränderungen der Querprofile und Längen der Nebelben geringe Strömungsgeschwindigkeiten und lange Verweilzeiten des Wassers fördern (Vorbild: Hahnöfer Nebelbe/Mühlenberger Loch als bedeutende Reproduktionsgebiete). Auch hierbei muss das Problem der hohen Sedimentationsraten berücksichtigt werden: Die hochproduktiven Flachwasserbereiche des Mühlenberger Lochs wandeln sich zunehmend, aufgrund erhöhter Sedimentation, zu (Schlick-)Wattflächen
  - Wiederanbindung und Querprofilaufweitungen abgetrennter Nebelben
  - Neuabgrabung von Nebelben, Altarmen und sogenannten Schlenzen (ARBEITSGEMEINSCHAFT ZUR REINHALTUNG DER ELBE 1991)

- durch Einbau von Schwellen Sedimentation (und somit die Entwicklung von Flachwassergebieten) in tiefen Abschnitten der Nebenelben fördern
- partiell Abgrabungen in Wattflächen (ggf. in mehrjährigen Zeitabständen wiederholen).
- Tolerieren der Eigendynamik von Sandbänken und Prielen neben dem Hauptfahrwasser bzw. in Nebenrinnen/-elben
- Umbau von Buhnen in Längsleitwerke (=Entstehung von vor Schiffswellen geschützten Nebenarmen).

## **C Watt**

- Sicherung vorhandener Wattflächen
- kleinflächige Watten durch Initiierung der Prielentwicklung im Deichvorland anlegen/ wiederherstellen.

## **D Inseln, Sande**

- Baggergut zur Neuanlage oder Verlängerung/Vergrößerung vorhandener Inseln und Sande nutzen (Entwicklung naturnaher und ungestörter Flächen; Zunahme produktiver und z.T. unbefestigter Uferlinien - auch landseitig an den durch Inseln/Sande vor Schiffswellen geschützten Ufern wäre ein Rückbau von Ufersicherungen möglich)
- natürliche Sukzession auf Inseln (Röhricht- und Auwaldentwicklung) zulassen; evtl. extensive Beweidung
- bei Neuaufspülungen vorrangig Standorte unterhalb des maximalen Thw anlegen
- Abflachen überhöhter Spülflächen auf Gezeiteneinflusshöhe in der Untereibe.

## **E Ufersaum**

- Ufersicherungen partiell entfernen und damit natürl. Erosionsvorgänge initiieren, am Ufer Röhricht- und Auwaldentwicklung durch intensivere Beweidung oder Ausschluss von Weidevieh zulassen
- Inseln verlängern, wobei die landseitigen Inselufer nicht befestigt werden und an den gegenüberliegenden Ufern Steinschüttungen entfernt werden.

## **F Röhrichte**

- vorhandene Röhrichte in abgedämmten Nebenelben durch Wiederanbindung für aquatische Lebensgemeinschaften der Elbe zugänglich machen, z.B. für krautlachende Fischarten; weitergehende Förderung der Röhrichte in wiederangebundenen Nebenelben durch partielle Querprofilsaufweitungen
- Förderung der Röhrichte in Nebenelben/-rinnen durch Verlängerung von Inseln, Leitdämmen etc.

## **G Salzwiesen, Staudenfluren, Auwälder und Gebüsche**

- natürliche Sukzession im Deichvorland und auf Inseln (Röhricht- und Auwaldentwicklung) zulassen
- extensive Beweidung ausgedehnter Flächen durch Wildtiere (z.B. Rotwild) und/oder Weidevieh nach niederländischem Vorbild (z.B. Außendeichsbereich)

zwischen Ostemündung und Freiburger Hafenpriel): seit längerer Zeit gibt es Konzepte, in Stromauen eine naturnahe Weidewirtschaft mit Wildtieren und robusten Haustierrassen durchzuführen. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass im angedachten Naturzustand in Auen ein Mosaik aus offenen, halboffenen und geschlossenen Vegetationsbeständen durch große, pflanzenfressende Tiere geschaffen wird, welches optimale Entwicklungsmöglichkeiten für die auetypischen Pflanzen- und Tiergemeinschaften bietet. Dieses versucht man in größerem Maßstab u.a. in den Niederlanden (z. B. feuchte Grünländer und Röhrichte am IJsselmeer) nachzuahmen. Positive Bestandsentwicklungen verschiedener Faunengruppen (u.a. Entenvögel; überwinterte Seeadler, die sich u.a. von eingegangenen Großtieren ernähren) werden beschrieben (KRÜGER 1999).

- Initiierung der Entwicklung von Prielsystemen im Deichvorland (z.T. unter Nutzung vorhandener Grabensysteme)
- Rückverlegung von Deichen zur Reaktivierung von Auenstandorten
- Vergrößerung und Neuanlage von Inseln
- Großflächige Wiederherstellung von Auenwäldern
- Verbindung der bestehenden Schutzgebiete.

### Ökologische Funktionen

- Stärkung der ökologischen Funktion als Lebens- und Teillebensraum ästuartypischer Lebensgemeinschaften durch Flächenvergrößerung defizitärer Lebensräume
  - Vergrößerung bzw. bessere Anbindung von Flachwassergebieten einschließlich Rinnen und Nebenelben durch Anbindung abgedeichter Wasserflächen und/oder Vertiefungen verlandeter Bereiche und/oder Verminderung des Tidehubes durch wasserbauliche Maßnahmen
  - Vergrößerung von Salzwiesen, Staudenfluren, Auwäldern etc. im Deichvorland durch Extensivierung der Nutzung und Nutzungsaufgabe; durch Ausdeichung und anschließende Extensivierung der Nutzung und Nutzungsaufgabe
- Sicherung und Entwicklung der im aquatischen Bereich hohen Produktivität als Grundlage arten- und individuenreicher Tierbestände; z.B. sind alle Maßnahmen, die lange Verweilzeiten des Wassers in Flachwasser- und Wattgebieten zur Folge haben, einer hohen Primär- und Sekundärproduktion planktischer Organismen förderlich; die Bedeutung dieser Bereiche als „Kinderstuben“ für Fische wird gestärkt; mögliche Maßnahmen sind u.a. Veränderungen in Längs- und Querprofilen von Nebenarmen/-rinnen, die Verlängerung von Nebenarmen/-rinnen sowie die Wiederanbindung von Nebenelben
- weitere Reduzierung von Nutzungen (z.B. Fischerei und Wassersport) zur Förderung natürlicher Abläufe und zum Schutz der Bodenfauna, Fische, Vögel etc.

### Arten

Ökologische Verbesserungen für einzelne Artengruppen können folgende Maßnahmen umfassen:

- **Makrozoobenthos**
  - vielgestaltige Sedimentstruktur fördern
  - Flächenanteil an Watten und Flachwasserzonen vergrößern
  - Nebelnelben wiederanbinden
  - Bioproduktivität durch Maßnahmen fördern, die längere Verweilzeiten des Wassers in Flachwasser- und Wattbereichen sowie Nebelnelben und Nebengewässern bewirken
  - Kleingewässer und Priele unterschiedlicher Überflutungshäufigkeit im Deichvorland und auf Inseln naturnah gestalten, ggf. Neuanlage.
  
- **Zooplankton**
  - Maßnahmen, die längere Verweilzeiten des Wassers in Flachwasser- und Wattbereichen sowie Nebelnelben und Nebengewässern bewirken
  - Kleingewässer im Deichvorland und auf Inseln naturnah gestalten, ggf. Neuanlage.
  
- **Fische**
  - Bioproduktivität durch Maßnahmen fördern, die längere Verweilzeiten des Wassers in Flachwasser- und Wattbereichen sowie Nebelnelben und Nebengewässern bewirken
  - für Wanderfische Unterstützung von Wiederansiedlungen, Fischwegebau, Lebensraumverbesserungen außerhalb des Untersuchungsgebietes.
  
- **terrestrische Wirbellose**
  - Nutzungsextensivierungen
  - Auwaldentwicklung.
  
- **Vögel**
  - Nutzungsextensivierungen
  - Auwaldentwicklung
  - Tieferlegung von Vorländern
  - Ausweitung von Flachwasserzonen
  - Vergrößerung und Neuanlage von Inseln und Sänden
  - Schleifen und Schlitzen von Sommerdeichen
  - Deichrückverlegung.
  
- **Säugetiere**
  - Nutzungsextensivierungen
  - Auwaldentwicklung
  - Erhalt störungsarmer Sandbänke als Wurf- und Ruheplätze für den Seehund.

## 6.8 Landschaft

Verbesserungen landschaftlicher Situationen sind insbesondere in den Landschaftsbildräumen möglich, in denen landschaftliche Defizite beschrieben wurden. Hierbei sind in Bezug auf das unter Kapitel 5.8 beschriebene Kriterium Raumstruktur und Formenschatz als Maßnahmen Strukturen zu entwickeln, welche ein abwechslungsreicheres Raumerleben ermöglichen und gleichzeitig typische Elemente der jeweiligen Landschaftsbildeinheit darstellen. Solche Elemente mit strukturierender und

formgebender Wirkung sind z.B. die Schaffung oder Wiederanbindung von Prielen im Bereich von Wattflächen sowie das Anlegen oder Erweitern von Waldrändern, Baumreihen, Hecken oder anderen linienhaften Vegetationsbeständen wie z.B. Hochstauden- und Röhrichtbeständen entlang von Uferbereichen.

In Bezug auf das Kriterien Naturnähe und anthropogene Prägung sind Maßnahmen zu erarbeiten, welche die Natürlichkeit bzw. den ursprünglichen Charakter der jeweiligen Flächen berücksichtigen und entwickeln. Solche Maßnahmen sind z.B.:

- die Renaturierung von Gewässerabschnitten wie Binnenelben oder Prielen
- die Extensivierung von intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen
- die Anreicherung ausgeräumter Intensivgrünland- oder Ackerflächen mit Strukturen wie z. B. Hecken
- die Entsiegelung von Wegen und Flächen
- die Eingrünung von Industrie- und Gewerbegebieten, Siedlungsrändern und Einzelgebäuden durch Berankung, Stauden-, Strauch- und Baumpflanzungen
- das Entfernen landseitiger Ausbreitungshemmnisse im Bereich schmaler Röhrichtbestände, um die landseitige Ausbreitung der Röhrichte zu ermöglichen, z. B. Rückbau von Uferbefestigungen zur Schaffung naturnaher Uferabschnitte.

Die genannten Maßnahmen tragen nicht nur zur Verbesserung der Landschaft bei, sie wirken sich darüber hinaus auch positiv auf den Naturhaushalt aus, z. B. durch eine ökologische Aufwertung in Bezug auf die Vegetation und die Fauna.

Auf Grund der vielfältigen Wechselwirkungen des Schutzgutes Landschaft sollten deshalb bei der Erarbeitung von Maßnahmen für andere Schutzgüter immer auch die Aspekte des Landschaftsbildes mit berücksichtigt werden. Geeignete Bereiche zur Realisierung der o.g. Maßnahmen finden sich im Bereich der unter Kapitel 5.8 beschriebenen Defizitflächen.

## **7 Zusammenfassung der ökologischen Defizite und der Maßnahmen**

### **7.1 Defizite / Defizitäre Bereiche**

#### **Hydrologie**

Wie bereits in Kapitel 5.1 dargestellt, ist das Elbe-Ästuar als Schifffahrtsstrasse und Entwicklungsachse verschiedenen Veränderungen (meistens in Form von Ausbaumaßnahmen) unterzogen worden. Dabei haben sich verschiedene Tideparameter verändert oder verschoben. Die Tidegrenze ist stromaufwärts gewandert, das Tidehochwasser ist angestiegen und das Tideniedrigwasser ist abgesunken, somit hat sich der Energieeintrag durch den Anstieg des Tidehubes vergrößert. Dies wird besonders deutlich, je weiter die Tidewelle ins Ästuar einschwingt. Einhergehend mit den Ausbaumaßnahmen und den Veränderungen der Tideparameter ist auch die Konzentration der Flut- und Ebbstromgeschwindigkeiten auf die Hauptrinne als Defizit zu nennen.

#### **Morphologie**

In Kapitel 5.2 wurde bereits eine detaillierte Beschreibung des ökologischen Zustands mit einer Defizitanalyse gegeben. Zusammenfassend lassen sich folgende Defizite aufführen:

- Verminderung der Strukturvielfalt durch eine zunehmende Verlandung der Nebenelben. Davon sind besonders betroffen die Hahnöfer Nebenelbe mit dem Mühlenberger Loch, Pagensander Nebenelbe, Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand, Wischhafener Fahrwasser und der Freiburger Hafenpriel
- Einschränkung der Querschnittsdynamik,

auch bedingt durch

- in großen Bereichen relativ steile, stark befestigte Ufer
- unausgeglichenes Verhältnis zwischen Tiefwasser- und Flachwasserflächen
- schmale Vordeichflächen, Sommer- bzw. Winterdeiche liegen zu nahe am Flussschlauch.

Die größten öko-morphologischen Defizite weisen die Abschnitte I und II (Geesthacht bis Nienstedten) auf. Hier sind die Möglichkeiten für Maßnahmen auf Grund der Nutzungsanforderungen (Schifffahrt, Hafenanlagen) jedoch stark eingeschränkt. Die morphologische Wertigkeit erhöht sich in Richtung See sukzessive mit jedem Untersuchungsabschnitt.

#### **Schadstoffbelastung und ökotoxikologische Wirkungen in Schwebstoffen und Sedimenten**

Aus Sicht einer möglichen Schadstofffreisetzung bzw. aufgrund ihrer potenziellen ökotoxikologischen Wirkung sind die feinkörnigen Wattgebiete des Elbe-Ästuars, insbesondere stromaufwärts von Glückstadt, als ökologisch besonders problematisch einzustufen. Sollte in diese Gebiete durch Baggerungen eingegriffen werden, ist eine Resuspendierung und damit eine großräumige Verfrachtung schadstoffbelasteter Feststoffe bis in die Nordsee zu befürchten und durch geeignete technische Maß-



nahmen zu vermeiden. Darüber hinaus sind die entnommenen Sedimente sicher unterzubringen.

### **Wasserbeschaffenheit und Stoffhaushalt**

In den vorausgegangenen Kapiteln zur Wasserbeschaffenheit (Kapitel 5.4 und 6.4) wurde auf die wesentlichen Defizite - Sauerstoffmangel und Nährstoffbelastung - im Ökosystem Tideelbe bereits eingegangen. Hiermit eng verknüpft sind Defizite im Schwebstoffhaushalt der Tideelbe.

Dabei ist daraufhinzuweisen, dass insbesondere beim Sauerstoffgehalt große räumliche Unterschiede auftreten. Die geringsten Gehalte treten dabei im Hauptstrom, also dem durch anthropogene Eingriffe stark vertieften Fahrwasser der Elbe auf. Die Messungen der Elbelängsprofilbeprobungen der ARGE ELBE sind dabei oberflächennahe Sauerstoffgehalte. Bodennah und zu Zeiten der Kenterpunkte sind im Sommer Sauerstoffgehalte im Bereich von 0 mg O<sub>2</sub>/l zu erwarten. Der Sauerstoffmangel im Hauptstrom wird auch durch die kontinuierliche Überwachung bei Seemannshöft (km 628) dokumentiert. Im Jahr 1999 lagen hier die Tagesminima der Sauerstoffgehalte im Juni, Juli, August und September bei 2,3; 1,2; 1,6 und 1,3 mg O<sub>2</sub>/l. Diese sehr kritischen Sauerstoffbedingungen in den tiefen Hafenbecken und im Hauptstrom im Bereich unterhalb des Hamburger Hafens sowie die auch noch kritischen Bedingungen bis Grauerort bei Elbe-km 660 (Tagesminima der kontinuierlichen Überwachung bei 4,9 mg /l im Sommer 1999) grenzen den für den Sauerstoffhaushalt defizitären Bereich in der Tideelbe ein.

Die Nebenelben und flacheren Seitenbereich in diesem Abschnitt der Tideelbe mit ihren deutlich besseren Sauerstoffbedingungen (Kapitel 6.4 und 7.2) stabilisieren den gesamten Sauerstoffhaushalt der Tideelbe (CASPER, 1984; ARGE ELBE 1984; POSEWANG-KONSTANTIN ET AL. 1992). Aber auch im Bereich der Hahnöfer Nebenelbe sind Defizite im Sauerstoffhaushalt mit Gehalten nahe 4 mg O<sub>2</sub>/l im Spätsommer 1999 (siehe Abbildung 6.4-1) festzustellen. Dabei ist anzumerken, dass diese Bereiche kaum überwacht sind und daher nur wenige und sehr punktuelle Messungen vorliegen. Hier sind sicherlich intensivere Messungen gerade im Hinblick auf die Beurteilung der Auswirkungen einer stärkeren Durchströmung der Nebenelben notwendig.

Die Defizite beim Sauerstoffgehalt in der Tideelbe sind, wie bereits erwähnt, auch auf eine Schwächung des biogenen Beitrages zum Sauerstoffhaushalt zurückzuführen. Verringerte Watt- und Flachwasserbereiche drängen die Bedeutung des Mikrophytobenthos zurück. Die Zunahme der Wassertiefe bei gleichzeitiger Zunahme der Trübung vermindert die Phytoplanktongehalte und deren Sauerstoffproduktion (SCHÖL 1991).

Zuletzt sei darauf hingewiesen, dass die Defizite im Sauerstoffhaushalt auch in Zusammenhang mit dem Schwebstoffhaushalt zu sehen sind. Auf Grund der durch den Ausbau erhöhten Tideenergien in der Tideelbe scheinen auch Veränderungen im Schwebstoffhaushalt verursacht zu sein. So treten nun auch höhere Schwebstoffgehalte im Elbe-Bereich Km 628 bis 660 auf als noch zu Anfang des Jahrhunderts. Hohe Schwebstoffgehalte gehen aber fast immer mit hohen Sauerstoffzehrungen und damit Belastungen des Sauerstoffhaushaltes einher. Zudem hat die damit verursachte Trübung die höheren Wasserpflanzen auch in den Nebenelben verschwinden lassen und auch die planktische und benthische Primärproduktion der Algen durch Lichtmangel vermindert.

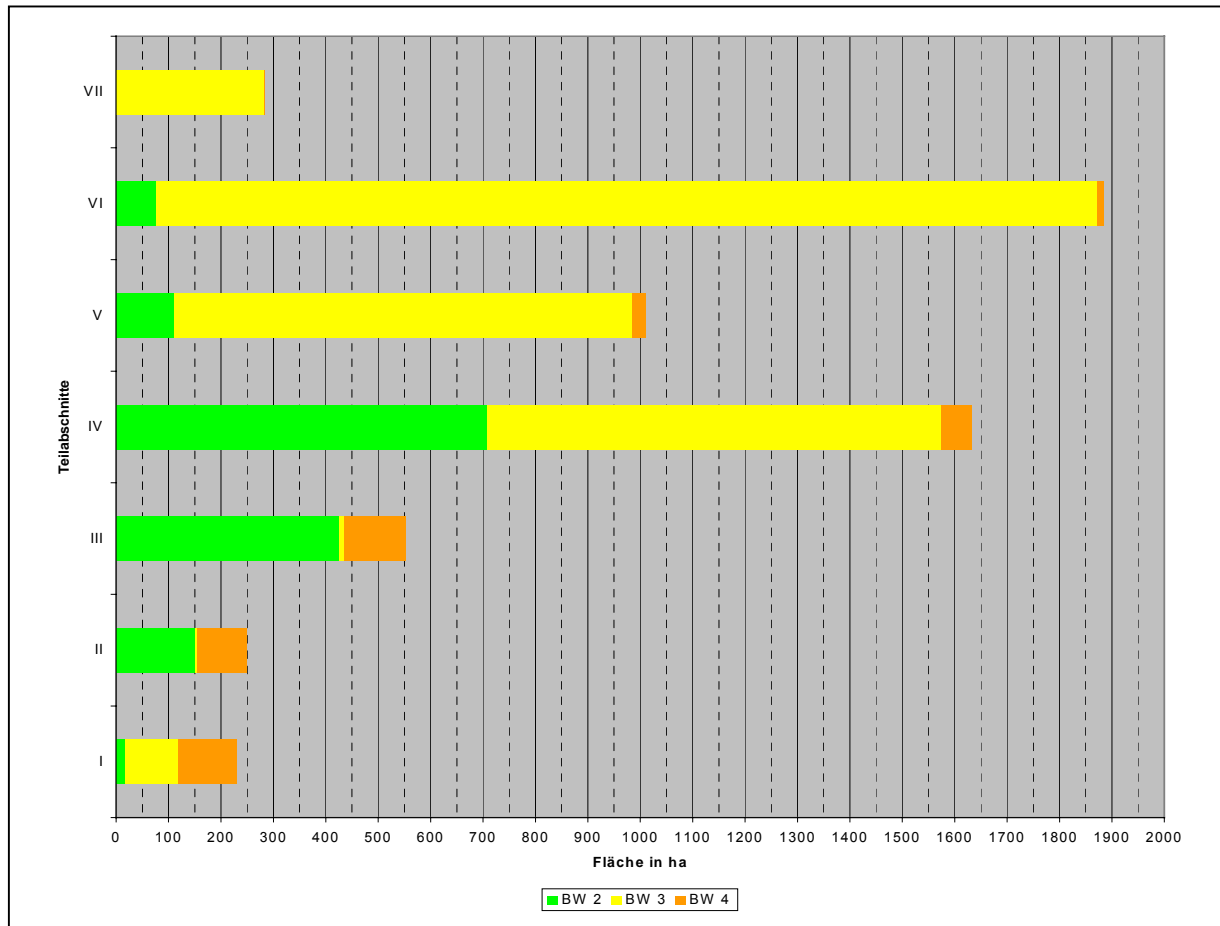
Ein weiteres Defizit betrifft die hohen Nährstoffgehalte in der Tideelbe. Diese werden durch das Elbe-Ästuar in die Nordsee verfrachtet und wirken dort eutrophierend. Die Rückhaltefunktion des Elbe-Ästuars für Nährstoffe kann als gestört bezeichnet werden.

## **Böden**

Wie in Kapitel 5.5 dargestellt, besitzen alle Böden ökologische Defizite, die in ihrer Bewertung vom ökologischen Optimum der Bodenwertstufe 1 abweichen. Folglich bildet die Verbreitung dieser Böden die defizitären Räume für das Schutzgut Boden im Projektgebiet ab.

Eine komplette Aufwertung aller Böden bis zum ökologischen Optimum der Bodenwertstufe 1 ist unrealistisch, wie in Kapitel 6.5 dargelegt. Vielmehr wird eine sukzessive Aufwertung um 1 bis 2 Wertstufen angestrebt, die sich vornehmlich auf die weit verbreiteten mittelwertigen Böden der Bodenwertstufe 3 konzentriert. Böden mit sehr hohem ökologischem Defizit (Bodenwertstufe 4) bieten aufgrund ihres Vorkommens in Siedlungs-, Gewerbe- und Industrielagen und durch bestehende sozioökonomischen Zwänge und Notwendigkeiten so gut wie kein Potenzial zu Aufwertung. Hochwertige Böden mit nur geringem ökologischen Defizit müssen nicht unbedingt Fokus einer Aufwertung sein, da sie nahe am Optimum sind und darüber hinaus nur kleinflächig vorkommen.

Defizitäre Räume aus Sicht des Verbesserungspotenzials natürlicher Bodenfunktionen stellen somit die Bereiche mit mittelwertigen Böden sowie eingeschränkt mit geringwertigen und hochwertigen Böden dar. Eine quantitative teilabschnittsbezogene Übersicht über das Vorkommen dieser Böden im Projektgebiet gibt Abbildung 7.1-1.



**Abbildung 7.1-1: Verteilung der Böden mit geringem (BW2), mittlerem (BW3) und hohem ökologischem Defizit (BW4) in den Teilabschnitten I bis VII (Bezug: ca. 9.565 ha großes Projektgebiet)**

Hieraus wird ersichtlich, dass ökologische Defizite in den Vordeichsböden der Elbe vor allem vom limnisch/oligohalinen Bereich der mittleren Tideelbe (Teilabschnitt IV) bis zur unteren Tideelbe (Teilabschnitt VI) auftreten. Auch die Vordeichsböden der Außenelbe (Teilabschnitt VII) sowie der oberen Tideelbe (Teilabschnitt I, Bereich Vierlande) zeigen Bedarf an Verbesserung des bodenökologischen Wertes, wenn auch im Vergleich zu den anderen Teilabschnitten in geringerem Flächenumfang.

Die Abbildung 7.1-2 gibt eine etwas detailliertere regionale Zuordnung der ökologischen Defizite anhand der Bodenwertstufen entlang des Elbeverlaufs.

In diesen Bereichen weichen die bodenwertbestimmenden Kriterien und Unterkriterien von ihrer optimalen Ausprägung ab. Eine detaillierte geographische Zuordnung der Ursache für diese Abweichung (z.B. sehr hohe Schadstoffgehalte, intensive Landwirtschaft, zu schmaler Vordeichsbereich, mächtiger Bodenauftrag) wird erst nach einer weiterführenden GIS-gestützten Auswertung der Bodenbewertungskarten (MIEHLICH ET AL. 1997) möglich. Darauf aufbauend sind diejenigen Räume identifizierbar, die aufgrund eines oder mehrerer bodenwertbestimmender Faktoren Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen und damit auch ökologische Defizite in den Vordeichsböden zeigen.

DIN-A3 –Abbildung einfügen

**Abbildung 7.1-2: Regionale Zuordnung ökologischer Defizite für das Schutzgut Boden**

## Vegetation

Die Vegetation des Elbe-Ästuars ist vor allem durch den enormen Rückgang tidebeeinflusster Standorte beeinträchtigt worden. Zahlreiche Biotoptypen, die auf eine natürliche Hydrodynamik angewiesen sind, sind von überregionaler Bedeutung, insbesondere Auenwälder, Flusswatt-Röhrichte und Salzwiesen. Das Hauptdefizit liegt demnach im Fehlen tidebeeinflusster Lebensräume auf denen naturnahe Vegetationsveränderungen stattfinden können, so dass sich ein kleinräumiges Mosaik unterschiedlicher Sukzessionsstadien und eine natürliche Vegetationszonierung entlang des hydrologischen Gradienten ausbilden kann.

Daneben gibt es auch nutzungsgeprägte Lebensräume, die wertvolle Bereiche darstellen, insbesondere mesophiles Feuchtgrünland. Durch eine Intensivierung der Grünland-Nutzung (Düngung, Entwässerung) und die Umwandlung in Ackerflächen sind diese Lebensräume stark eingeschränkt worden.

Aus räumlicher Sicht ist das maßgebliche Hindernis für die Entwicklung einer natürlichen Prozessdynamik und naturraumtypischer Vegetationszonierungen an der Unter- und Außenelbe ein zu nah am Ufer gebauter Deich und die damit verbundene geringe räumliche Ausdehnung der Vorländer. Außerdem sind die räumliche Ausdehnung intensiver Acker- und Grünlandnutzung und der Umfang von Ufersicherungen weitere Faktoren, die großräumig die Entwicklungsmöglichkeiten für die Vegetation einschränken (siehe Abbildung 7.1-3). Die Analyse der Defiziträume wurde für die einzelnen Teilabschnitte in Tabelle 7.1-1 dargestellt.

Die räumliche Analyse zeigt, dass die ökologischen Defizite im gesamten Elbe-Ästuar auftreten, wobei sich jedoch Schwerpunktbereiche ausmachen lassen.

Uferbefestigungen erstrecken sich über das gesamte Untersuchungsgebiet. Im Bereich Hamburg sind fast alle Uferbereiche verbaut. Im übrigen Bereich sind die Elbufer etwa zwischen 25% und 50% befestigt. Davon ist das Nordufer im allgemeinen stärker betroffen als das Südufer. Besonders auffallend ist die komplette Uferbefestigung der Elbinsel „Rhinplate“.

Die Vordeichsländer sind größtenteils geprägt durch eine intensive Grünlandnutzung. Dadurch sind Auwälder und auch Röhrichte auf kleinräumige Flächen beschränkt. Großflächige intensive Grünlandnutzung findet sich vor allem im Abschnitt IV (Bereiche Asseler Sand und Krautsand) und im Abschnitt V (Sankt Margarethen, Allwörder Außendeich). Diese Grünlandstandorte sind verschiedentlich durch Sommerdeiche vor sommerlichen Überflutungen geschützt und werden durch ein dichtes Netz an Gräben und Gruppen stark entwässert.

Ackerflächen sind weitere großflächige Defiziträume. Sie sind an einigen Stellen auch auf Vordeichsländern vorhanden, wie unterhalb des Wehrs Geesthacht (Abschnitt I) und im Bereich der Estemündung (Abschnitt III). Großflächige intensiv genutzte Ackerflächen liegen zum Teil direkt hinter dem Hauptdeich, wie z.B. im Bereich Nordkehdingen.

Der grundlegende Mangel an ausreichend breiten Vordeichsflächen erstreckt sich über das gesamte Elbe-Ästuar. Ausreichend breite Vordeichsländer für die Ausbil-

dung einer kompletten naturnahen Zonierung der Vegetation von den periodisch überstauten Tide-Röhrichten bis zu den episodisch überfluteten Hartholzauen sind in keinem Abschnitt der Außen- und Untereibe vorhanden.

Im Elbe-Ästuar wurde die natürliche Nährstoff-Rückhaltung durch weitreichende Veränderungen der Biotopaustattung stark beeinträchtigt (funktionale Defizite). Der Verlust an Flachwasserzonen, Wattflächen, Vordeichflächen und Röhrichten hat das Potenzial zur Filterung von Schad- und Nährstoffen erheblich reduziert. Darüber hinaus dienen die höher gelegenen Retentionsflächen der Vordeichsländer als Ablagerungsraum für die abgestorbenen Reste der Röhrichte, wo diese abgebaut und somit dem fließenden Wasser entzogen werden. Heute fehlen diese Flächen weitgehend. Dies dürfte einer der vielen Gründe sein, weshalb das Elbe-Ästuar zur Zeit keine erkennbare Nährstoff-Rückhaltefunktion aufweist. (STROM- UND HAFENBAU HAMBURG & WSD NORD 1991 a, S. 57)

DIN A3-Seite einfügen

**Abbildung 7.1-3: Regionale Zuordnung ökologischer Defizite aus vegetationskundlicher Sicht**

**Tabelle 7.1-1: Analyse der räumlichen Defizite für die Teilabschnitte**

Ab-schnitt	Defizite aus vegetationskundlicher Sicht	Defizit-Räume
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>ca. 52% des Ufers mit Steinschüttung gesichert</li> <li>extrem schmale Vordeichsländer, größtenteils unter 100 m breit</li> <li>sehr schmale Watt- und Röhrichtflächen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>intensiv genutzte Ackerflächen unterhalb des Wehrs Geesthacht</li> <li>intensive genutzte Grünlander im Mündungsbereich der Ilmenau</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>ca. 95% naturfernes Ufer (Steinschüttung und senkrechte Uferwand)</li> <li>stark anthropogen überprägt durch den Hamburger Hafen</li> <li>außer NSG Heuckenloch keine naturnahe Vorlandbereiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alte Süderelbe (fehlende Tidedynamik durch Abtrennung vom Hauptstrom)</li> <li>NSG „Heuckenlock“ mit wertvollen Röhricht- und Auwaldflächen, die jedoch stark isoliert sind (fehlender Biotopverbund)</li> </ul>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>43% naturfernes Ufer (überwiegend Steinschüttung)</li> <li>sehr schmale Vordeichsflächen im gesamten Bereich</li> <li>Röhrichtflächen nur als kleinräumige Fragmente ausgeprägt</li> <li>Ackernutzung in Vordeichsländern</li> <li>Buhnenverbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mühlenberger Loch (weniger Wattflächen durch die DA-Erweiterung)</li> <li>Bereich der Estemündung mit intensiver Ackernutzung</li> <li>Haseldorfer Marsch und Borsteler Binnenelbe (Verlust von tidebeeinflussten Lebensräumen durch Abdeichung)</li> <li>Hahnöfer Nebanelbe (Rückgang von Flachwasserbereichen durch Verlandung)</li> <li>Bereich der Westspitze der Insel Hanskalbsand (Uferverbau)</li> </ul>
IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>ca. 25% verbautes Ufer</li> <li>großräumige, intensive Grünlandnutzung im Deichvorland und Binnendeichsbereich</li> <li>fehlende Flachwasserbereiche durch Verlandungsprozesse</li> <li>am Südufer sehr kleine Vordeichsländer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>am Südufer große Eindeichungen zw. Wischhafen und Assel</li> <li>intensiv genutzte Grünlander im Bereich Asseler Sand und Krautsand</li> <li>Bereich Asseler Sand, Krautsand, Eschschallen und Twielenflether Sand (durch Grabenstrukturen bzw. Sommerdeiche eingeschränkte Hydrodynamik)</li> <li>fehlende naturnahe Uferzonierung an der Rhinplate durch vollständigen Uferverbau</li> <li>intensiv genutzte Ackerflächen auf Krautsand</li> </ul>
V	<ul style="list-style-type: none"> <li>ca. 35% verbautes Ufer (vor allem am Nordufer)</li> <li>wenig Vordeichsflächen durch großflächige Eindeichungen (Nordkehdingen)</li> <li>intensive Grünlandnutzung auf Vordeichsländern (mit stark verändertem Wasserregime durch Sommerdeiche und Grabenstrukturen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kleinflächige Außendeichsbereiche zwischen Ostemündung und Freiburg</li> <li>intensiv genutztes Grünland in Sankt Margarethen und im Allwördener Außendeich</li> <li>Uferbefestigungen in Sankt Margarethen</li> <li>Sommerdeiche im Allwördener Außendeich</li> </ul>
VI	<ul style="list-style-type: none"> <li>ca. 36% des Ufers mit Steinschüttung gesichert</li> <li>intensive Grünlandnutzung in Vordeichsländern</li> <li>wenige und intensiv beweidete Salzwiesen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extrem kleinflächige Salzwiesen am Südufer</li> <li>Belumer Außendeich: Intensive Grünlandnutzung mit Sommerdeichen und Entwässerungsgräben</li> </ul>
VII	<ul style="list-style-type: none"> <li>ca. 39% des Ufers mit Steinschüttung gesichert</li> <li>sehr schmal Vordeichsländer am Südufer</li> </ul>	



## Fauna

Die aus faunistischer Sicht wesentlichsten Defizite (ausführliche Erläuterungen in Kapitel 5.7) sind:

- Flachwasserzonen und assoziierte Tierwelt bzw. ökologische Funktionen sind insbesondere in den Abschnitten I-IV nur noch in geringen Flächenanteilen vertreten. Das Verhältnis von Flachwasser zu Tiefwasser und z.T. auch zu Watt ist nicht ausgewogen (zu klein im Vergleich zum Leitbild)
- Vordeichsländer der Abschnitte I-V sowie gleichwertige, d.h. bei höheren Wasserständen semiterrestrische Inseln sind flächenmäßig zu klein sowie zu intensiv genutzt, um langfristig überlebensfähige Bestände ästuartypischer Tiere (z.B. einige Wiesenvögel wie Kampfläufer, Tierarten größerer zusammenhängender Röhrichte, Tierarten der Auwälder) zu erhalten
- Ufersäume sind insbesondere in den Abschnitten I-III derart befestigt, dass an eine natürliche Uferentwicklung angepasste Tierarten nur noch wenige geeignete Lebensräume vorfinden
- Sande als Brutplatz für Vögel fehlen in den Abschnitten I-VI.

Ferner sind die zusammenfassenden Hinweise zu Defiziten aus vegetationskundlicher Sicht (s.o.) zu beachten, da die Fauna direkt (z.B. über die Nahrung) und indirekt (z.B. über Brutplätze) an die vorhandenen Vegetationsstrukturen gebunden ist.

## Landschaft

Defizite in Bezug auf das Landschaftsbild resultieren aus Deichvorverlegungen, Aufspülungen und Aufschüttungen, hartem Uferverbau sowie baulichen Großobjekten.

Deichvorverlegungen führen zum einen zu einer Überprägung historisch gewachsener Nutzungsstrukturen, zum anderen wird die Ausbildung einer naturraumtypischen Abfolge der Vegetationszonen künstlich eingeeengt bzw. zerstört. Als Defizitbereiche sind besonders zu nennen:

Die Deichvorverlegungen im Abschnitt Hahnhöfer Sand / Alte Süderelbe sowie die Deichvorverlegungen an der Haseldorfer Binnenelbe, dem Bützflether Außendeich und in Nordkehdingen.

Aufspülungen auf den Inseln Schwarztonnensand und Pagensand stellen künstliche Geländeaufschüttungen dar, welche in Verbindung mit dem hohen Anteil sandiger Fraktionen im aufgespülten Substrat (sandige Substrate entsprechen nicht den naturräumlichen Bedingungen der Marschenlandschaft) die Ausbildung naturraumtypischer Biotopobertypen verhindern. Weitere Aufspülungsbereiche finden sich auf der Insel Lühesand und der Rhinplate.

Bereiche mit hartem Uferverbau (Spundwände, gepflasterte Böschungen, Steinschüttungen) stellen Defizite dar. Darüber hinaus verhindert der künstliche Uferverbau die Ausbildung einer naturraumtypischen Uferzonierung. Defizitbereiche finden sich im gesamten Bearbeitungsgebiet.

Bauliche Großobjekte welche das Landschaftsbild in gravierender Weise überprägen sind das Wehr Geesthacht, das Oste-Sperrwerk, die Hochspannungsmasten bei Lühesand sowie die Industrieanlagen bei Brunsbüttel, Brokdorf und Bützflether Sand.

## 7.2 Maßnahmen / Bereiche für Maßnahmen

Nachfolgend werden noch einmal die wichtigsten Maßnahmen zur Verbesserung der ökologischen Verhältnisse im Bereich der Unter- und Außenelbe zusammengefasst und Bereiche ermittelt, in denen diese Maßnahmen durchgeführt werden könnten. Die Maßnahmen sind am Ende dieses Kapitels zudem in einer Maßnahmenübersicht tabellarisch dargestellt (Tabelle 7.2-4).

### Hydrologie

In Kapitel 6.1 wurden Maßnahmen genannt, welche der bisherigen Entwicklung entgegen und tendenziell verbessernd wirken. Es handelt sich hauptsächlich um die Schaffung von Fluträumen und um die hydraulische Anbindung von Nebanelben. Dadurch kann sich die einschwingende Tidewelle weiter ausbreiten und somit dem Ansteigen des Tidehochwassers wie dem Absinken des Tideniedrigwassers entgegen wirken. Die genannten Maßnahmen sind entlang des Tideflusses verteilt und beginnen unterstrom mit der Schaffung von Fluträumen oberhalb und unterhalb der Ostemündung. Neben der Anbindung der Nebanelben wie Haseldorfer Binnenelbe, Hahnöfer Nebanelbe, Pagensander Nebanelbe, Glückstädter Fahrwasser, Lühesander Süderelbe und Alte Süderelbe stellt die Wischhafener Süderelbe mit der Deichverlegung eine weitere Möglichkeit zur Schaffung von zusätzlichem Flutraum dar.

### Morphologie

Mögliche Maßnahmen zur Verbesserung des morphologischen Zustandes des Elbe-Ästuars leiten sich direkt aus den in Kapiteln 5.2 und 7.1 beschriebenen Defiziten ab. Die Maßnahmenbereiche sind in Kapitel 6.2 eingehend beschrieben. Nachfolgend wird eine zusammenfassende Darstellung gegeben.

Die potenziellen Maßnahmen lassen sich aus morphologischer Sicht in die drei folgenden Hauptgruppen unterteilen. Nachstehend sind die wesentlichen Eingriffsbereiche in Stichworten beschrieben und mit den entsprechenden Nummern der Maßnahmen aus Tabelle 8-1 gekennzeichnet. Weitere Maßnahmen, die in Tabelle 8-1 positiv bewertet wurden, sind teilweise relativ kleinräumig und über das ganze Untersuchungsgebiet verstreut angeordnet. Sie werden deswegen hier nicht im einzelnen aufgeführt, sind mithin aber nicht weniger relevant zur Verbesserung der ökologischen Situation der Elbe und ihrer angrenzenden Vorländer.

- **Verbesserung der Durchströmung der Nebanelben und Rinnen:**  
Durch Freibaggern (M4) von angeschlossenen aber teilweise sedimentierten Nebanelben wie Pagensander Nebanelbe und die Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand soll eine dauerhafte Durchströmung gewährleistet werden. Eine Anbindung der Hahnöfer Nebanelbe erscheint nur dann eine nachhaltige Maßnahme, wenn gleichzeitig eine Wiederanbindung (M5) der Alten Süderelbe durchgeführt wird. Weiterhin wird der Anschluss der Borsteler Binnenelbe vorgeschlagen (siehe auch Rückverlegung und Öffnung von Deichen).
- **Erhöhung der morphologischen Strukturvielfalt**  
Durch einen Anschluss der Borsteler Binnenelbe wäre die Funktion des Hahnöfer Sandes als Insel (M7) wieder herstellbar. Die Möglichkeiten zur Abflachung der

Ufer und zum Rückbau der Uferbefestigungen (M9) sollte im gesamten Untersuchungsgebiet überprüft werden. Im Bereich der Nebenelben bietet sich dafür insbesondere die Lühesander Nebenelbe an.

- **Rückverlegung und Öffnung von Deichen**

Durch eine Verlegung des Hauptdeichs (M14) nördlich des binnendeichs gelegenen Teils der Haseldorfer Binnenelbe und der Hetlinger Binnenelbe würde sich die Chance bieten, eine mehrere hundert Hektar große elbetypische Au Landschaft entstehen zu lassen.

Im Zusammenhang mit der Wiederanbindung der Borsteler Binnenelbe an den Hauptstrom der Elbe (siehe auch Verbesserung der Durchströmung der Nebenelben und Rinnen) wäre eine Deichrückverlegung sinnvoll.

## **Wasserbeschaffenheit**

Als Maßnahme zur Verbesserung der Wasserbeschaffenheit wurde in Kapitel 6.4 eine verbesserte Durchströmung der Nebenelben genannt. Zwischen den Nebenelben und dem Hauptstrom findet in Abhängigkeit des Tideablaufs ein Wasseraustausch statt. Damit wird die Wasserbeschaffenheit in den Nebenelben durch die im Hauptstrom herrschenden Bedingungen mitgeprägt. Ein Vergleich der Sauerstoffgehalte beider Kompartimente (Abbildungen 6.4-1 und 7.2-1) zeigt, dass insbesondere im Sommer zu Sauerstoffmangel-Zeiten im Hauptstrom der Elbe die Nebenelben z.T. deutlich höhere Sauerstoffgehalte aufweisen. Die flachen und besser durchlichteten Wasserkörper der Nebenelben begünstigen den atmosphärischen und biogenen Sauerstoffeintrag. Zudem wird beim Auflaufen der Flut auf die Watten das Wasser belüftet.

Ein hydraulisch stärkerer Anschluss der Nebenelben an den Hauptstrom führt zu einem Angleichen der Sauerstoffgehalte von Nebenelben und Hauptstrom. Als Folge tritt eine relative Verschlechterung der Bedingungen in den Nebenelben und eine relative Verbesserung der Bedingungen im Hauptstrom auf.

Dabei ist die Lage der Nebenelben im Längsprofil der Tideelbe von Bedeutung: So liegt die Hahnöfer Nebenelbe mit dem Mühlenberger Loch (ca. km 632 – km 643) unmittelbar benachbart zum Sauerstoffminimum des Hauptstroms (siehe Abbildung 7.2-1). Hier könnte ein zu starker Austausch mit dem Hauptstrom die Funktion der Hahnöfer Nebenelbe als Refugium für die Fauna u.U. gefährden.

Die Pagensander Nebenelbe (ca. km 658 – km 664) liegt noch im Randbereich des „Sauerstofftals“ des Hauptstroms. Sie weist aufgrund ihrer stärkeren Durchströmung einen geringen Sauerstoffgradienten zum Hauptstrom auf als die Hahnöfer Nebenelbe (Abbildungen 6.4-1 und 7.2-2). Eine noch stärkere Durchströmung würde wegen der günstigeren Sauerstoffsituation im Hauptstrom daher nur zu einer geringen Absenkung des Sauerstoffgehaltes in der Pagensander Nebenelbe führen.

Die Glückstädter Nebenelbe (ca. km 671 – km 676) zeigt bezogen auf den Sauerstoffgehalt aufgrund ihrer Lage im Längsprofil der Tideelbe und aufgrund ihrer jetzt schon starken Durchströmung kaum Unterschiede zum Hauptstrom. Strombauliche

Massnahmen würden somit nur geringe Auswirkungen auf den Sauerstoffgehalt in der Nebeneibe haben.

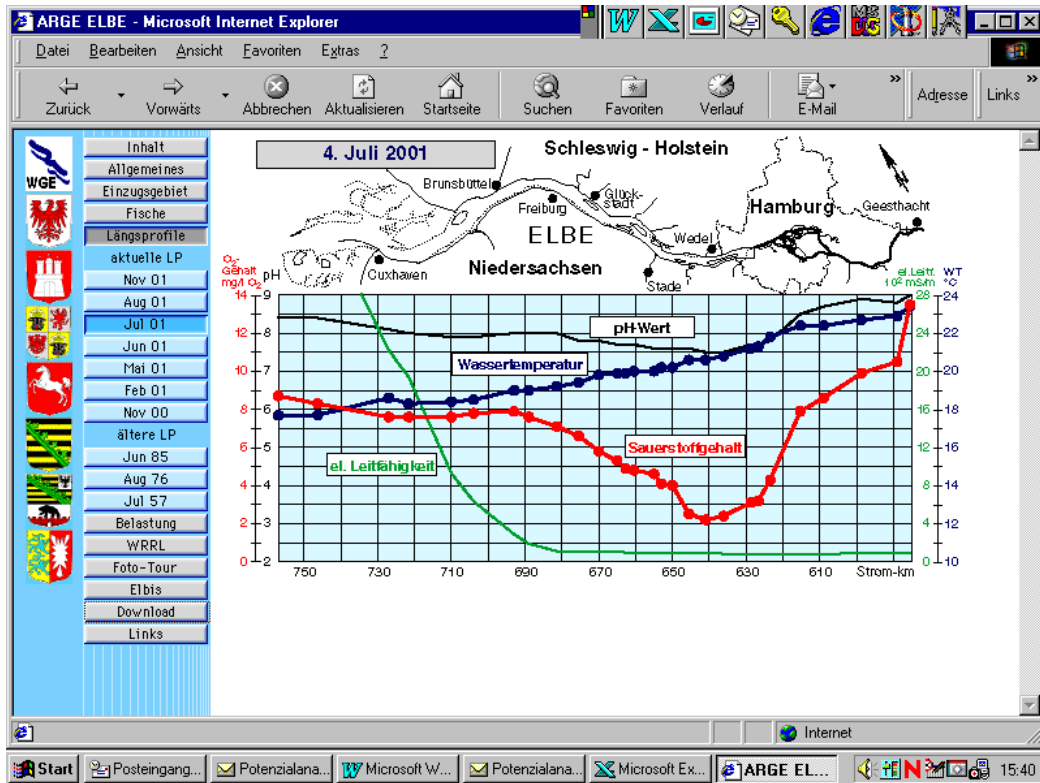
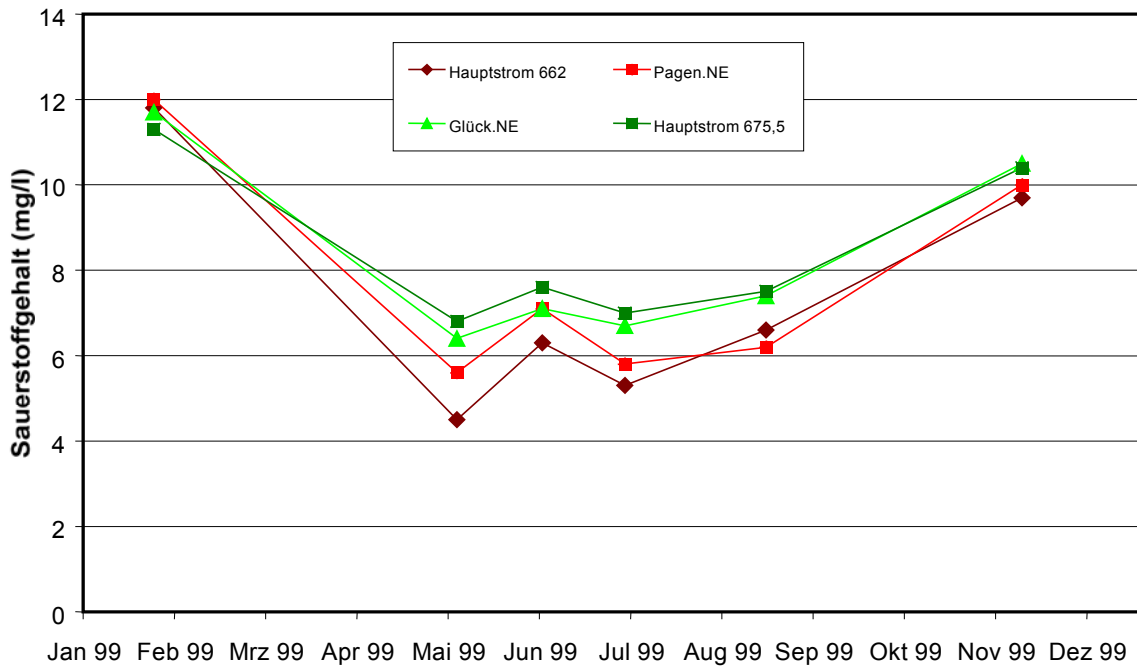


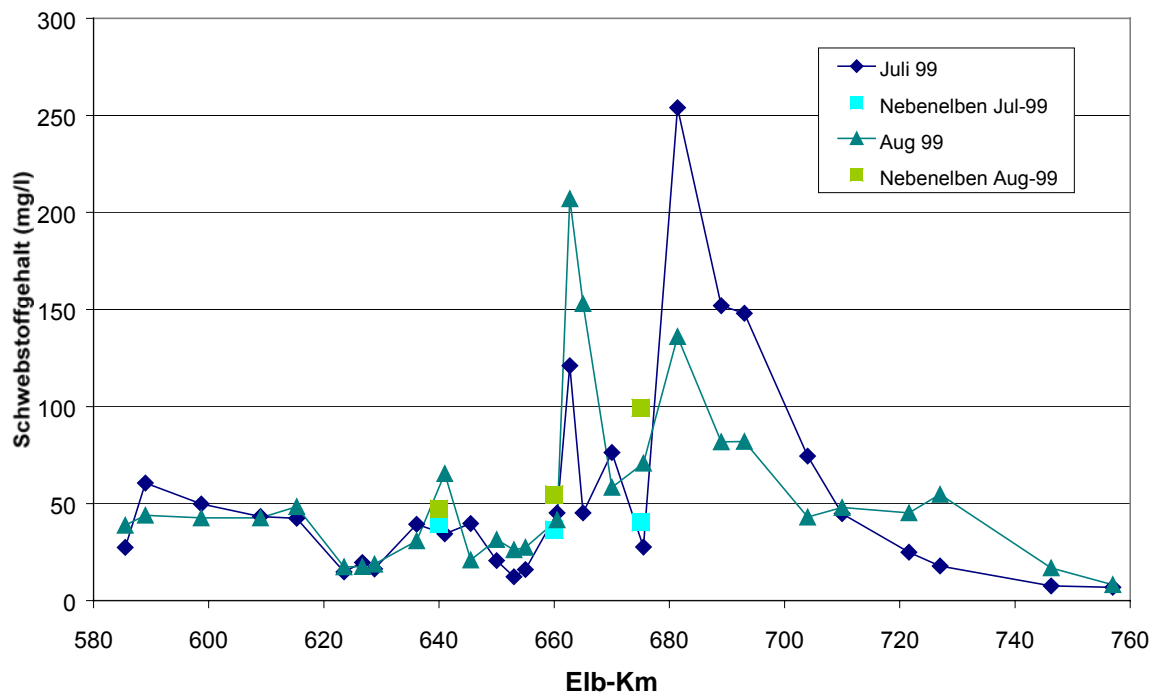
Abbildung 7.2-1: Längsprofil des Sauerstoffgehaltes in der Tideelbe vom 4.7.2001  
 (ARGE ELBE 2002, [www.arge-elbe.de](http://www.arge-elbe.de))



**Abbildung 7.2-2: Sauerstoffgehalte im Hauptstrom und zwei Nebelnelben im Jahr 1999 (ARGE ELBE 2000)**

Ein weiterer Aspekt bei der Beurteilung der Auswirkungen eines stärkeren Anschlusses der Nebelnelben an den Hauptstrom ist in Abbildung 7.2-3 dargestellt. Die Schwebstoffgehalte im Hauptstrom weisen ein typisches, wenn auch stark vom Oberwasserabfluss gesteuertes Längsprofil auf. Dabei tritt in der Regel im Bereich Brunsbüttel bis Cuxhaven ein Trübungsmaximum auf. Als Folge unterliegen die Nebelnelben, wie auch andere Seitenräume der Tideelbe, einem unterschiedlich starken Sedimentationsdruck. Auch die Trübung des Elbwassers ist unmittelbar abhängig von dieser Schwebstoffverteilung. So weist die Glückstädter Nebelnelbe aufgrund ihrer Nähe zum Trübungsmaximum höhere Schwebstoffgehalte als die Pagensander Nebelnelbe auf, die ihrerseits aber in der Nähe einer zweiten schwebstoffreichen Zone bei ca. km 660 – km 670 liegt. Die Hahnöfer Nebelnelbe ist von diesen beiden Trübungsspitzen im Hauptstrom der Elbe nicht betroffen.

Entsprechend dieser Schwebstoffverteilung nimmt auch die Lichtlimitierung des Phytoplanktons in den Nebelnelben stromab zu, so dass die Algengehalte und damit auch der biogene Sauerstoffeintrag stromab sinken.



**Abbildung 7.2-3: Schwebstoffgehalte im Elbe-Längsprofil im Juli und August 1999 (ARGE ELBE 2000)**

## Boden

Räume für potenzielle Aufwertungsmaßnahmen können anhand derjenigen bodenwertbestimmend Kriterien und Unterkriterien identifiziert werden, welche durch die in Kapitel 6.5 vorgeschlagenen Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Wertes beeinflusst werden. Tabelle 7.2-1 listet anhand der in Tabelle 6.5-1 vorgeschlagenen Maßnahmen für das Schutzgut Boden die Suchräume auf, in denen der Großteil der bodenwertbestimmenden Kriterien und Unterkriterien maßnahmenbezogen beeinflussbar sind.

**Tabelle 7.2-1: Kriterien zur Ausweisung von Räumen, in denen Maßnahmen zur Verbesserung bodenwertbestimmender Kriterien und Unterkriterien und damit zur Verbesserung des ökologischen Bodenwertes der Vordeichsböden im Elbe-Ästuar führen können**

Maßnahme	beeinflusst bodenwertbestimmendes Kriterium / Unterkriterium	Suchräume
Nutzungsextensivierung, -auflassung	Mobilität anorganischer Spurenelemente	Bereiche mit erhöhter Mobilität: polyhaline Teilabschnitte (VI und VII), zusätzlich Bereiche mit intensiv genutztem Grünland
	Gesamtgehalte und Mobilität organischer Spurenstoffe	Bereiche mit hoher bis sehr hoher Anreicherung, teilabschnittsbezogen nach Bodenart Klei und Schlick, zusätzlich Bereiche mit Acker-, Garten- und Obstbau
	Gesamtgehalte an Pflanzennährstoffen	Bereiche mit mittlerer bis hoher Anreicherung durch Flusssedimente, Bodenarten Klei und Schlick,
	Eintrag von Pflanzennährstoffen durch Düngung	Bereiche mit mittlerer und hoher Düngungsintensität, Intensivgrünländer und Obstbau, Acker und Gartenbau
	Bodenbearbeitungsintensität durch Landwirtschaft oder Gartenbau	Bereiche mit regelmäßiger Bodenbearbeitung (Pflügen), Acker- und Obstbau
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen: Dränung	Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
	Effekte durch Bodenabtrag	Bereiche mit Bodenabtrag > 40 cm, Bereiche mit Kleiabbau (Abgrabungen)
	Effekte durch Auftrag natürlichen Bodenmaterials	Bereiche mit Bodenauftrag > 40 cm, hoch aufgespülte Sande, Deiche z.T. Siedlungsbereiche
	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Salz- Kalk- und Kleimarschen, zusätzlich maximal mittlere Nutzungsintensität
Rückbau der Entwässerungssysteme, Schließen von Gruppen und Dränen	Mobilität anorganischer Spurenelemente	Bereiche mit erhöhter Mobilität: polyhaline Teilabschnitte (VI und VII), zusätzlich Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
	Mobilität organischer Spurenstoffe	Bereiche mit hoher bis sehr hoher Anreicherung, teilabschnittsbezogen nach Bodenart Klei und Schlick, zusätzlich Bereiche mit Acker-, Garten- und Obstbau, zusätzlich Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
	Eintrag von Pflanzennährstoffen durch Düngung	Bereiche mit mittlerer und hoher Düngungsintensität, Intensivgrünländer und Obstbau, Acker und Gartenbau, zusätzlich Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
	Bodenbearbeitungsintensität durch Landwirtschaft oder Gartenbau	Bereiche mit regelmäßiger Bodenbearbeitung (Pflügen), Acker- und Obstbau, zusätzlich Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)

Maßnahme	beeinflusst bodenwertbestimmendes Kriterium / Unterkriterium	Suchräume
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen: Dränung	Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Salz- Kalk- und Kleimarschen, zusätzlich maximal mittlere Nutzungsintensität, zusätzlich Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
Pflanzung von marschen- und auentypischer Vegetation	Mobilität anorganischer Spurenelemente	Bereiche mit erhöhter Mobilität: polyhaline Teilabschnitte (VI und VII), zusätzlich Bereiche mit intensiv genutztem Grünland
	Mobilität organischer Spurenstoffe	Bereiche mit hoher bis sehr hoher Anreicherung, teilabschnittsbezogen nach Bodenart Klei und Schlick, zusätzlich Bereiche mit mittel bis intensiv genutztem Grünland
	Gesamtgehalte an Pflanzennährstoffen	Bereiche mit mittlerer bis hoher Anreicherung durch Flusssedimente, Bodenarten Klei und Schlick, zusätzlich Bereiche mit mittel bis intensiv genutztem Grünland
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen: Dränung	Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
	Effekte durch Bodenabtrag	Bereiche mit Bodenabtrag > 40 cm, Bereiche mit Kleiabbau (Abgrabungen)
	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Salz- Kalk- und Kleimarschen, zusätzlich maximal mittlere Nutzungsintensität
Änderung des Bewirtschaftungsverfahrens	Gesamtgehalte organischer Spurenstoffe	Bereiche mit hoher bis sehr hoher Anreicherung, teilabschnittsbezogen nach Bodenart Klei und Schlick, zusätzlich Bereiche mit Acker-, Garten- und Obstbau
	Gesamtgehalte an Pflanzennährstoffen	Bereiche mit mittlerer bis hoher Anreicherung durch Flusssedimente, Bodenarten Klei und Schlick, Bereiche mit wenig intensiv genutztem Grünland
	Eintrag von Pflanzennährstoffen durch Düngung	Bereiche mit mittlerer und hoher Düngungsintensität, Intensivgrünländer und Obstbau, Acker und Gartenbau
	Bodenbearbeitungsintensität durch Landwirtschaft oder Gartenbau	Bereiche mit regelmäßiger Bodenbearbeitung (Pflügen), Acker- und Obstbau, z.T. intensiv genutztes Grünland
	Landwirtschaftliche und gärtnerische Kulturmaßnahmen: Dränung	Bereiche mit offenen Dränsystemen (Gruppen, Gräben), Grünland (z.T. Acker- und Obstbau)
	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Salz- Kalk- und Kleimarschen, zusätzlich maximal mittlere Nutzungsintensität
	Tieferlegung der Marsch, Abschälen der Vordeichsböden	Gesamtgehalte anorganischer Spurenelemente und organischer Spurenstoffe
	Effekte durch Auftrag natürlichen Bodenmaterials	Bereiche mit Bodenauftrag > 40 cm
	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Kalk- und Kleimarschen, zusätzlich maximal geringe Nutzungsintensität



Maßnahme	beeinflusst bodenwertbestimmendes Kriterium / Unterkriterium	Suchräume
Pflanzung von Ufervegetation und Auwald	Gesamtgehalte anorganischer Spurenelemente und organischer Spurenstoffe	Bereiche mit hoher bis sehr hoher Anreicherung, teilabschnittsbezogen nach Bodenart Klei und Schlick, zusätzlich Uferbeschaffenheit: naturnahes Ufer / Sandstrand
	Gesamtgehalte an Pflanzennährstoffen	Bereiche mit mittlerer bis hoher Anreicherung durch Flusssedimente, Bodenarten Klei und Schlick, zusätzlich Uferbeschaffenheit: naturnahes Ufer / Sandstrand, z.T. befestigte Ufer
Rückbau von Uferbefestigungen	Bodenüberformung Versiegelung	Uferbeschaffenheit: Steinschüttung, Pflasterung, z.T. Deiche
	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Uferbeschaffenheit: Steinschüttung, Pflasterung
Rückdeichung bzw. Schlitzung von Sommerdeichen	Mobilität anorganischer Spurenelemente	Areale für Rückdeichung im limnischen Bereich im limnischen Bereich (Teilabschnitte I bis IV), Bereiche mit Ausdehnung zwischen Uferverbauung und Deich < 50 m, zusätzlich mittel bis intensiv genutzte Grünländer (z.T. Acker-, Obstbau), geringe Siedlungsdichte
	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Bereiche mit Ausdehnung zwischen Uferverbauung und Deich < 50 m, zusätzlich mittel bis intensiv genutzte Grünländer (z.T. Acker-, Obstbau), geringe Siedlungsdichte
Öffnung von Nebenarmen und -rinnen	Boden als Naturkörper Naturnähe und Seltenheit	Nebenarme und -rinnen ohne durchgehenden Anschluss an Elbstrom, Bereiche mit unbefestigten Ufern (naturnahes Ufer, Sandstrand), Bereiche mit Ausdehnung zwischen Uferverbauung und Deich > 50 m, zusätzlich maximal mittel intensiv genutzte Grünländer, geringe Siedlungsdichte
	Effekte durch Bodenabtrag	Bereiche mit Bodenabtrag > 40 cm, Bereiche mit Kleiabbau (Abgrabungen)

In nachfolgender Tabelle 7.2-2 sind zusätzlich einige in der naturschutzfachlichen Praxis allgemein akzeptierte Maßnahmen zur Verbesserung oder Sicherung des ökologischen Wertes aufgeführt, die jedoch für die Vordeichsböden der Unter- und Außenelbe nur Verbesserungen in einigen wenigen bodenwertbestimmenden Kriterien bringen können.

**Tabelle 7.2-2: Aus naturschutzfachlicher Sicht akzeptierte Maßnahmen zur Verbesserung / Sicherung des ökologischen Wertes, die im Projektgebiet jedoch nur zu einer Verbesserung einzelner bodenwertbestimmender Kriterien führen können**

Maßnahme	beeinflusst bodenwertbestimmendes Kriterium / Unterkriterium	Suchräume
Rekultivierung	Effekte durch Bodenabtrag	Bereiche mit Bodenabtrag > 40 cm, Bereiche mit Kleiabbau (Abgrabungen)
Entsiegelung	Effekt durch Versiegelung	Bereiche mit Versiegelungsgrad > 40 %, Siedlungen und siedlungsnahen Nutzungsformen, Industrie- und Gewerbeflächen, Verkehrsflächen, zusätzlich Uferbeschaffenheit: Steinschüttung, Pflasterung, z.T. Deiche

## Vegetation

Aus vegetationskundlicher Sicht ist es notwendig, die Entwicklung ästuartypischer Vegetationsbestände zu fördern. Dazu müssen die Voraussetzungen geschaffen werden, damit sich naturnahe Vegetationszonierungen wieder entwickeln und Vegetationsveränderungen unter Einwirkung naturnaher morpho- und hydrodynamischer Prozesse möglichst ungestört ablaufen können. Ziel ist es, die Populationen von ästuartypischen Pflanzenarten in ihrer typischer Ausprägung durch Schaffung eines Biotopverbundsystems zu erhalten.

Die Maßnahmen lassen sich dabei wie folgt zusammenfassen:

- Schaffung geeigneter abiotischer Standortbedingungen (Hydrodynamik, Feuchtigkeit, Nährstoffgehalt des Bodens)
- Veränderung der Nutzung (Extensivierung der Nutzung, Zulassen von Sukzession durch Nutzungsaufgabe)
- Abbau beeinträchtigender anthropogener Eingriffe (Rückbau von Uferbefestigungen, Sommerdeichen und Hauptdeichen; Entsiegelung von Böden).

Bereiche, die sich zur Durchführung von Maßnahmen eignen, ergeben sich dabei im wesentlichen auf Grund der beschriebenen Defiziträume. Grundsätzlich gilt, dass ein Bedarf an zusätzlichen tidebeeinflussten Lebensräumen besteht. Die Schaffung neuer semiterrestrischer Habitats durch die Öffnung von Sommerdeichen und die Rückverlegung von Hauptdeichen besitzt aus vegetationskundlicher Sicht dabei das größte Aufwertungspotenzial.

Die Umwandlung von tidebeeinflussten Lebensräumen in andere tidebeeinflusste Lebensräume bedeutet dagegen oftmals die Umwandlung eines hochwertigen Lebensraumes in einen anderen hochwertigen Lebensraum, was eine geringe ökologische Aufwertung zu Folge hat.

Tabelle 7.2-3 bietet eine Zusammenfassung der aus vegetationskundlicher Sicht vorgeschlagenen Maßnahmen. Dabei sind die Kriterien genannt, die bei einer Auswahl geeigneter Gebiete zur Umsetzung der Maßnahmen zu beachten sind.

**Tabelle 7.2-3: Suchkriterien zur Festlegung von Maßnahmen zur ökologischen Verbesserung aus vegetationskundlicher Sicht**

Maßnahmen	Suchkriterien	Bemerkungen
<p><b>Deichvorland</b></p> <p>Rückbau von Uferverbau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beseitigung von Steinschüttungen am Ufer</li> <li>• Durchstich und Beseitigung von Bühnen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uferbefestigungen an Ufern mit geringer erosiver Energie (nicht an Bereichen wo die Fahrrinne direkt an das Ufer heranreicht)</li> <li>• Uferbereiche mit genügend Vordeichsflächen, die für Erosions- und Sedimentationsprozesse zur Verfügung stehen</li> <li>• Uferbereiche, an denen durch weitere Maßnahmen neue semiterrestrische Bereiche geschaffen werden (Rückdeichungen, Abschieben von Vordeichsflächen, Uferabflachungen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Rückbau von Uferbefestigung kann dazu führen, dass bei starker Erosion wertvolle Vegetationsbestände verloren gehen. An solchen Standorten muss geprüft werden, ob der Rückbau der Uferbefestigung tatsächlich zu einer ökologischen Aufwertung führt</li> </ul>
<p>Schaffung neuer aquatischer Lebensräume in Vordeichsländern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tieferlegung des Vorlandes durch Abtragung von Bodenmaterial</li> <li>• Anlage von Flachwasserbereichen und Schlenzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monotone Uferbereiche mit geringem ökologischen Wert</li> <li>• Spülflächen, die durch die hohe Lage nicht dem Tideeinfluss ausgesetzt sind</li> <li>• Bereiche mit hoher ökologischer Wertigkeit sollen ausgeschlossen werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maßnahmen sollten nur dort angewendet werden, wo ein erhebliches Aufwertungspotenzial besteht, da sie einen radikalen Eingriff in bestehende Ökosysteme darstellen</li> <li>• Es sollte darauf geachtet werden, dass Sedimentationsprozesse durch geeignete bauliche Maßnahmen möglichst verhindert werden</li> </ul>
<p>Anbindung von Nebengewässern an den Hauptstrom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beseitigung von Auflandungen</li> <li>• Erweiterung von Durchlässen</li> <li>• Vertiefung von Teilbereichen der Nebeneiben</li> <li>• Beseitigung von Sielen</li> <li>• Veränderung der Bewirtschaftung von Sielen (Verbesserung des Ein- und Ausschwingens der Tide)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nebengewässer, die durch Deiche und Sperrwerke vom Hauptstrom abgetrennt sind</li> <li>• Nebeneiben, deren Verbindung zum Hauptstrom durch natürliche Verlandungsprozesse eingeschränkt ist</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wenn möglich sollten Baggerungen bevorzugt in vegetationsfreien Bereichen stattfinden</li> </ul>
<p>Erhöhung des Tideeinflusses in Vordeichsländer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anbindung von Flachwasserbereichen, Priel und Gräben an den Hauptstrom</li> <li>• Anlegung von Durchlässen in Bühnen</li> <li>• Schlitzen von Sommerdeichen</li> <li>• Beseitigung von Verrohrungen und Sielklappen</li> <li>• Vernetzung von Prielstrukturen, Gräben und Flachwasserbereiche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großräumige Vorländer, die durch Sommerdeiche vom Tideeinfluss abgeschnitten sind</li> <li>• Vorländer mit Prielstrukturen und Flachwasserbereichen, die durch Bühnen vom Hauptstrom abgetrennt sind</li> <li>• Gewässerteile, die durch Strombaumaßnahmen oder natürliche Auflandungen vom Hauptstrom abgetrennt sind</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es ist auch möglich, den Sommerdeich „fast“ zu schleifen, das Material zu nutzen, um die Flanken abzuflachen und den restlichen Deich an einigen Stellen zu schlitzen</li> </ul>

Maßnahmen	Suchkriterien	Bemerkungen
<p>Nutzungsaufgabe und Extensivierung von Vordeichsländer</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulassen von Sukzession auf Röhricht- und Auwald-Standorten</li> <li>• Schaffung von Gewässerrandstreifen an Gräben und Prielen</li> <li>• Extensivierung der Grünlandbewirtschaftung (Verzicht auf Düngung, Herbizid-Anwendung)</li> <li>• Rückbau des Entwässerungssystems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereiche mit Intensiv-Grünland mit geringem ökologischen Wert</li> <li>• Defizit-Räume mit wichtiger Funktion für den Biotopverbund (Vernetzung von Röhrichtflächen und Auwaldfragmenten)</li> <li>• Grünland mit Grabenstrukturen ohne Gewässerrandstreifen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebiete mit hohem avifaunistischem Wert sollten nicht der Sukzession überlassen werden, wenn dadurch der Wert erheblich sinkt</li> <li>• Weichholzauen sollten durch Zulassen von Sukzession, nicht durch Pflanzung gefördert werden (eventuell kleinflächige Initialpflanzungen)</li> </ul>
<b>Binnendeichsbereiche</b>		
<p>Anbindung von Binnendeichsbereichen an die Tide-Dynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steuerung von Sielen, so dass das Ein- und Ausschwingen von Wasser im Tide-Rhythmus ermöglicht wird</li> <li>• Anbindung von Prielen durch Durchlässe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großräumige ehemalige Vorländereien, die innerhalb der letzten hundert Jahren eingedeicht wurden</li> <li>• Bereiche mit Prielstrukturen und sonstigen aquatischen und semiterrestrischen Flächen, die früher mit dem Hauptstrom verbunden waren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Anbindung von ehemaligen Vordeichsbereichen an den Hauptstrom kann in Zusammenhang mit der Anbindung von Binnenelben erzielt werden</li> </ul>
<p>Nutzungsaufgabe und Extensivierung von Binnendeichsbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zulassen von Sukzession auf Röhricht- und Auwald-Standorten</li> <li>• Schaffung nicht genutzer Gewässerrandstreifen an Gräben und Prielen</li> <li>• Extensivierung der Grünlandbewirtschaftung (Verzicht auf Düngung, Herbizid-Anwendung)</li> <li>• Rückbau des Entwässerungssystems</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bereiche mit Intensiv-Grünland mit geringem ökologischen Wert</li> <li>• Defizit-Räume mit wichtiger Funktion für den Biotopverbund (Vernetzung von Röhrichtflächen und Auwaldfragmenten)</li> <li>• Grünland mit Grabenstrukturen ohne Gewässerrandstreifen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine Verknüpfung der Maßnahmen mit Maßnahmen zur Anbindung der Flächen an die Tidedynamik ist besonders sinnvoll. Dadurch werden hydrologische Bedingungen geschaffen, die zur Entwicklung wertvoller Biotopflächen durch Nutzungsaufgabe und Extensivierung führen</li> </ul>
<p>Schaffung neuer aquatischer und semiterrestrischer Lebensräume durch Deichrückverlegung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Großräumige Rückverlegung des Hauptdeichs</li> <li>• Kleinräumige Rückverlegung des Hauptdeichs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großräumige ehemalige Vorländereien, die innerhalb der letzten hundert Jahren eingedeicht wurden</li> <li>• Bereiche mit keinem oder geringem Gebäudebestand</li> <li>• Bereiche mit günstigem Quotient aus Flächengröße (durch Rückdeichung entstehende Vordeichsfläche) und erforderlicher neuer Deichlänge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eventuell geringe Akzeptanz bei Deichrückverlegungen</li> </ul>

### Maßnahmen zur Förderung des Biotopverbunds aus vegetationskundlicher Sicht

Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung des Elbe-Ästuars sollten prinzipiell darauf ausgerichtet sein, hochwertige Bereiche miteinander zu verbinden, so dass ein Bio-

topverbundsystem geschaffen werden kann, das den Austausch von Populationen zwischen gleichartigen Lebensräumen ermöglicht. Dies ist außerdem eine wichtige Voraussetzung für die Wiederbesiedlung von im Elbe-Ästuar ausgestorbenen Tierarten, die auf große, zusammenhängende Biotopflächen angewiesen sind, insbesondere Vogelarten und Säugetiere (vgl. Kapitel 5.7).

Abbildung 7.2-4 zeigt einige Biotoptypen auf, die für das Ökosystem Elbe-Ästuar von besonderer Bedeutung sind: Salzwiesen, Röhrichte, Weichholzauen und Hartholzauen. Mit Ausnahme der Hartholzauen sind die Biotoptypen noch auf nennenswerten Flächen vorhanden, allerdings oftmals auf wenige Räume beschränkt und stark voneinander isoliert. Aus der Analyse der räumlichen Verteilung läßt sich ermitteln, wo aus vegetationskundlicher Sicht Schwerpunkträume für die Verbesserung des Biotopverbundsystems im Elbe-Ästuar liegen.

### **Salzwiesen**

Größere Bereiche von Salzwiesen kommen ausschließlich am Nordufer des Elbe-Ästuars, nördlich Brunsbüttel (Abschnitt VI) vor. Am Südufer befinden sich nur einzelne, sehr kleine und voneinander isolierte Salzwiesen. Aus ökologischer Sicht ist es sinnvoll, diese kleinräumigen Bereiche durch die Schaffung neuer Salzwiesen zu erweitern und miteinander zu vernetzen, beispielsweise durch Nutzungsänderungen, Öffnung von Sommerdeichen oder Deichrückverlegungen.

### **Röhrichte**

Große Röhrichtflächen finden sich vor allem im Abschnitt IV, entlang der Pagensander Nebenelbe und der Haseldorfer Binnenelbe. Diese Bereiche sind jedoch nicht mit anderen Röhrichtflächen entlang der Elbe verbunden. Sowohl stromaufwärts (in Richtung Wedel) als auch stromabwärts (in Richtung Glückstadt) schließen sich Uferbereiche ohne Röhrichte an. In diesen Bereichen liegen potenzielle Maßnahmenräume für die Vernetzung von Biotopen durch die Schaffung neuer Röhrichtflächen, beispielsweise durch Nutzungsaufgabe, durch Reliefveränderungen (Vorspülungen oder Bodenabtrag) oder durch Deichrückverlegungen.

Weitere potenzielle Maßnahmenräume liegen im Abschnitt V. Durch den Salzeinfluss wachsen hier Brackwasser-Röhrichte, die aus vegetationskundlicher Sicht besonders hochwertig sind. Sie kommen allerdings nur in kleinräumiger und isolierter Ausprägung vor. Daher sind hier Maßnahmen zur Vergrößerung der Röhrichtflächen aus vegetationskundlicher Sicht besonders geeignet. Weitere potenzielle Maßnahmenräume liegen im Bereich Krautsand, wo Röhrichte nur in einem sehr schmalen Streifen entlang des Elbe-Ufers wachsen.

### **Weichholzauen**

Weichholzauen sind stark zurückgedrängt worden und kommen in nennenswertem Umfang nur in dem Bereich des Twielenflether Sandes und auf den Inseln Rhinplate und Neßsand vor. Diese Gebiete sind jedoch stark voneinander isoliert. Maßnahmen, um diese Reste an Weidenwäldern und Weidengebüschen untereinander zu verbinden, sollten möglichst direkt angrenzend an bereits bestehende Weichholzauen durchgeführt werden. Dadurch könnte auch auf Pflanzungen verzichtet werden und statt dessen die natürliche Vegetationsentwicklung und die damit verbundene Aus-

breitung und Etablierung der Arten der Weichholzaue abgewartet werden. Potenzielle Maßnahmenräume sind demnach die Bereiche Haseldorfer Binnenelbe/ Hetlingen sowie Bereiche südlich von Glückstadt. Weitere Suchräume für Maßnahmen liegen im Bereich Krautsand, wo derzeit nur sehr kleine Vorkommen der Weichholzaue liegen.

### **Hartholzauen**

Hartholzauen sind im Untersuchungsgebiet derzeit ausschließlich auf ein Vorkommen im Bereich der Haseldorfer Binnenelbe begrenzt. Dies zeigt, wie wichtig es ist, Maßnahmen zur Schaffung von Hartholzauen durchzuführen. Potenzielle Maßnahmenräume liegen auf Gebieten, die episodischen Überflutungen ausgesetzt und deren naturnahe Vegetationsentwicklung derzeit durch Nutzungen unterbunden ist. Am sinnvollsten ist es, Hartholzauenwälder angrenzend zur Weichholzaue zu entwickeln, denn dadurch würde man dem Ziel näher kommen, großflächige tidebeeinflusste Auwälder mit möglichst kompletter Vegetationszonierung zu schaffen. Dazu sind einerseits Flächen auf einigen Elbinseln bzw. im Außendeichsbereich geeignet, andererseits stellen großflächige Rückdeichungen sinnvolle Maßnahmen dar.

DIN-A3-Abbildung einfügen

**Abbildung 7.2-4: Hochwertige Biotoptypen und Suchräume für Maßnahmen zur Verbesserung des Biotopverbunds aus vegetationskundlicher Sicht**

## Fauna

Aus faunistischer Sicht sollten sich Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustandes auf die Ausweitung und Aufwertung von Flachwasserzonen mit „mildem Strömungsklima“ und die Vergrößerung tidebeeinflusster Vorländer und Inselflächen, die nach Möglichkeit ungenutzt bzw. maximal extensiv genutzt sein sollten, konzentrieren. Einen weiteren Schwerpunkt sollten diejenigen Maßnahmen bilden, die Lebensräume und Lebensgemeinschaften wiederherstellen und entwickeln, die in besonderem Maße von der natürlichen Dynamik morphologischer Prozesse abhängig sind (Lebensgemeinschaften verlandender Flachwasser- und Wattgebiete, der Sande, der naturnahen Ufer). Dazu sollten in weiteren Planungsschritten alle Möglichkeiten zu möglichst viel natürlicher Dynamik bei möglichst geringer Beeinträchtigung der Wasserstraßenfunktion des Ästuars eingehend geprüft werden. Unter Umständen können verlandende Flachwasser- und Wattbereiche, Sande etc. sowie die an sie gebundenen Lebensgemeinschaften langfristig nur erhalten werden, wenn diese Lebensräume z.T. auch künstlich angelegt, gesichert und gelegentlich unterhalten werden.

Im einzelnen können folgende Maßnahmen empfohlen werden, die hinsichtlich ihres Potenzials für ökologische Optimierungen und hinsichtlich ihrer Realisierungsmöglichkeiten eingehender geprüft werden sollten (darüberhinaus sind auch die oben unter dem Abschnitt *Vegetation* aufgeführten Maßnahmen geeignet, zum langfristigen Erhalt ästuartypischer Tierarten beizutragen):

- Ausweitung und Aufwertung von Flachwasserzonen
  - Zwischen Geesthacht und Hamburger Hafen Anlage von Nebenarmen, Altarmen und Schlenzen durch Abgrabungen im Vorland; Schaffung möglichst langer und vielfältig strukturierter Nebenarme, auch durch Umgestaltung von Bühnen in Längsleitwerke möglich
  - Im Hamburger Hafen Anlage von Flachwasserzonen in Teilabschnitten einiger Hafenbecken
- Wiederanbindung und Querprofilaufweitungen
  - Wischhafener Süderelbe
  - Ruthenstrom
  - Haseldorfer und Hetlinger Binnenelbe (eventuell auch oberstromig anbinden)
  - Dwarsloch
- Verlängerung von Nebanelben durch zusätzliche Inselaufspülungen (in Kombination mit strombaulichen Maßnahmen zur Verringerung der Strömungsgeschwindigkeiten und zur Vergrößerung der Sedimentation in einigen tiefen Teilabschnitten der Nebanelben)
  - Lühesand (Insel nach Nordwesten verlängern)
  - Schwarztonnensand (Verlängerung nach Südosten und/oder Nordwesten, dort eventuell als separate neue Insel)
  - Pagensand (Verlängerung nach Nordwesten)
  - Rhinplate (Verlängerung nach Südosten und/oder Nordwesten, gegebenenfalls als separate Inseln)
  - eventuell Anlage kleinerer Inseln oder Sande stromab Brunsbüttel (um dadurch eine Verringerung des einschwingenden Tidevolumens zu bewirken)
- Abgrabungen von Wattflächen
  - Teilbereiche Hahnöfer Nebanelbe



- oberstromiger Abschnitt der Flutrinne hinter dem Schwarztonnensand
- außendeichs gelegene Watt- und eventuell auch Landflächen an der Haseldorfer Binnenelbe und dem Dwarслоch
- Vergrößerung tidebeeinflusster ungenutzter und extensiv genutzter Vorländer und Inseln, Förderung von ausgedehnten extensiv genutzten Feuchtgrünländern, von großflächigen Röhrichten, von Weich- und Hartholzauen)
- Vergrößerung bestehender und Neuanlage von Inseln und Sanden (s.o.)
- möglichst großflächige Ausdeichungen mit anschließender Renaturierung
  - detaillierte Auflistung geeigneter Flächen in CLAUS (1998), z.B. Nordkehdingen, Haseldorfer Marsch etc.)
  - Gebiete außerhalb der Elbmündung, die aber noch (z.B. für die Vogelwelt) in räumlichem und funktionalem Zusammenhang stehen.

## **Landschaft**

Wie in Kapitel 6.8 beschrieben sind das Landschaftsbild gliedernde und prägende Strukturen zu schaffen, welche die Natürlichkeit bzw. den ursprünglichen Charakter der jeweiligen Flächen berücksichtigen. Hierfür geeignete Maßnahmen sind in Kapitel 6.8 genannt, für deren Realisierung die nachfolgend beschriebenen Bereiche vorgeschlagen werden.

Die Anbindung von Nebengewässern und Nebenelben, die durch den Hauptdeich vom Tidegeschehen der Elbe abgetrennt sind, ist in den Bereichen Wischhafener Süderelbe, Ruthenstrom, Haseldorfer Binnenelbe und Alte Süderelbe zu untersuchen.

Für die Extensivierung intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen sowie die Anreicherung ausgeräumter Intensivgrünland- oder Ackerflächen mit Strukturen wie z.B. Hecken, Baumreihen, Sukzessionsstreifen oder Röhrichten entlang von Gräben sind insbesondere die Bereiche Asseler Sand, St. Margarethen, Twielenflether Sand und Allwörder Außendeich zu nennen.

Für den Rückbau von Uferbefestigungen geeignete Flächen befinden sich vorrangig in den Abschnitten I bis III des Bearbeitungsgebietes sowie im Bereich St. Margarethen und der Inseln Lühesand und Rhinplate.

Die Entsiegelung von Flächen betrifft den Rückbau gepflasterter Uferböschungen sowie die Entsiegelung nicht mehr benötigter Verkehrs- und sonstiger Flächen. Potenzielle Maßnahmenflächen hierfür sind im Bereich der Siedlungen zu suchen, wobei der räumliche Schwerpunkt in den dichter bebauten Abschnitten I bis III gelegen ist.

Die Eingrünung von Industrie- und Gewerbegebieten, Siedlungsrändern und Einzelgebäuden durch Berankung, Stauden-, Strauch- und Baumpflanzungen sind lediglich gestalterische Maßnahmen und dienen der Einbindung technischer Bauwerke in die Landschaft. Bereiche hierfür sind die Siedlungs- und Verkehrsflächen des Bearbeitungsgebietes.

**Tabelle 7.2-4: Zusammenstellung potenzieller Maßnahmen zur Verbesserung des ökologischen Zustands der Unter- und Außenelbe**

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
<b>Maßnahmengruppe 1: Ausdehnung der Flachwasserbereiche</b>						
M1	Ausdehnung und Aufwertung von Flachwasserbereichen durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgrabung von Wattflächen</li> <li>• Verflachung von Tiefwasserbereichen (Baggergutablagerungen, Förderung der Sedimentation durch wasserbauliche Maßnahmen etc.)</li> </ul>	Verbesserung der Wasserbeschaffenheit durch bessere Durchlichtung (relativ zum Gesamtwasserkörper) und damit Erhöhung des biogenen Sauerstoffeintrags; Erhöhung der Primär- und Sekundärproduktion; hohe Bedeutung als Laichgebiet und „Kinderstube“ für die Fischfauna; Nahrungsgebiet fischfressender Vögel; hohe Biomasseproduktion an Zooplankton und Benthos; Schaffung marschtypischer naturnaher Böden	Sauerstoffmangel im Hauptstrom der Elbe aufgrund hoher Belastung mit abbaubaren Stoffen und schlechter Sauerstoffversorgung aufgrund großer Wassertiefen und teilweise ungenügendem Austausch mit Nebenelben; defizitärer Lebensraum (in der Vergangenheit erhebliche Flächenverluste zugunsten von Tiefwasser und Watt)	Insbesondere Bereiche der Nebenelben	Teilabschnitte I-IV (siehe Plan-Nr. 1)	Möglicher Konflikt: stärkere Verlandung. Dadurch eventuell zusätzliche Unterhaltungsbaggerungen notwendig. Bei Abgrabungen in feinkörnigen Wattbereichen ist eine Mobilisierung schadstoffbelasteter Sedimente zu vermeiden, siehe " <b>Anmerkung</b> "
M2	Schaffung von flachen, gut durchlichteten Endbereichen, z. B. in verschiedenen Hafenbecken des Hamburger Hafens durch strukturelle Aufwertung (entsprechend den Maßnahmen nach dem gewässerökologischen Strukturplan für den Hamburger Hafen und die Tideelbe in Hamburg)	Verbesserung / Entlastung des Sauerstoffhaushalts und der Wasserbeschaffenheit; Abminderung der Schwebstofffallenfunktion	Strukturelle Defizite mit nachteiligen Auswirkungen auf die Wasserbeschaffenheit und die Sauerstoffmangelsituationen	Verschiedene Hamburger Hafenbecken	z. B. die sehr tiefen Hamburger Hafenbecken mit kaum vorhandenen Flachwasserbereichen	
<b>Maßnahmengruppe 2: Schaffung von Wattflächen</b>						
M3	Erhaltung / Schaffung von Wattflächen (Salz-, Brack- und Süßwasserwatten) durch:	Stärkung der Rückhaltefunktion des Elbe-Ästuars für Nährstoffe; Entlastung des Schweb-	Hohe Nährstoffgehalte; hochwertige naturnahe und seltene Salz-, Brack- und Süßwas-	Derzeit ökologisch geringwertige Vorländer sowie hinter dem Hauptdeich liegende	Gesamter Bereich der Unter- und Außenelbe	Den gegenüber Watten größeren Flächenverlusten an Flachwasser und ti-

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgrabung von Vorländflächen</li> <li>• Anschluss von bisher hinter dem Hauptdeich gelegenen Nebengewässern</li> </ul>	stoffhaushalts; Stabilisierung des Sauerstoffhaushalts; hohe Dynamik beim Abbau organischer Stoffe; Erhöhung der Primär- und Sekundärproduktion; Verbesserung dieser Bereiche als „Kinderstube“ für Fische; Schaffung von naturnahen hochwertigen Wattflächen (Weiter wie M1)	serwatten sind nur kleinflächig vorhanden.	Gewässer		debeeinflussten Vorland- und Inselflächen sollte prioritär durch geeignete Maßnahmen begegnet werden, wobei die zusätzliche Schaffung von Watten nicht zu Lasten von Flachwasserbereichen gehen soll; bei Baggerungen, insbesondere in Bereichen stromaufwärts von Glückstadt, ist eine Mobilisierung schadstoffbelasteter Sedimente zu vermeiden oder zu minimieren, siehe <b>"Anmerkung"</b>
<b>Maßnahmengruppe 3: Verbesserung der Durchströmung von Nebelbelben und Rinnen</b>						
M4	Verbesserung der Durchströmung von Nebelbelben und Nebenrinnen, z.B. durch Freibaggern im oberstromigen Bereich  Bezug zu M1	Erhöhung der natürlichen Rauheit des Ästuars; Reduzierung der Tideparameter (Thw, Thb); Reduzierung einer weiteren Verlandung; Entwicklung eines vielfältigen Strömungsspektrums im Gesamtsystem; Erhalt wichtiger morphologischer Strukturelemente	Zunehmende Sedimentation im Bereich der Nebelbelben mit der Gefahr der Abtrennung der Nebelbelben vom Hauptstrom und Verlust ästuartypischer Lebensräume (insbesondere Flachwasserzonen), Prozesse und Funktionen; Rückgang und zunehmende Isolierung von Wasserpflanzen-	Mögliche Bereiche zur Anbindung an die Elbe sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flutrinne hinter Schwarztonnensand</li> <li>• Wischhafener Fahrwasser</li> <li>• Pagensander Nebelbelbe</li> <li>• Haseldorfer Binnenelbe</li> <li>• Lühesander Süder-</li> </ul>	Wenig oder nicht mehr durchströmte Nebelbelben <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flutrinne hinter Schwarztonnensand</li> <li>• Wischhafener Fahrwasser</li> <li>• Pagensander Nebelbelbe</li> <li>• Haseldorfer Binnenelbe</li> <li>• Hahnöfer Ne-</li> </ul>	Zur Abschätzung der hydraulischen Wirksamkeit von Einzelmaßnahmen sind hydronumnerische Modellrechnungen notwendig.  Baggerungen sollten im vegetationsfreien Sedimentkörper erfolgen; die Sauerstoffgehalte könnten

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
			Populationen	elbe • Hahnöfer Nebenelbe/ Mühlenberger Loch  Die Herstellung von Flachwasserzonen in der Hahnöfer Nebenelbe erfolgt im Rahmen des LBP zur Fahrrienenanpassung	benelbe/ Mühlenberger Loch	in einigen Nebenelben allerdings absinken auf Grund des Zuflusses sauerstoffarmen Wassers aus dem Hauptstrom. Die ökologischen Funktionen der Nebenelben sind an ein „mildes Strömungsklima“ sowie ausgedehnte Flachwasser- und Wattgebiete gebunden; daher sind nur „behutsame“ Vertiefungen sinnvoll; bei Baggerungen, insbesondere in Bereichen stromaufwärts von Glückstadt, ist eine Mobilisierung schadstoffbelasteter Sedimente zu vermeiden oder zu minimieren, siehe <b>"Anmerkung"</b>
M5	Anbindung von Nebengewässern und Nebenelben, die durch den Hauptdeich vom unbeeinflussten Tidegeschehen der Elbe abgetrennt sind.  Bezug zu M1 und M3	Wiederanbindung von Watt- und Flachwasserbereichen an den Hauptstrom; Förderung des Biotopverbundes durch Vernetzung heute vom Hauptstrom stärker getrennter Nebenelben; Schaffung von Standorten	Bestehende Tendenz der Umwandlung von ästuartypischen Lebensräumen in naturfernere Lebensräume, Reduzierung der Vorlandbereiche; mangelnde Rückhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuflüsse</li> <li>• Wischhafener Süderelbe</li> <li>• Ruthenstrom</li> <li>• Haseldorfer Binnenelbe</li> <li>• Borsteler Binnenelbe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wischhafener Süderelbe</li> <li>• Haseldorfer Binnenelbe</li> <li>• Borsteler Binnenelbe</li> <li>• Alte Süderelbe</li> </ul>	wie M4 und: in den Sedimenten des Mühlenberger Lochs befinden sich hohe Schadstoffbelastungen. Bei Anbindung der Alten

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
		für Wasserpflanzengesellschaften; hohe Bedeutung als Laichgebiet und „Kinderstube“ für die Fischfauna; Nahrungsgebiet fischfressender Vögel; hohe Bedeutung für Zooplankton und Benthos; höhere Standortvielfalt für aquatische Organismen und höhere Artenvielfalt; Rast- und Brutmöglichkeiten für Vögel; abgetrennte, vorhandene Röhrichte werden wieder für aquatische Lebensgemeinschaften (z. B. krautlaichende Fischarten) zugänglich gemacht; Verbesserung der Erreichbarkeit von Lebensräumen für Fische	funktion für Nährstoffe; Abtrennung der Nebenelben und -gewässer von der Tidedynamik der Elbe (dadurch Verlust semiterrestrischer Lebensräume)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alte Süderelbe (hier hydraulische Anbindung an die Elbe durch beidseitiges Öffnen). In Verbindung mit der Alten Süderelbe wird auch eine Verbesserung für das Mühlenberger Loch gesehen</li> </ul>		Süderelbe besteht die Gefahr der Mobilisierung schadstoffbelasteter Sedimente
<b>Maßnahmengruppe 4: Erhöhung der morphologischen Strukturvielfalt</b>						
M6	Morphologisch vielfältige Gestaltung von Strombauwerken; entsprechende Anordnung und Gestaltung von Leitwerken (z. B. Verlängerung von Inseln/Leitdämmen)	Verbesserung der morphologischen Strukturen; Verbesserung der natürlichen Substratvielfalt	Strukturelle Armut/ Eintönigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lühesand</li> <li>• Schwarztonnsand</li> <li>• Pagensand</li> <li>• Rhinplate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lühesand</li> <li>• Schwarztonnsand</li> <li>• Rhinplate</li> </ul>	
M7	Schaffung von Inseln und Sänden bei Neuaufspülungen und zukünftigen Baggergutverbringungen / Förderung der Eigendynamik von Sandbänken und Prielen außerhalb des Hauptfahrwassers	Schaffung naturnaher, ungestörter Flächen zur Erhöhung produktiver Uferlinien; Zulassung natürlicher Sukzessionsvorgänge; Schaffung neuer Lebensräume für Pflanzen und Tiere (u.a. Seeregenpfeifer und Zwerg-	Verlust vegetationsfreier Sandinseln; deutlicher Rückgang an Standorten für die Fauna und die Vegetation auf neu entstehenden sandigen Pionierflächen	insbesondere seitlich der Fahrrinne vom Schwarztonnsand bis zum äußeren Ästuar	Insbesondere die Teilabschnitte I-IV (siehe Plan-Nr. 1)	Die Höhe großer Teilflächen soll unterhalb MThw liegen

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
		seeschwalbe, Wirbellose und für Pflanzen sandiger Pionierstandorte)				
M8	Schaffung von Kleingewässern im Deichvorland und auf Inseln (z. B. Bau von Schlenzen, die mit dem Hauptstrom in Verbindung stehen)	Verbesserung der Lebensraumvoraussetzungen für Makrozoobenthos, Zooplankton; Schaffung von Biotopen für die Vegetation strömungsberuhigter Flachwasserzonen	Rückgang der Wasserpflanzenvegetation strömungsberuhigter Flachwasserzonen (z.B. Laichkrautgesellschaften, teilweise Seerosengesellschaften)	Uferbereiche im gesamten Bearbeitungsgebiet	Gesamtes Bearbeitungsgebiet	Rasche Verlandung der Kleingewässer möglich
M9	Rückbau von Uferbefestigungen und Ersatz von naturfernen durch naturnahen Uferverbau (gegebenenfalls verbunden mit der Abflachung steiler Böschungen)	Schaffung naturnaher Uferabschnitte; Verbesserung morphodynamischer Prozesse; Reduzierung von Bodenversiegelungen; Schaffung von Standorten für ästuartypische Pflanzengesellschaften (insbesondere Röhrichte und semiterrestrische Pionierfluren) und Tiergesellschaften; Schaffung neuer aquatischer und semiterrestrischer Standorte	Mangel an naturnahen Uferabschnitten und naturnahen Uferbiotopen; Überdeckung von Böden; fehlende morphodynamische Prozesse verhindern Ausbildung von Pionierstandorten am Ufer	Sehr viele Uferabschnitte, insbesondere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschnitte I-III</li> <li>• Lühesand</li> <li>• St. Margarethen</li> <li>• Rhinplate</li> </ul>	Bereiche mit Schüttsteindeckwerken und anderen Uferbefestigungen insbesondere in den Teilabschnitten I-III (siehe Plan-Nr. 1)	Maßnahmen könnten teilweise in Verbindung mit Uferstrukturierungen durchgeführt werden
M10	Initiierung der Prielentwicklung im Deichvorland durch lokalen Bodenabtrag oder unter Nutzung vorhandener Grabensysteme	Schaffung von Habitaten für ästuartypische Tierarten (Fische, Zoobenthos)	Rückgang natürlicher Prielsysteme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Twielenflether Sand: Anbindung der Priele an die Elbe</li> <li>• Lühesand</li> </ul>		
M 11	Tieferlegung von Vordeichsländern	Verbesserung des ökologischen Bodenwerts; Verringerung der Stoffanreicherung in Böden; Ausdeh-	Rückgang tidebeeinflusster aquatischer und semiterrestrischer Bereiche	Bereiche für Röhrichte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilabschnitte I, III – VI, insbesondere:</li> <li>• Lühesand</li> </ul>	Ehemals tidebeeinflusste Flächen im Vordeichsgelände. Bei Böden insbeson-	Eine großflächige Tieferlegung von Vordeichsländern ist nur sinnvoll, wenn

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
		nung von Flachwasserbereichen und Beseitigung landseitiger Ausbreitungsbarrieren und Schaffung neuer tidebeeinflusster Lebensräume für ästuartypische Pflanzengesellschaften (z. B. Salzwiesen, Röhrichte)		<ul style="list-style-type: none"> <li>Asseler Sand</li> <li>Allwördener Außendeich</li> </ul> Bereiche für Salzwiesen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilabschnitte VI und VII, insbesondere:</li> <li>Belumer Außen-deich</li> <li>Hullen</li> </ul>	dere in den Teilabschnitten IV-VI	damit ein erhebliches Aufwertungspotenzial vorhanden ist; genauere Ermittlung der Defizitbereiche für Böden in weiteren Arbeitsschritten im GIS)
<b>Maßnahmengruppe 5: Verminderung der stofflichen Belastungen</b>						
M12	Verminderung der stofflichen Belastungen durch Reduktion von Siedlungs- und Industrieabwässern und diffusen Stoffeinträgen aus der Landwirtschaft	Verbesserung der Wasserbeschaffenheit, gegebenenfalls bei gleichzeitiger Verringerung der Algengehalte in der Mittel-elbe; Vermeidung weiterer Schadstoffbelastung und Schadstoffanreicherung in Sedimenten und Böden	Zu bestimmten Jahreszeiten und Abflussbedingungen treten deutliche Sauerstoffmangelsituationen auf (hohe organische Gehalte, Nährstoffgehalte, Algendichten)	Hamburger Raum (Verminderung der Belastungen von Kläranlagen und Industriebetrieben)  Bereich Mittel-elbe (Verminderung der Belastungen von Kläranlagen, Industriebetrieben sowie von diffusen Stoffeinträgen)	Bereich der Unter-elbe (ca. km 630-650) und Hamburger Hafen.	Maßnahmen an der Mittel-elbe sind räumlich sehr weit vom Ort der Verursachung entfernt. Allerdings besteht ein enger funktionaler Bezug zu den ökologischen Defiziten im Bereich der Unter-elbe
<b>Maßnahmengruppe 6: Rückverlegung und Öffnung von Deichen</b>						
M13	Öffnung von Sommerdeichen durch Schlitzten oder Schleifen	Förderung der Tidedynamik; Anlage und Schaffung möglichst großflächiger tidebeeinflusster Bereiche; Schaffung von Böden als Naturkörper; Förderung amphibischer Vegetationstypen (insbesondere Salzwiesen und Röhrichte)	Reduzierung des Tideinflusses in den Vorländereien; Intensive landwirtschaftliche Nutzung in den Vorländern (intensive Standweide, Akkernutzung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Belumer Sommerdeich</li> </ul>	zwischen Sommer- und Hauptdeich gelegene, intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen	Zur Erhöhung der Verweilzeiten des Wassers und zur Reduzierung des Tidehubs können wasserhaltende Schwellen in die Sommerdeichöffnungen eingebaut werden; sollten bei

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
						diesen Maßnahmen feinkörnige Sedimente mobilisiert werden, können damit u.U. Schadstoffe mobilisiert werden; siehe <b>"Anmerkung"</b>
M14	Rückverlegung des Hauptdeichs	Schaffung von Fluträumen und Erweiterung von tidebeeinflussten Flächen; Schaffung von ästuartypischen aquatischen und semiterrestrischen Lebensräumen wie Flachwasserzonen, Wattflächen, Röhrichten, Auwälder und Salzwiesen; Lebensraum für Vögel; Schaffung marschentypischer Böden	Rückgang von tidebeeinflussten Flächen durch Bau von Hauptdeichen; ehemals durchströmte Bereiche werden in der Folge zu Stillgewässern; geringe Tiefe der Vordeichsländer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nordkehdingen</li> <li>• Alte Süderelbe</li> <li>• Haseldorfer/ Hetlinger Marsch</li> <li>• Krautsand</li> <li>• Borsteler Binnenelbe und Hahnöfer Sand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nordkehdingen</li> <li>• Alte Süderelbe</li> <li>• Haseldorfer/ Hetlinger Marsch</li> <li>• Krautsand</li> <li>• Borsteler Binnenelbe und Hahnöfer Sand</li> </ul>	Detaillierte Listen geeigneter Bereiche bei CLAUS (1998); sollten bei diesen Maßnahmen feinkörnige Sedimente mobilisiert werden, können damit u.U. Schadstoffe mobilisiert werden; siehe <b>"Anmerkung"</b>
M15	Anschluss von Flächen im Binnendeichsbereich an den Tideeinfluss durch Bau von Sielbauwerken in den Hauptdeichen	Schaffung neuer Standorte, die dem Tideeinfluss ausgesetzt sind; Zulassen aperiodischer Überflutungen Entwicklung ästuartypischer Biotope	Mangel an tidebeeinflussten Flächen Abtrennung aquatischer und amphibischer Biotope vom Hauptstrom, dadurch Isolierung von Tier- und Pflanzenpopulationen	Hauptdeiche in Abschnitten mit ausgehnten binnendeichsgelegenen Offenlandflächen, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krautsand</li> <li>• Haseldorfer/ Hetlinger Marsch</li> </ul>	ehemals tidebeeinflusste Flächen, welche nunmehr vom tidebeeinflussten Deichvorland abgeschnitten sind.	Ökologische Barrierewirkung des Hauptdeiches wird nur vermindert aber nicht aufgehoben; Maßnahme M14 besitzt die größere ökologische Wirksamkeit
<b>Maßnahmengruppe 7: Nutzungsextensivierungen</b>						
M16	Extensivierung der Grünlandnutzung durch: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung des Dünger und Herbizideinsatzes</li> <li>• Spätere Mähzeitpunkte</li> </ul>	Verbesserung des ökologischen Bodenwerts; Verringerung der Stoffanreicherung in Böden; Schaffung größerer, extensiv genutzter Weideflächen, die	Intensive Grünlandnutzung durch intensive Beweidung (Standweide), Herbizid-Einsatz, Düngung, Nachsaaten mit Zuchtsorten.	Intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen im Deichvorland und angrenzendem Deichhinterland, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asseler Sand</li> </ul>	Intensivgrünländer im Bearbeitungsgebiet (große Bereiche des Asseler Sands, des Allwördener Außendeichs, bzw. im Be-	Extensivierung vorgesehen in den Bereichen Belum, Hullen, Allwörden (siehe Maßnahmen aus LBP zur Fahr-



Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduzierung der Besatzdichten</li> <li>• Extensive Beweidung durch robuste Haustierarten (z.B. Heckrinder) oder Wildtiere (Rotwild)</li> </ul>	Zugvögeln als Rast- und Ruheplatz, sowie Wiesenbrütern als Brutplatz dienen; Lebensraum für Säugetiere; Entwicklung von mesophilem Feuchtgrünland mit wertvollen Vegetationsbeständen; Schaffung eines Lebensraummosaiks aus offenen, halboffenen und geschlossenen Vegetationsbeständen	Fehlende Vegetationsdynamik und Strukturvielfalt in Vordeichsländern	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krautsand</li> <li>• Haseldorfer/Hetlinger Marsch</li> <li>• Allwörder Au-ßendeich</li> <li>• Sankt Margarethen</li> <li>• Nordkehdingen</li> <li>• Twielenflether Sand</li> </ul>	reich St. Margarethen)	rinnenanpassung)
M17	Nutzungsaufgabe in Deichvorländern <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgabe der Ackernutzung</li> <li>• Zulassen der Sukzession generell unterhalb von ca. 0,5 m ü. MThw (zur Förderung von Salzwiesen und Röhrichten)</li> <li>• Entwicklung von Weichholz- und Hartholzauwe durch Sukzession und Pflanzungen</li> <li>• Schaffung von 5-10 m breiten Gewässerrandstreifen</li> </ul>	Schaffung und Verbesserung von ästuartypischen Biotopverbundstrukturen (Salzwiesen, Röhrichte, Hochstaudenfluren, Weidengebüsche, Auwälder) Lebensraum für Säugetiere, Vögel, usw.; Schaffung von Flächen mit natürlicher Vegetationsdynamik; Verbesserung natürlicher Bodenfunktionalität	Rückgang ästuartypischer Lebensräume (durch Umwandlung von Röhrichten und Auwälder in Intensiv-Grünland); Beeinträchtigung von Salzwiesen durch Beweidung; Mangel an Biotopverbundstrukturen	Deichvorland außerhalb der für den Wiesenvogelschutz wertvollen Bereiche  Bereiche für die Entwicklung von Auwäldern und Röhrichten vor allem in den Abschnitten III – V : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Twielenflether Sand</li> <li>• Asseler Sand</li> <li>• Allwörder Au-ßendeich</li> <li>• Nordkehdingener Au-ßendeich</li> <li>• Sankt Margarethen</li> </ul> Bereiche für die Entwicklung von Salzwiesen, Abschnitt IV, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hullen</li> </ul>	Ackernutzung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterhalb Wehr Geesthacht und im Bereich der Lühemündung</li> </ul> Intensive Grünlandnutzung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insel Krautsand</li> <li>• Belumer Außen-deich</li> <li>• Sankt Margarethen</li> </ul>	Weichholzauen sollten im allgemeinen durch Zulassen von Sukzession, nicht durch Pflanzung gefördert werden (evtl. sind kleinflächige Pflanzungen von Initialflächen notwendig)  Konfliktpotenzial mit Zielen des Wiesenvogelschutzes

Nr.	Potenzielle Massnahme	Der Maßnahme zu Grunde liegende Entwicklungsziele	Der Maßnahme zu Grunde liegende ökologische Defizite	Mögliche Maßnahmenbereiche	Defizitäre Bereiche	Bemerkungen
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Belumer Außen-deich</li> </ul>		
M18	Rückbau von Entwässerungssystemen durch Schließung von Drängräben und Gräben	Verbesserung des ökologischen Bodenwerts; Verringerung der Stoffmobilität in Böden; Förderung und Erweiterung tideabhängig überschwemmter Bereiche; Erhöhung der Verweilzeiten des Wassers in Flachwasserbereichen; Verbesserung der Voraussetzungen für Vegetationsbestände, die auf hohe Grundwasserstände und häufige Überflutungen angewiesen sind	Rückgang der Verweilzeiten des Wassers auf periodisch überschwemmten Flächen bzw. in den entwässernden Grabensystemen; Umwandlung von Feuchtgrünland in Intensivgrünland	Terrestrische Bereiche mit Graben- und Entwässerungssystemen und semiterrestrische Bereiche im Vordeichsbereich, z. B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Belumer Außen-deich</li> <li>• Sankt Margarethen</li> <li>• Allwörderer Außen-deich</li> </ul>	Großflächig dränierte landwirtschaftliche Bereiche	
<b>Maßnahmengruppe 8: Maßnahmen für den Artenschutz</b>						
M19	Schaffung neuer Standorte von seltenen und gefährdeten Pflanzenarten (Schaffung spezifischer Standortbedingungen, Ausbringung von Diasporen und Anpflanzungen)	Förderung prioritärer Arten, z. B. Schierlings-Wasserfenchel, im Rahmen von Natura 2000	Wegfall geeigneter Standorte, im Fall des Schierlings-Wasserfenchels durch extreme Reduktion der Vorlandbereiche, Uferverbau und veränderter Auedynamik	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hamburger Hafengebiete</li> <li>• Zollenspieker</li> </ul>	Gesamtes Untersuchungsgebiet (für Schierlings-Wasserfenchel v.a. Abschnitte I – IV)	Ein Pilotprojekt zur Ansiedlung des Schierlings-Wasserfenchels wird vom Botanischen Verein zu Hamburg im Vorland des Overhakens durchgeführt

Anmerkung: Zur Vermeidung der Schadstoffmobilisierung bei Baggerungen in Bereichen mit schadstoffbelasteten Sedimenten, die insbesondere stromaufwärts von Glückstadt liegen, sind entsprechende Begleitmaßnahmen vorzusehen. Anfallendes schadstoffbelastetes Baggergut ist an Land oder unter Wasser sicher zu deponieren.

## 8 Qualitativer Vergleich von Maßnahmen

Die fachliche Bewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung des Elbe-Ästuars kann nur aufgrund einer integrierenden Analyse der ökologischen Auswirkungen erfolgen. Grundlage dafür ist die Zusammenstellung der ökologischen Bewertung der Maßnahmen aus der Sicht der in der vorliegenden Potenzialanalyse beteiligten Fachdisziplinen.

Der qualitative Vergleich der Maßnahmen bietet

- eine Zusammenfassung der fachlichen Bewertungen der Maßnahmen aus den Perspektiven der einzelnen Fachdisziplinen heraus
- Bewertungsdifferenzen, die sich aus den divergierenden Umweltzielen einzelner Fachdisziplinen ergeben
- die Grundlage für die integrierende ökologische Bewertung der vorgeschlagenen Maßnahmen.

Durch dieses Verfahren wird deutlich, welche Maßnahmen zu einer generellen ökologischen Aufwertung führen und bei welchen Maßnahmen positiven ökologischen Wirkungen auch negative Wirkungen gegenüberstehen. Außerdem wird dadurch aufgezeigt, bei welchen Maßnahmen darauf geachtet werden sollte, dass mögliche negative Auswirkungen bezüglich einzelner Umweltziele minimiert werden müssten.

Die ökologische Bewertung basiert auf dem für das Elbe-Ästuar formulierten Leitbild (vgl. Kapitel 4). Die allgemeinen Grundsätze wurden dabei zu drei Bereichen zusammengefasst: den abiotischen Prozessen und Funktionen, den biotischen Prozessen und Funktionen und der Landschaftsästhetik.

Sie werden folgendermaßen definiert:

- Abiotische Prozesse und Funktionen:  
Erhalt und Entwicklung ästuartypischer Prozesse und Funktionen zur Entwicklung naturnaher abiotischer Bedingungen, vielfältiger hydromorphologischer Strukturen und geringer Schadstoffgehalte
- Biotische Funktionen und Prozesse:  
Erhalt und Entwicklung ästuartypischer Lebensräume und ihrer dynamischen Veränderungen als Voraussetzung für die Förderung naturnaher Biozöosen
- Landschaftsästhetik  
Erhalt und Entwicklung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswerts von Natur und Landschaft.

Diese Elemente des Leitbildes wurden dann durch die Formulierung von Umweltzielen aus der Sicht der verschiedenen ökologischen Fachdisziplinen weiter konkretisiert:

- Hydrodynamik  
Sicherung und Entwicklung einer ästuartypischen Wasserstandsdynamik (z.B. der Überschwemmungsdynamik auf großen Flächen) und Strömungsdynamik

- **Morphodynamik:**  
Sicherung und Intensivierung ästuartypischer morphodynamischer Prozesse (Wechsel von Erosion und Sedimentation; Verbesserung der morphologischen Strukturvielfalt)
- **Wasserbeschaffenheit:**  
Verbesserung der Wasserqualität (Rückhaltefunktion für Nähr- und Schadstoffe; Entwicklung eines naturnahen Sauerstoffhaushalts)
- **Sedimente:**  
Vermeidung der Mobilisierung schadstoffbelasteter Sedimente; Erhalt und Entwicklung möglichst naturnaher, gering mit Schadstoffen belasteter Sedimente
- **Natürliche Bodenfunktionen:**  
Erhalt und Entwicklung natürlicher Böden und Bodenfunktionen (Lebensraumfunktion; Filter- und Pufferfunktion)
- **Vegetation:**  
Erhalt und Entwicklung der Vorkommen gebietstypischer Pflanzenarten in langfristig überlebensfähigen Populationen; Verbesserung des Biotopverbunds
- **Fauna:**  
Erhalt und Entwicklung der Vorkommen gebietstypischer Tierarten in langfristig überlebensfähigen Populationen sowie Erhalt und Entwicklung der natürlichen Artenrelationen und Dynamiken in Lebensgemeinschaften; Verbesserung des Biotopverbunds
- **Landschaftsbild:**  
Erhaltung und Entwicklung der charakteristischen Landschaftsräume sowie der die spezifische Identität der Landschaftsräume kennzeichnenden strukturellen Voraussetzungen

Diese Umweltziele stellen eine zusammengefasste Definition der Entwicklungsziele dar, die für den qualitativen Vergleich der Maßnahmen herangezogen wurden. Eine genauere Formulierung der Umweltziele ist in Kapitel 4.2 enthalten. Die vorgeschlagenen Maßnahmen wurden nur einer überschlägigen Bewertung unterzogen, da aufgrund des noch fehlenden Konkretisierungsgrades der Maßnahmen nur eine sehr