

# **Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe für 14,5 m tiefgehende Containerschiffe**

## **Planfeststellungsunterlage Teil B.2**

### **Erläuterungsbericht**

## **Beschreibung des Vorhabens (Technische Planung)**

**Projektbüro Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe  
beim Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg**

---

Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes  
Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg



Freie und Hansestadt Hamburg  
Hamburg Port Authority



## Inhaltsverzeichnis

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Einleitung .....   | 8  |
| 2.    | Heutige Fahrrinnenverhältnisse .....                                       | 10 |
| 2.1   | Fahrrinntiefen .....   | 10 |
| 2.2   | Fahrrinnenbreiten und -trassierung .....                                   | 11 |
| 2.3   | Derzeitige Verkehrsverhältnisse .....                                      | 12 |
| 3.    | Ausbauplanung .....  | 14 |
| 3.1   | Ausbauziel und Bemessungsschiff .....                                      | 14 |
| 3.2   | Dimensionierung der künftigen Fahrrinne .....                              | 15 |
| 3.2.1 | Ausbaustrecke .....  | 15 |
| 3.2.2 | Ausbautiefen .....   | 15 |
| 3.2.3 | Ausbaubreiten und Fahrrinnttrassierung .....                               | 25 |
| 3.3   | Ausbaubaggerungen .....  | 28 |
| 3.3.1 | Mengenermittlung .....   | 28 |
| 3.3.2 | Baggergutzusammensetzung (Bodenarten) .....                                | 30 |
| 3.3.3 | Baggermethode und Geräteeinsatz .....                                      | 32 |
| 3.4   | Strombau- und Verbringungskonzept .....                                    | 35 |
| 3.4.1 | Ziele des Strombau- und Verbringungskonzeptes .....                        | 35 |
| 3.4.2 | Unterwasserablagerungsflächen .....  | 37 |
| 3.4.3 | Übertiefenverfüllung .....   | 44 |
| 3.4.4 | Ufervorspülungen .....   | 45 |
| 3.4.5 | Spülfelder .....   | 54 |
| 3.4.6 | Umlagerungsstellen .....   | 57 |
| 3.4.7 | Sonstige Verwendung (Abgabe von Baggergut an Dritte) .....                 | 59 |
| 3.5   | Geplanter Bauablauf .....  | 60 |
| 4.    | Ausbaubedingte Langzeitwirkungen .....                                     | 63 |
| 4.1   | Verkehrsentwicklung .....  | 63 |
| 4.2   | Unterhaltung der Fahrrinne nach ihrer Fertigstellung .....                 | 66 |
| 4.2.1 | Ausbaubedingte Veränderung der Unterhaltungsbaggermengen .....             | 66 |
| 4.2.2 | Generelle Hinweise zur Unterhaltung der Fahrrinne .....                    | 66 |
| 5.    | Begleitende Baumaßnahmen .....   | 67 |
| 5.1   | Schifffahrtszeichen .....  | 67 |
| 5.1.1 | Neubau der Richtfeuerlinie Blankenese (Hamburger Delegationsstrecke) ..... | 68 |
| 5.2   | Warteplatz Brunsbüttel .....   | 74 |
| 5.3   | Vorsetze Köhlbrandkurve (Hamburger Delegationsstrecke) .....               | 76 |
| 5.4   | Sicherung bzw. Ausbau von Dükern .....                                     | 79 |
| 5.5   | Vorhabensmerkmale zur Vermeidung von Umweltbeeinträchtigungen .....        | 80 |
| 5.6   | Kompensationsmaßnahmen .....   | 81 |
| 5.7   | Zusammenfassende Darstellung .....   | 81 |
| 6.    | Schriftenverzeichnis .....   | 84 |

## Tabellenverzeichnis

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Tab. 2.1-1:   | Heutige planfestgestellte Solltiefen der Fahrrinne .....   | 11 |
| Tab. 2.2-1:   | Heutige Regelbreiten der Fahrrinne .....   | 12 |
| Tab. 3.2.2-1: | Parameteransätze für die Ermittlung der Ausbautiefen .....   | 16 |
| Tab. 3.2.2-2: | Parameteransätze für die Ermittlung der Ausbautiefen in den<br>Revierabschnitten .....   | 17 |
| Tab. 3.2.2-3: | Entwurfs-/Bemessungsgeschwindigkeiten (durchs Wasser) für die weitere<br>Fahrrinnenanpassung .....                                 | 19 |
| Tab. 3.2.2-4: | Derzeitige und geplante Maximaltiefgänge (in Metern, bezogen auf<br>Salzwasser) auf Unter- und Außenelbe .....                     | 22 |
| Tab. 3.2.3-1: | Regelbreiten der Ausbauvariante .....  | 28 |
| Tab. 3.3.1-1: | Ausbaubaggermengen auf der Hamburger Delegationsstrecke (in Profilmass,<br>inkl. 0,50 m Vorhaltemaß, inkl. Böschungsanteile) ..... | 29 |
| Tab. 3.3.2-1: | Bodenarten Bundesstrecke .....   | 31 |
| Tab. 3.4.1-1: | Übersicht über das Strombau- und Verbringungskonzept .....   | 37 |

## Abbildungsverzeichnis

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Abb. 2.1-1:   | Heutige planfestgestellte Solltiefen der Fahrrinne .....                   | 11 |
| Abb. 2.2-1:   | Heutige Regelbreiten der Fahrrinne (schematisch) .....                     | 12 |
| Abb. 3.2.2-1: | Bei der Ermittlung der Ausbautiefen zu berücksichtigende Parameter .....   | 16 |
| Abb. 3.2.2-2: | Geschwindigkeiten (durchs Wasser) für das Bemessungsschiff .....           | 19 |
| Abb. 3.2.2-3: | Bahnkurven tideunabhängiger Fahrt .....                                    | 21 |
| Abb. 3.2.2-4: | Die Solltiefen der Ausbauvariante (bezogen auf NN) im Längsprofil .....    | 23 |
| Abb. 3.2.2-5: | Differenz von derzeitiger und geplanter Sollsohle ("Vertiefungsmaß") ..... | 25 |
| Abb. 3.2.3-1: | Künftige Regelbreiten der Fahrrinne (schematisch) .....                    | 26 |
| Abb. 3.3.3-1: | Hopperbagger .....   | 33 |
| Abb. 3.3.3-2: | Eimerkettenbagger .....  | 34 |
| Abb. 3.4.1-1: | Lage der Verbringungsorte .....  | 36 |
| Abb. 3.4.2-1: | Lage der UWAs Medemrinne-Ost, Neufelder Sand und Glameyer Stack-Ost .....  | 38 |
| Abb. 3.4.2-2: | Lage der UWAs St. Margarethen, Scheelenkuhlen und Brokdorf .....           | 39 |
| Abb. 3.4.3-1: | Übertiefenverfüllung St. Margarethen (mit UWA St. Margarethen) .....       | 44 |
| Abb. 3.4.4-1: | Ufervorspülung Brokdorf (mit UWA Brokdorf) .....                           | 46 |
| Abb. 3.4.4-2: | Ufervorspülung Glückstadt/Störmündung (unterhalb) .....                    | 47 |
| Abb. 3.4.4-3: | Ufervorspülung Glückstadt/Störmündung (oberhalb) .....                     | 48 |
| Abb. 3.4.4-4: | Ufervorspülung Kollmar .....   | 49 |
| Abb. 3.4.4-5: | Ufervorspülung Hetlingen .....   | 50 |
| Abb. 3.4.4-6: | Ufervorspülung Wisch .....   | 51 |
| Abb. 3.4.4-7: | Strandvorspülung Wittenbergen .....  | 53 |
| Abb. 3.4.5-1: | Spülfeld Schwarztonnensand .....   | 54 |
| Abb. 3.4.5-2: | Spülfelder Pagensand .....   | 56 |
| Abb. 3.4.5-3: | Bauablauf Spülfelder Pagensand .....                                       | 57 |
| Abb. 3.4.6-1: | Umlagerungsstelle Medembogen .....   | 58 |
| Abb. 3.4.6-2: | Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund .....                                | 59 |
| Abb. 3.5-1:   | Vorgesehener Bauablauf .....   | 62 |
| Abb. 4.1-1:   | Schiffsbewegungen nach Teilströmen, 2004 .....                             | 63 |

|               |  |    |
|---------------|--|----|
| Abb. 4.1-2:   | Schiffsbewegungen nach Teilströmen, 2010 .....   | 64 |
| Abb. 4.1-3:   | Schiffsbewegungen nach Teilströmen, 2015 .....   | 64 |
| Abb. 4.1-4:   | Entwicklung der Hamburg-Verkehre nach Schiffstypen im Analyse- und<br>Prognosezeitraum ..... | 65 |
| Abb. 5.1-1:   | Definition Fahrrinne und Fahrwasser .....  | 67 |
| Abb. 5.1.1-1: | Übersicht vorhandene und geplante Ober- und Unterfeuer .....                                 | 69 |
| Abb. 5.1.1-2: | Standort neues Oberfeuer (mit Flurstücksnummern) .....                                       | 69 |
| Abb. 5.1.1-3: | Standort neues Unterfeuer (mit Flurstücksnummern) .....                                      | 70 |
| Abb. 5.1.1-4: | Schematische Ansicht des neuen Oberfeuers (Abmessungen und Farbgebung<br>vorläufig) .....    | 71 |
| Abb. 5.1.1-5: | Schematische Ansicht des neuen Unterfeuers (Abmessungen und<br>Farbgebung vorläufig) .....   | 72 |
| Abb. 5.2-1:   | Lage des Warteplatzes vor Brunsbüttel .....  | 75 |
| Abb. 5.3-1:   | Blick von Norden auf die Ostseite der Köhlbrandkurve .....                                   | 77 |

## Abkürzungsverzeichnis

|           |   |
|-----------|---|
| B         | Schiffsbreite [m]   |
| BAB       | Bundesautobahn  |
| BAW (-DH) | Bundesanstalt für Wasserbau (- Dienststelle Hamburg)                    |
| BfG       | Bundesanstalt für Gewässerkunde   |
| BMVBW     | Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen<br>(jetzt: BMVBS) |
| CTA       | Containerterminal Altenwerder   |
| DHHN 92   | Deutsches Haupthöhennetz 1992   |
| h         | Stunde  |
| ha        | Hektar  |
| HPA       | Hamburg Port Authority  |
| ISL       | Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik                         |
| KN        | Kartennull  |
| kn        | Knoten [Schiffsgeschwindigkeit]   |
| L         | Schiffslänge [m]  |
| LAT       | lowest astronomical tide (= neues Seekartennull)                        |
| MSCW      | Maritime Simulation Centre Warnemünde                                   |
| MSpTnw    | Mittleres Springtideniedrigwasser                                       |
| MTnw      | Mittleres Tideniedrigwasser   |
| MThw      | Mittleres Tidehochwasser  |

|              |   |
|--------------|---|
| NLWKN        | Niedersächsisches Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz |
| NOK          | Nord-Ostsee-Kanal   |
| NSG          | Naturschutzgebiet   |
| NN           | Normal Null   |
| OK           | Oberkante   |
| SUSAN        | Schiffsführungs- und Simulationsanlage  |
| tdw          | tons dead weight  |
| TEU          | Twenty feet equivalent unit (Einheitsgröße für Container)                     |
| T            | Tiefgang (Salz- oder Frischwassertiefgang) [m]                                |
| Tnw          | Tideniedrigwasser   |
| URE          | Umweltrisikoeinschätzung  |
| UWA          | Unterwasserablagerungsfläche  |
| v            | Schiffsgeschwindigkeit [kn]   |
| WSA          | Wasser- und Schifffahrtsamt   |
| WSD          | Wasser- und Schifffahrtsdirektion   |
| $\Delta w_m$ | Mindertide  |
| $\Delta t_d$ | Tiefgangsänderung infolge Dichteänderung des Wassers                          |
| $\Delta t_s$ | Squat   |
| $\Delta t_k$ | Krängung  |
| $\Delta w_u$ | Ungenauigkeit der Wasserstandsvorhersage                                      |
| $\Delta t_m$ | Ungenauigkeit der Tiefgangsmessung  |
| $\Delta t_w$ | Seegang   |
| $\Delta t_p$ | Peilungenauigkeit   |
| nukc         | Netto-Kielfreiheit  |
| $\rho_{s,f}$ | Dichte Salzwasser, Dichte Frischwasser  |
| $\sigma$     | Standardabweichung  |

## Verzeichnis der Anlagen

### Anhang A:

#### *(Nur relevant für die Planfeststellung Bundesstrecke)*

- Anlage A 1: Künftige Fahrrinne im Lageplan
- Anlage A 2: Regelquerschnitte der Fahrrinne
- Anlage A 3: Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne-Ost
- Anlage A 4: Unterwasserablagerungsfläche Neufelder Sand
- Anlage A 5: Unterwasserablagerungsfläche Glameyer Stack-Ost
- Anlage A 6: Unterwasserablagerungsfläche und Übertiefenverfüllung St. Margarethen
- Anlage A 7: Unterwasserablagerungsfläche Scheelenkuhlen
- Anlage A 8: Unterwasserablagerungsfläche Brokdorf
- Anlage A 9: Unterwasserablagerungsflächen: Regelaufbau
- Anlage A 10: Ufervorspülung Brokdorf
- Anlage A 11: Ufervorspülung Glückstadt/Störmündung (unterhalb)
- Anlage A 12: Ufervorspülung Ufervorspülung Glückstadt/Störmündung (oberhalb)
- Anlage A 13: Ufervorspülung Kollmar (A,B,C)
- Anlage A 14: Ufervorspülung Hetlingen
- Anlage A 15: Ufervorspülung Wisch (Lühe)
- Anlage A 16: Spülfeld Schwarztonnensand
- Anlage A 17: Spülfeld Pagensand
- Anlage A 18: Warteplatz Brunsbüttel
- Anlage A 19: Bodenklassen

## **Anhang B:**

### ***(Nur relevant für die Planfeststellung Hamburger Delegationsstrecke)***

|                   |   |              |
|-------------------|---|--------------|
| <b>Anlage B-1</b> | <b>Fahrrinnentrassierung Hamburger Delegationsstrecke</b> |              |
|                   | - Blatt 1: Westlicher Teil (km 638,9 bis 632)             | M 1 : 10.000 |
|                   | - Blatt 2: Östlicher Teil (km 632 bis 619,5)              | M 1 : 10.000 |
| Anlage B-1.1      | Fahrrinnentrassierung im Bereich BAB-Elbtunnel            | M 1 : 5.000  |
| Anlage B-1.2      | Querprofil 2 Köhlbrandkurve, km 624,75                    | M 1 : 2.500  |
| Anlage B-1.3      | Querprofil 5 Bubendeyufer, km 628,5                       | M 1 : 2.500  |
| Anlage B-1.4      | Querprofil 6 Mühlenberger Loch, km 634,25                 | M 1 : 2.500  |
| Anlage B-1.5      | Querprofil 7 Neßsand, km 637,45                           | M 1 : 2.500  |
| <b>Anlage B-2</b> | <b>Übersichtsplan Strandvorspülung Wittenbergen</b>       | M 1 : 5.000  |
| Anlage B-2.1      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 1 (westliches Ende)  | M 1 : 1.000  |
| Anlage B-2.2      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 2                    | M 1 : 1.000  |
| Anlage B-2.3      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 3                    | M 1 : 1.000  |
| Anlage B-2.4      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 4                    | M 1 : 1.000  |
| Anlage B-2.5      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 5                    | M 1 : 1.000  |
| Anlage B-2.6      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 6                    | M 1 : 1.000  |
| Anlage B-2.7      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 7                    | M 1 : 1.000  |
| Anlage B-2.8      | Strandvorspülung Wittenbergen Profil 7 (östliches Ende)   | M 1 : 1.000  |
| <b>Anlage B-3</b> | <b>Vorsetze Ostufer Köhlbrand - Übersichtsplan</b>        | M 1 : 5.000  |
| Anlage B-3.1      | Querschnitt 1 und 2                                       | M 1 : 400    |
| Anlage B-3.2      | Querschnitt 3 und 4                                       | M 1 : 400    |
| <b>Anlage B-4</b> | <b>Übersichtsplan neue Richtfeuerlinie Blankenese</b>     | M 1 : 5000   |

## 1. Einleitung

Die Freie und Hansestadt Hamburg hat am 27. Februar 2002 beim Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW) eine Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe<sup>1</sup> an die Erfordernisse der Containerschifffahrt beantragt.

Auf Grundlage dieses Ausbauantrags wurde im Dezember 2002 von der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord sowie vom damaligen Amt Strom- und Hafenanbau der Hamburger Behörde für Wirtschaft und Arbeit eine Projektgruppe damit beauftragt, eine nach den Grundsätzen und Kriterien der Bundesverkehrswegeplanung erforderliche Voruntersuchung für die beantragte Fahrrinnenanpassung durchzuführen. Wesentliche Bestandteile der Voruntersuchung waren hydronumerische Modelluntersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg [2, 3, 4, 5], eine Umweltrisikoeinschätzung (URE) der Bundesanstalt für Gewässerkunde [1] sowie eine volkswirtschaftliche Nutzen-Kosten-Untersuchung [15]. Die Variantenbeschreibung sowie die Ergebnisse dieser Studien sind in einer Machbarkeitsstudie [17] zusammengefasst.

Auf Grundlage der positiven Ergebnisse der Voruntersuchung erteilte das Bundeskabinett im September 2004 den "*uneingeschränkten Planungsauftrag*" für die Hauptuntersuchung der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe. Ziel und Gegenstand der Hauptuntersuchung war die Erstellung der erforderlichen Unterlagen für die Planfeststellungsverfahren.

Für diese Aufgabe wurde von der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nord sowie der Freien und Hansestadt Hamburg eine gemeinsame Projektgruppe, das "Projektbüro Fahrrinnenanpassung", eingerichtet. Diese besteht aus Mitarbeitern der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes sowie der Hamburg Port Authority (HPA), dem ehemaligen Amt Strom- und Hafenanbau. Als Träger des Vorhabens fungiert für den Bund das Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg, für die Freie und Hansestadt Hamburg die Hamburg Port Authority.

Der vorliegende Bericht ist Bestandteil des Erläuterungsberichts und damit der Planunterlagen zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe. Aufbauend auf der Bedarfsbegründung (Unterlage B.1, [16]) umfasst er die technische Beschreibung des Vorhabens, sowohl für die Bundesstrecke als auch für den auszubauenden Elbabschnitt im Zuständigkeitsbereich der Freien und Hansestadt Hamburg.

In der Ausbaustrecke (siehe Kap. 3.2.1) liegt die Grenze zwischen den Zuständigkeitsbereichen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und der Freien und Hansestadt Hamburg (Delegationsstrecke) bei km 638,9<sup>2</sup> (Tinsdal).

---

<sup>1</sup> Zur Erläuterung: Bei den geographischen Bezeichnungen der tidebeeinflussten Elbe gelten folgende Abgrenzungen: Tideelbe (Wehr Geesthacht bis Tonne Elbe 1): km 585,9 bis 769,4. Obere Tideelbe: km 585,9 bis 607,5. Hamburger Stromspaltungsgebiet: km 607,5 bis 625,6. Untere Elbe: km 625,6 bis 727,7. Außenelbe: km 727,7 bis 769,4.

Für die Tideelbe bestehen weitere Einteilungen, z.B. gemäß Wasser-Rahmen-Richtlinie (WRRL). Diese wird u.a. in der Unterlage H.2a [11] beschrieben.

<sup>2</sup> Km-Angaben sind auf die derzeitige Fahrrinnenkilometrierung bezogen.



Die erläuternden Karten im Anhang dieses Berichts sind nach den jeweiligen Zuständigkeitsbereichen aufgliedert:

- Anhang, Teil A beinhaltet alle Kartenwerke und sonstigen Materialien, die das Vorhaben auf der Bundesstrecke (km 755,3 bis km 638,9) betreffen,
- Anhang, Teil B beinhaltet die Karten, die das Vorhaben im Bereich der Freien und Hansestadt Hamburg (stromauf von km 638,9) betreffen.

## 2. Heutige Fahrrinnenverhältnisse

### 2.1 Fahrrinntiefen

Am 14.12.1999 wurden die Vertiefungsarbeiten im Zuge der vorherigen Fahrrinnenanpassung weitgehend abgeschlossen und die Fahrrinne für die neuen Höchsttiefgänge freigegeben. Anschließend fanden noch Vertiefungsarbeiten in einzelnen Randbereichen sowie stromauf des Bundesautobahn-Elbtunnels auf der Hamburger Delegationsstrecke statt.

Die planerische Grundlage für die Bemessung der heutigen Breiten und Tiefen der Fahrrinne wurde bei der vorherigen Fahrrinnenanpassung durch ein Bemessungs-Containerschiff mit folgenden Abmessungen gelegt:

- Länge: bis 300 m
- Breite: 32,30 m
- Tiefgang (in Salzwasser<sup>3</sup>): 13,50 m

Die heutigen Solltiefen gliedern sich in einen rd. 65 km langen "Sockelbereich" zwischen km 648 (Lühesand) und km 713,2 (Otterndorf), dessen Fahrrinntiefe von NN<sup>4</sup> - 15,80 m bzw. NN - 16,00 m (entspr. 14,40 m unter dem alten Kartennull, KN<sup>5</sup>) durch den tideunabhängigen Verkehr bestimmt wird, und zwei Rampenbereiche, stromauf des Sockels bis in den Köhlbrand bzw. die Norderelbe und stromab des Sockels bis Scharhörn (km 748), die durch die Anforderungen des tideabhängigen Verkehrs bestimmt werden.

Im Bereich von Hamburg beträgt die Tiefe NN -16,70 m bis km 632 und steigt dann kontinuierlich bis zum Beginn des Sockels auf NN -15,80 m an. Die stromab liegende Rampenstrecke fällt gleichmäßig von NN -16,00 m auf NN -16,98 m bei Scharhörn ab.

Die heutigen Solltiefen sind in Tab. 2.1-1 und Abb. 2.1-1 zusammengefasst.

---

<sup>3</sup> Grundsätzlich beziehen sich alle in diesem Bericht genannten Tiefgänge auf Salzwasser; unter Frischwasserbedingungen (z.B. im Hamburger Hafen) sind die Tiefgänge aufgrund der geringeren Dichte des Wassers ca. 0,30 m größer (13,50 m Tiefgang in Salzwasser = 13,80 m Tiefgang in Frischwasser).

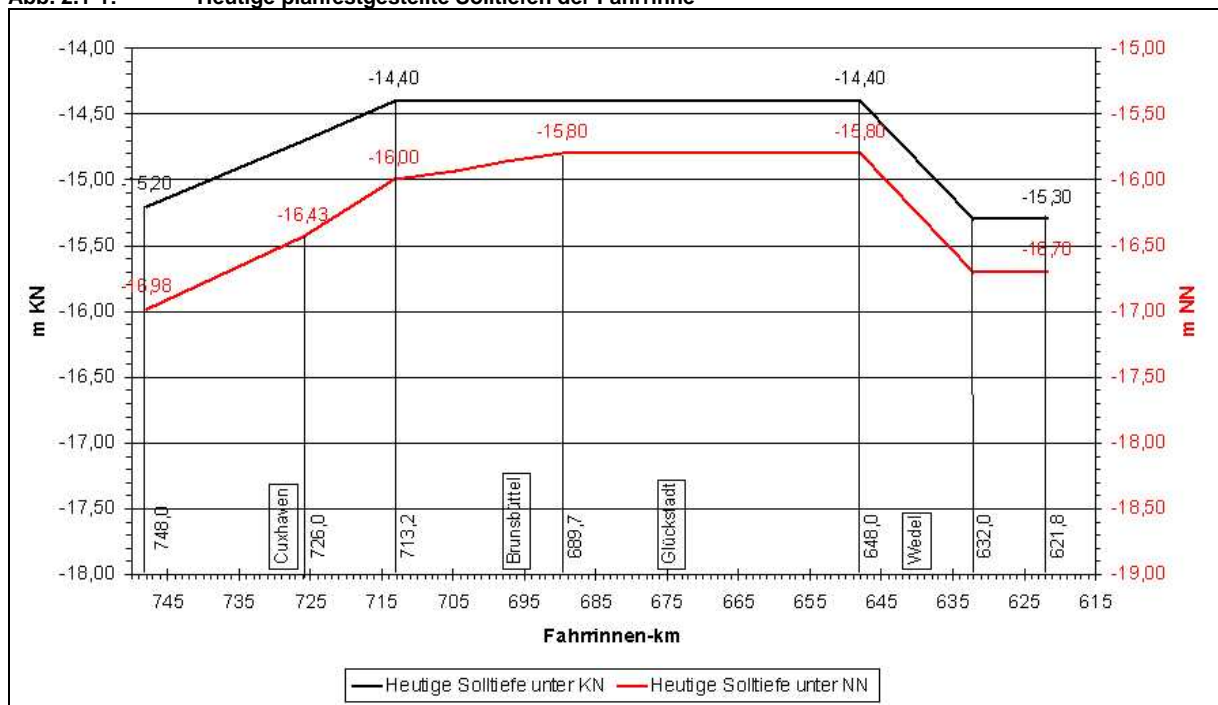
<sup>4</sup> Am 20.04.2005 wurde vom BMVBW das Höhensystem "DHHN 92" (Deutsches Haupthöhennetz 1992) als verbindliches Höhenbezugssystem der WSV eingeführt. Die Abweichungen zum NN sind im Bereich der Unterelbe allerdings nur sehr gering (2 mm), so dass sich durch die Umstellung keine Veränderungen der Werte ergeben. In den Antragsunterlagen zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe werden die Höhenangaben auf NN bezogen.

<sup>5</sup> Das bis 2004 gültige Kartennull (KN) mit Festlegung von 1988 entsprach etwa dem örtlichen mittleren Springtideniedrigwasser (M<sub>Sp</sub>T<sub>nw</sub>) und lag im Bereich von Hamburg bis St. Margarethen bei NN - 1,40 m. Ab St. Margarethen fiel das KN bis auf NN -1,78 m bei Scharhörn ab.

**Tab. 2.1-1: Heutige planfestgestellte Solltiefen der Fahrrinne**

| Teilstrecke   | Hinweise                                  | Solltiefe              |                         |
|---|---|------------------------|-------------------------|
|   |   | KN (alt <sup>5</sup> ) | NN                      |
| Hamburger Delegationsstrecke bis Nienstedten (km 632) |   | -15,3 m                | -16,7 m                 |
| Nienstedten bis Lühesand (km 632 - 648)               | Anstieg der Sohle zum Sockel              | -15,3 m bis<br>-14,4 m | -16,7 m bis<br>-15,8 m  |
| Lühesand bis Otterndorf (km 648 - 713,2)              | Sockel                                    | -14,4 m                | -15,8 m bis<br>-16,0 m  |
| Otterndorf bis Außenelbe (km 713,2 - 748)             | Abfall der Sohle unterhalb von Otterndorf | -14,4 m bis<br>-15,2 m | -16,0 m bis<br>-16,98 m |

**Abb. 2.1-1: Heutige planfestgestellte Solltiefen der Fahrrinne**

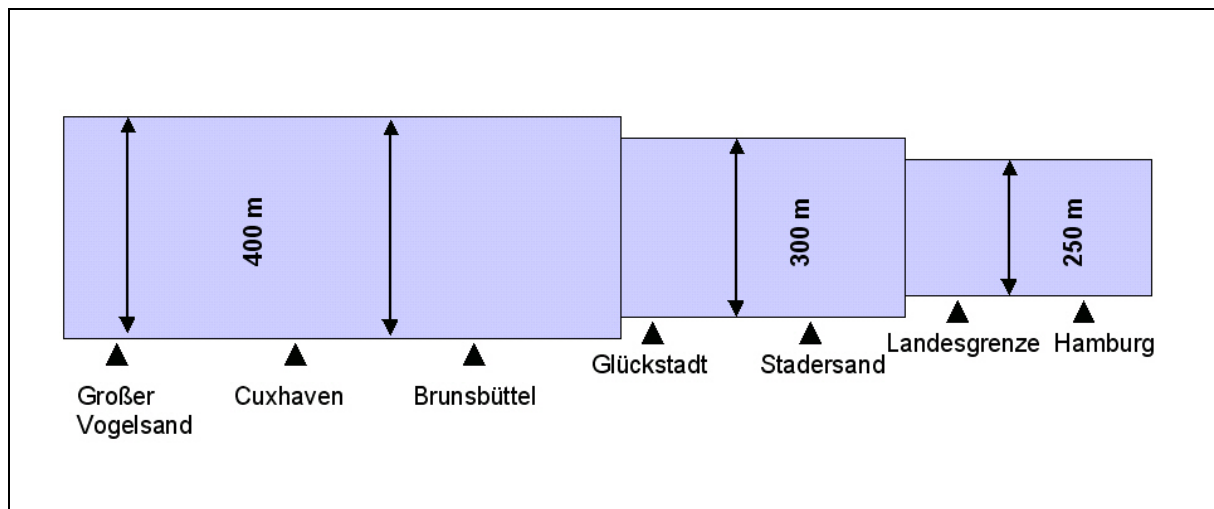


(Die KN-Angaben beziehen sich auf das alte Kartennull; siehe Fußnote 5)

## 2.2 Fahrrinnenbreiten und -trassierung

Die derzeitige Regelbreite der Fahrrinne beträgt von See bis zur Störkurve 400 m und im anschließenden Abschnitt bis Wedel 300 m. Die Breiten nehmen ab Wedel und in der Hamburger Delegationsstrecke von 250 m bis auf 180 m (im Köhlbrand) ab. Abb. 2.2-1 zeigt die heutigen Breitenverhältnisse schematisch, Tab. 2.2-1 fasst diese tabellarisch zusammen.

Abb. 2.2-1: Heutige Regelbreiten der Fahrrinne (schematisch)



Tab. 2.2-1: Heutige Regelbreiten der Fahrrinne

| Teilstrecke                                   | km              | Regelbreite                |
|---|-----------------|----------------------------|
| <b>Bundesstrecke</b>                          |                 |                            |
| See bis Störkurve                             | 748 bis 680     | 400 m                      |
| Störkurve bis Wedel                           | 680 bis 643     | 300 m                      |
| Wedel bis Tinsdal (Landesgrenze)              | 643 bis 638,9   | Abnehmend auf 250 m        |
| <b>Delegationsstrecke</b>                     |                 |                            |
| Tinsdal (Landesgrenze) bis Nienstedten        | 638,9 bis 632   | 250 m                      |
| Nienstedten bis Övelgönne                     | 632 bis 628     | 230 m                      |
| Övelgönne bis Köhlbrand                       | 628 bis 626     | 230 m bis 260 m            |
| <b>Norderelbe</b>                             |                 |                            |
| Mündung Köhlbrand bis Wendekreis Vorhafen     | 626 bis 624,4   | Abnehmend auf 210 m        |
| <b>Köhlbrand</b>                              |                 |                            |
| Mündung Köhlbrand bis Rethe-Wendekreis        | 624,5 bis 621,8 | 200 m, abnehmend auf 180 m |
| Rethe-Wendekreis bis südlicher Wendekreis CTA | 621,8 bis 619,5 | 200 m                      |

## 2.3 Derzeitige Verkehrsverhältnisse

Seit der Freigabe der bei der vorherigen Fahrrinnenanpassung hergestellten Fahrrinntiefen am 14.12.1999 können Containerschiffe bis zu einer Breite von 32,30 m tideunabhängig, d.h. bei mittleren Tideverhältnissen zu jeder Zeit, mit einem Salzwassertiefgang von 12,50 m von und nach Hamburg verkehren. Containerschiffe mit einer Breite über 32,30 m, sog. Post-Panmax-Containerschiffe, können bei mittleren Tideverhältnissen mit einem Salzwassertiefgang von 12,40 m tideunabhängig verkehren.

Schiffe mit größeren Tiefgängen können Hamburg bei mittleren Tideverhältnissen nur tideabhängig erreichen und verlassen. In Abhängigkeit von den Tidewasserständen steht den auslaufenden Schiffen pro Tide ein bestimmtes Startfenster um Tideniedrigwasser zur Verfügung. Tideabhängig auslaufende Schiffe können mit einem Salzwassertiefgang von maximal 13,50 m verkehren. Je nach Schiffsgröße betragen die Startfenster dann zwischen 30

und 80 Minuten. Tideabhängig einkommend sind unter Ausnutzung der einlaufenden Tide Tiefgänge bis maximal 14,80 m möglich.

Für außergewöhnlich große Schiffe mit einer Länge über 330 m oder einer Breite über 45,00 m gelten - in Abhängigkeit der jeweiligen Größe - besondere, entsprechend reduzierte Höchsttiefgänge.

Im Streckenabschnitt zwischen der Störkurve und der Landesgrenze Hamburgs bei Tinsdal mit einer Regelbreite der Fahrrinne von 300 m besteht seit Anfang 2000 ein Begegnungs- und Überholverbot für Fahrzeuge mit addierten Schiffsbreiten von 90 m und mehr, sofern beide Fahrzeuge auf Grund ihres Tiefgangs auf die tiefe Rinne angewiesen sind.

### 3. Ausbauplanung

#### 3.1 Ausbauziel und Bemessungsschiff

Wie in der Bedarfsbegründung [Unterlage B.1] ausführlich dargelegt, ist eine weitere Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Erfordernisse der Containerschifffahrt eine Voraussetzung, um die gute Wettbewerbsposition des Hamburger Hafens zum Wohl der gesamten Metropolregion zu sichern.

Die geplante Fahrrinnenanpassung hat zwei definierte Ausbauziele:

- 1.) Künftig sollen Containerschiffe mit max. Tiefgängen von 14,50 m (in Salzwasser) den Hafen voll abgeladen bedienen können. Es wird davon ausgegangen, dass die volle Auslastung der Schiffe nicht der Regelfall sein wird. Daher ist vorgesehen, Containerschiffen mit einem Maximaltiefgang von 14,50 m lediglich einen tideabhängigen Verkehr zu ermöglichen. Die Länge des zur Verfügung stehenden Startfensters wurde dabei so bemessen, dass in dessen Verlauf von den drei großen Terminalbereichen im Hamburger Hafen (Waltershof, Altenwerder und mittlerer Freihafen) jeweils ein Containerschiff mit einem Tiefgang von 14,50 m abfahren kann. Die sich hieraus ergebende erforderliche Länge des Tidefensters beträgt 2 Stunden.
- 2.) Das Schwergewicht wird auch künftig im tideunabhängigen Verkehr liegen, so dass mit der Fahrrinnenanpassung insbesondere eine Verbesserung der Tiefgangsverhältnisse für tideunabhängig fahrende Containerschiffe erzielt werden muss. Denn seitens der großen Containerreedereien wird angestrebt, nach Möglichkeit mit einer wirtschaftlich und attraktiven Auslastung jederzeit verkehren zu können. Auf der Grundlage einer intensiven Beobachtung des operativen Geschäfts der Reedereien ist eine solche wirtschaftlich sinnvolle Auslastung bei einem Tiefgang von 13,50 m (entspricht etwa einer 93 %igen Tiefgangsauslastung des Bemessungsschiffes) gegeben.

Zusammengefasst ergeben sich, ausgedrückt in den angestrebten Maximaltiefgängen, somit die folgenden Ausbauziele für die Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe:

- tideabhängig auslaufend: 14,50 m (in Salzwasser), mit 2-stündigem Startfenster
- tideunabhängig: 13,50 m (in Salzwasser)

Angesichts dieser Anforderungen wurde als Bemessungsschiff für die Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe ein Post-Panmax-Containerschiff mit folgenden Abmessungen festgelegt:

- Länge: 350 m
- Breite: 46 m
- Tiefgang (in Salzwasser): 14,50 m

Dies entspricht in den wesentlichen Abmessungen der Sovereign-Maersk-Klasse, ist jedoch um eine Containerreihe breiter. Diese Schiffsgößen sind bereits in Dienst gestellt worden und werden in der nahen Zukunft verstärkt in der Welthandelsflotte erwartet.

Die in der Bedarfsbegründung [Unterlage B.1] beschriebene Bewertung möglicher Ausbauprodukte zeigt, dass aus hydrologischen, ökologischen und volkswirtschaftlichen Gründen die Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe auf der Basis der Ausbauprodukt 4 realisiert werden sollte. Durch die Weiterentwicklung dieser Variante hin zur Variante 4.4 ist es gelungen, die hydrologischen Auswirkungen weiter zu minimieren und die Problematik der Begegnung des Bemessungsschiffes mit Massengutschiffen, deren Breite 46 m überschreitet, bedarfsgerecht zu lösen.

## **3.2 Dimensionierung der künftigen Fahrrinne**

### **3.2.1 Ausbaustrecke**

Die Ausbaustrecke der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe reicht von der Außenelbe (Tonne 7, km 755,3) bis in den Hamburger Hafen zum Containerterminal Altenwerder (Süderelbe, km 619,5) bzw. zum mittleren Freihafen (Norderelbe, km 624). Bestandteil des Vorhabens ist zudem der Ausbau der Hafenzufahrten Parkhafen/Waltershofener Hafen (ohne Schiffsliegeplätze) sowie Vorhafen auf die Solltiefe der angrenzenden Fahrrinnen. Bezogen auf die Ausbaugrenze in der Süderelbe (Containerterminal Altenwerder) ergibt sich somit eine Gesamtlänge der Ausbaustrecke von knapp 136 km. Stromauf der beiden hafenseitigen Ausbaugrenzen wird die Fahrrinnensohle an die jeweiligen Solltiefen der oberstromigen Fahrrinnen rampenförmig angepasst.

Im Rahmen der Fahrrinnenanpassung wird das seeseitige Ausbauende in der Außenelbe 7,3 km von heute km 748 (Tonne 13) seewärts bis km 755,3 (Tonne 7) verschoben. In diesem Abschnitt sind zwar für den Ausbau keine nennenswerten Mengen zu baggern, allerdings sind zukünftige Unterhaltungsmaßnahmen nicht auszuschließen. Um den künftigen Unterhaltungsaufwand - auch aus Gründen der Vermeidung von Beeinträchtigungen nach dem Naturschutzrecht - möglichst gering zu halten, soll die 400 m breite Fahrrinnenstrasse innerhalb eines Korridors von 800 m Breite flexibel an die jeweiligen morphologischen Verhältnisse angepasst werden.

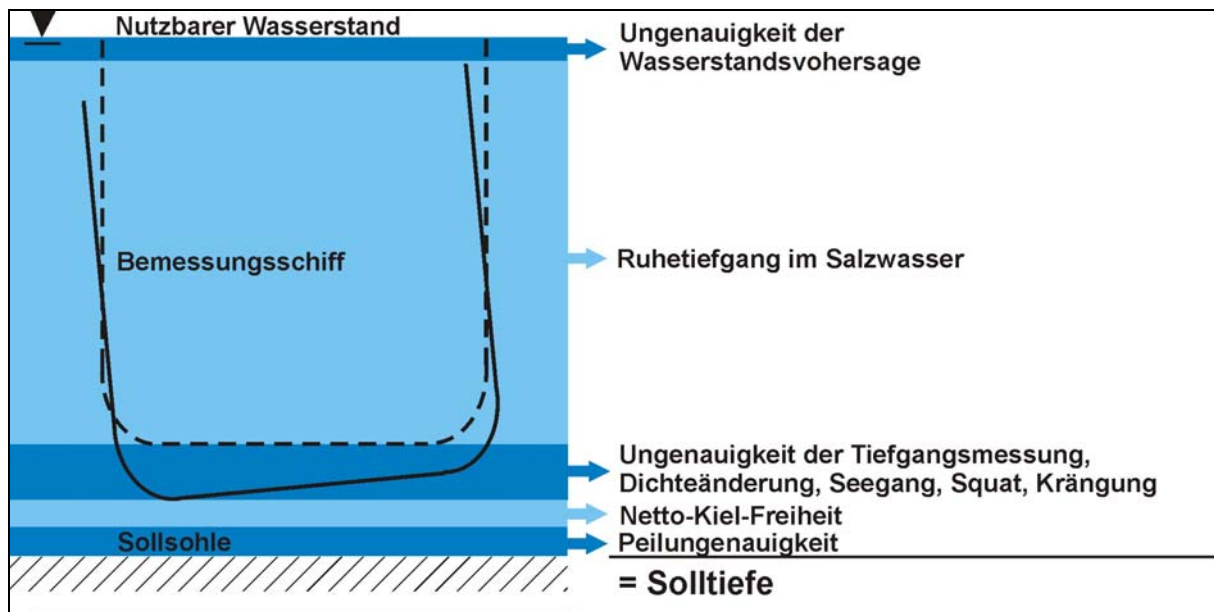
Zur Ausbaugrenze im Bereich der Norderelbe auf der Hamburger Delegationsstrecke ist auf Folgendes hinzuweisen: Voraussichtlich Anfang 2008 soll hier mit der Maßnahme „Anpassung Einfahrt Vorhafen“ begonnen werden. Die Maßnahme umfasst die Vergrößerung des Drehkreises sowie eine Zurückverlegung der betroffenen Kaimauern (am Tollerort Container Terminal) und ein Herstellen der Wassertiefe von NN - 16,70 m auf der gesamten Fläche. Die Planungen der Fahrrinnenanpassung gehen davon aus, dass die Maßnahme „Anpassung Einfahrt Vorhafen“ vor Beginn der Vertiefungsarbeiten zur Fahrrinnenanpassung in diesem Bereich bereits abgeschlossen ist ("planerischer Ist-Zustand"). Gegenstand der Fahrrinnenanpassung ist daher lediglich die Vertiefung des neuen, größeren Drehkreisbereiches auf die neuen Solltiefen (d.h. um 70 cm auf NN - 17,40 m, siehe Kap. 3.2.2), nicht jedoch die Vergrößerung des Drehkreises inkl. Rückbau der Kaimauern.

### **3.2.2 Ausbautiefen**

Für die Bemessung der erforderlichen Ausbautiefen müssen eine Reihe verschiedener Parameter berücksichtigt werden, die bei der Revierfahrt des Bemessungsschiffes den Tiefgang

beeinflussen. Die einzelnen Parameter sind in Abb. 3.2.2-1 dargestellt und werden in Tab. 3.2.2-1 erläutert.

Abb. 3.2.2-1: Bei der Ermittlung der Ausbautiefen zu berücksichtigende Parameter



Tab. 3.2.2-1: Parameteransätze für die Ermittlung der Ausbautiefen

| Parameter    | Beschreibung   | Ansatz  |   |
|--------------|--|---|---|
| $\Delta w_M$ | Mindertide   | Eine Tide, die niedriger als die mittlere Tide eintritt   | rd. 0,35 m  |
| $\Delta t_D$ | Tiefgangsänderung infolge Dichteänderung des Wassers | Beim Einlaufen eines Schiffes nimmt dessen Tiefgang in etwa im Verhältnis der Dichte des Seewassers zur Dichte des Frischwassers zu | $\Delta t_D = T_s (\rho_s / \rho_F - 1)$                          |
| $\Delta t_S$ | Squat  | Tiefertauchung des Schiffes infolge der verursachten Verdrängungsströmung   | ICORELS (siehe Text)  |
| $\Delta t_K$ | Krängung   | Tiefertauchung des Schiffes durch Seitenlage auf Grund von Wind oder Kurvenfahrt  | 0,46 m<br>1,5° Krängung unter Berücksichtigung der Kimmausrundung |
| nukc         | Netto-Kiel-freiheit                                  | Mindestabstand, der zwischen Schiff und Gewässersohle verbleiben muss   | 0,30 m<br>(PIANC für Sandboden)                                   |
| $\Delta w_U$ | Ungenauigkeit der Wasserstandsvorhersage             | Differenz zwischen der vorhergesagten und der tatsächlich eintretenden Tide   | 0,10 m  |
| $\Delta t_M$ | Ungenauigkeit der Tiefgangsmessung                   | Ungenauigkeit bei der Tiefgangsbestimmung des Schiffes  | 0,10 m  |
| $\Delta t_W$ | Seegang  | Tiefertauchung durch Schiffsbewegungen infolge Seegang  | 0,00 / 0,15 m;<br>berücksichtigt ab Cuxhaven seewärts             |
| $\Delta t_P$ | Peilungenauigkeit                                    | Ungenauigkeit bei der Peilung der Fahrrinne   | 0,20 / 0,25 m   |



Die erforderliche Ausbautiefe ergibt sich aus der Summe von Schiffstiefgang in Ruhe, Mindertide, Dichteänderung, Squat, Krängung, Netto-Kielfreiheit und einem Wert, der zufallsverteilte Parameter wie Wasserstandsvorhersage, Tiefgangsmessung, Seegang und Peilungengenauigkeit nach der mathematischen Vorschrift zur Addition von Standardabweichungen berücksichtigt:

$$\sigma = \sqrt{\Delta W_U^2 + \Delta t_M^2 + \Delta t_W^2 + \Delta t_P^2}$$

Für die Bemessung der Fahrrinntiefe wurde der zu ermittelnde Squat nach ICORELS mit dem Faktor 2,0 berechnet, da dieser empirische Ansatz gute Ergebnisse in Ästuaren liefert. Allgemein ist festzuhalten, dass der Squat stark von der Schiffsgeschwindigkeit durchs Wasser und den jeweiligen Querschnittsverhältnissen abhängig ist und daher örtlich stark variieren kann. Daher ist mit besonderer Sorgfalt die Festlegung von Entwurfs- bzw. Bemessungsgeschwindigkeiten unter Berücksichtigung der nautischen Erfordernisse für Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffverkehrs abschnittsweise durchgeführt worden. Die daraus resultierenden Werte für den Squat bewegen sich zwischen rd. 0,40 m und 1,40 m.

Bezüglich der erforderlichen Ausbautiefen ist eine Mindertide mit einer vorgegebenen Eintrittswahrscheinlichkeit von 80 % aller Tnw - entsprechend rd. 35 cm - zu Grunde gelegt worden, um dem Bemessungsschiff die angestrebten Maximaltiefgänge auch bei Ostwindwetterlagen und den damit verbundenen verringerten Wassertiefen zur Verfügung stellen zu können.

In Tab. 3.2.2-2 sind die Parameteransätze für die einzelnen Revierabschnitte exemplarisch dargestellt.

**Tab. 3.2.2-2: Parameteransätze für die Ermittlung der Ausbautiefen in den Revierabschnitten**

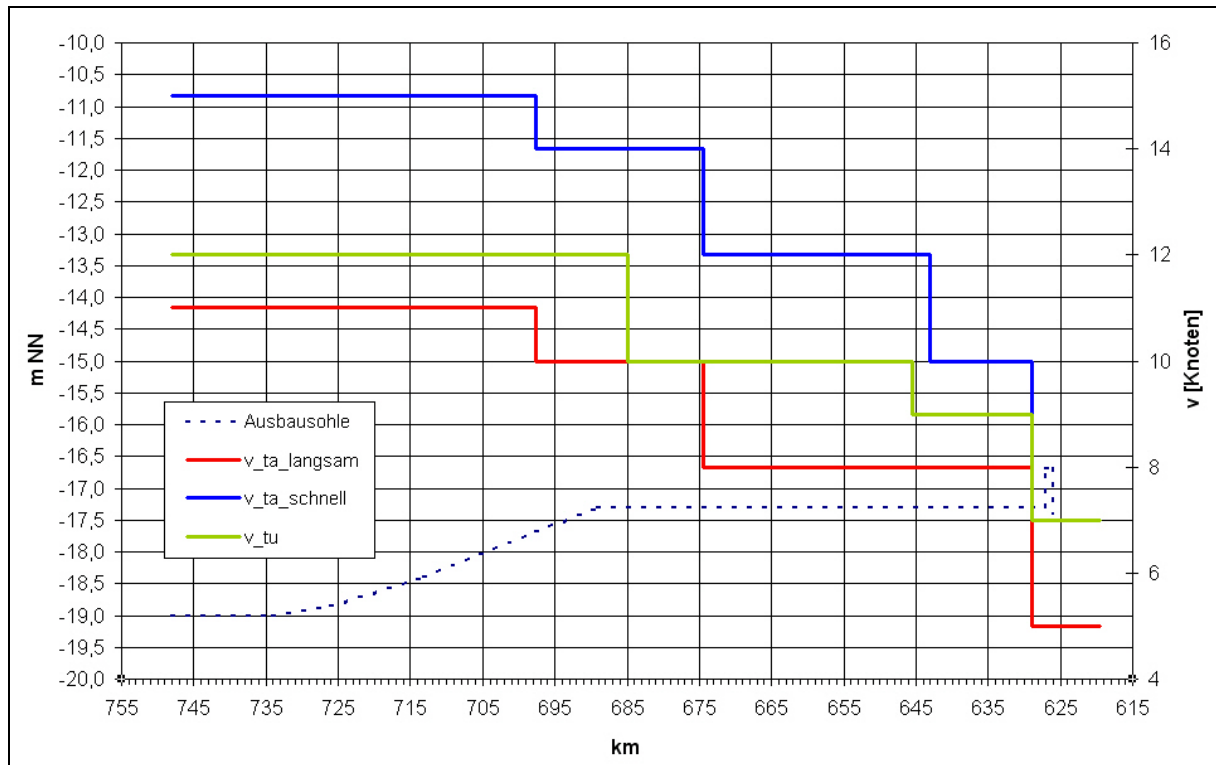
| Parameter   |                            | St. Pauli<br>- Brunsbüttel | Brunsbüttel<br>- Cuxhaven | Cuxhaven<br>- Gr. Vogelsand |
|---|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Mindertide, Ansatz für 80 % Eintrittswahrscheinlichkeit | $\Delta w_M$               | rd. 0,35 m                 | rd. 0,35 m                | rd. 0,35 m                  |
| Dichteänderung<br>(bei einem Tiefgang 14,5m)            | $\Delta t_D$               | 0,32 m                     | 0,22 - 0,32 m             | 0,22 - 0,09 m               |
| Squat   | $\Delta t_S$               | ICORELS                    | ICORELS                   | ICORELS                     |
| Krängung (1,5°)   | $\Delta t_K$               | 0,46 m                     | 0,46 m                    | 0,46 m                      |
| Netto-Kielfreiheit                                      | nukc                       | 0,30 m                     | 0,30 m                    | 0,30 m                      |
| Summe<br>(ohne Squat)                                   |                            | rd. 1,43 m                 | rd. 1,33 – 1,43 m         | rd. 1,20 - 1,33 m           |
| Wasserstandsvorhersage                                  | $\Delta w_U$               | 0,10 m                     | 0,10 m                    | 0,10 m                      |
| Tiefgangsmessung  | $\Delta t_M$               | 0,10 m                     | 0,10 m                    | 0,10 m                      |
| Seegang   | $\Delta t_W$               | 0,00 m                     | 0,00 m                    | 0,15 m                      |
| Peilungengenauigkeit                                    | $\Delta t_P$               | 0,20 m                     | 0,25 m                    | 0,25 m                      |
| Summe Standardabweichungen                              | $\sigma^2$                 | 0,06 m <sup>2</sup>        | 0,083 m <sup>2</sup>      | 0,105 m <sup>2</sup>        |
|   | $\sigma$                   | 0,24 m                     | 0,29 m                    | 0,32 m                      |
| <b>Gesamt ( ohne Squat)</b>                             | <b><math>\Sigma</math></b> | <b>rd. 1,67 m</b>          | <b>rd. 1,62 – 1,72 m</b>  | <b>rd. 1,52 – 1,65 m</b>    |

Die Ermittlung der erforderlichen Ausbautiefe erfolgt getrennt für das tideunabhängige und tideabhängige Bemessungsschiff anhand einer Passage des Bemessungsschiffes mit Hilfe eines Tidefahrplanprogramms an 17 Pegelstandorten entlang der Unter- und Außenelbe unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Strömungen und Wasserstände.

Maßgeblichen Einfluss auf die Schiffspassage haben die zu Grunde gelegten Schiffsgeschwindigkeiten. Zum einen sind sie entscheidend für die Fahrzeit des Schiffes und damit für den Zeitpunkt der örtlichen Passage, zum anderen beeinflussen sie maßgeblich den Squat und damit auch die erforderliche Ausbautiefe. Abb. 3.2.2-2 sowie Tab. 3.2.2-3 zeigen die angesetzten Bemessungsgeschwindigkeiten. Sie unterscheiden sich für den tideunabhängigen und tideabhängigen Verkehr. Die für das Bemessungsschiff angesetzten Entwurfs-/ Bemessungsgeschwindigkeiten entsprechen weitestgehend denen der vorherigen Fahrrinnenanpassung, die auch Grundlage für die heute zulässigen Höchsttiefgänge sind. Lediglich im Abschnitt Seemannshöft - Schulau ist die Obergrenze der Geschwindigkeit durchs Wasser von 9 auf 10 kn angehoben und dieser Bereich bis Wedel ausgedehnt worden. Die Erhöhung um 1 kn erfolgte aufgrund aktueller Erfahrungen, nach denen unter bestimmten Randbedingungen in diesem Bereich die Geschwindigkeit von 9 kn nicht in allen Fällen ausreicht. Die Ausdehnung des Bereiches bis Wedel erfolgte zum Schutz der zahlreichen in diesem Bereich liegenden Anlagen vor schiffserzeugten Belastungen, so dass der Bereich mit einer Obergrenze von 12 kn erst unterhalb dieser Anlagen beginnt.

In eigens für die weitere Fahrrinnenanpassung durchgeführten Untersuchungen an dem Maritimen Simulationszentrum Warnemünde (MSCW, [14]) wurde untersucht, ob die gewählte Trasse der Fahrrinne unter Zugrundelegung der Bemessungsgeschwindigkeiten von den Bemessungsschiffen sicher und leicht zu passieren ist. Es wurde festgestellt, dass die geplante Trasse unter den vorgegebenen Randbedingungen auf ganzer Länge befahrbar ist. Daraufhin wurden die Entwurfs-/Bemessungsgeschwindigkeiten auch den Auswirkungsprognosen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung zu Grunde gelegt. Insbesondere schiffserzeugte Belastungen werden bei Einhaltung der vorgegebenen Bemessungsgeschwindigkeiten minimiert.

Abb. 3.2.2-2: Geschwindigkeiten (durchs Wasser) für das Bemessungsschiff



v\_ta: Geschwindigkeit des tideabhängig fahrenden Schiffes  
v\_tu: Geschwindigkeit des tideunabhängig fahrenden Schiffes

Tab. 3.2.2-3: Entwurfs-/Bemessungsgeschwindigkeiten (durchs Wasser) für die weitere Fahrrinnenanpassung

| Fahr-<br>rinnen-<br>km<br>[km] | Pegelort<br>[km] | Bemessungsgeschwindigkeiten                        |  |  |  |
|--------------------------------|------------------|--|--|--|--|
|                                |                  | tideunabhängig<br>Bemessungs-Schiff<br>[kn (km/h)] | tideabhängig<br>Bemessungs-Schiff<br>[kn (km/h)] | tideunabhängig<br>Bemessungs-Schiff<br>[kn (km/h)] | tideabhängig<br>Bemessungs-Schiff<br>[kn (km/h)] |
| 623,1                          | St. Pauli        | 7,0 (12,96)  | 5,0 (9,82) / 7,0 (12,96)                         | ▲  | ▲  |
| 628,9                          | Seemannshöft     | 9,0 (16,67)  | 8,0 (14,82) / 10,0 (18,52)                       | ▲  | ▲  |
| 634,8                          | Blankenese       | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 641,0                          | Schulau          | ▼  | ▼  | 9,0 (16,67)  | 9,0 (16,67)                                      |
| 643,1                          | Wedel            | ▼  | 8,0 (14,82) / 12,0 (22,22)                       | ▲  | ▲  |
| 645,5                          | Lühort           | 10,0 (18,52)                                       | ▼  | ▲  | ▲  |
| 654,9                          | Stadersand       | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 660,6                          | Grauerort        | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 667,0                          | Kollmar          | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 671,9                          | Krautsand        | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 674,7                          | Glückstadt       | ▼  | 10,0 (18,52) / 14,0 (25,93)                      | 10,0 (18,52)                                       | 10,0 (18,52)                                     |
| 685,0                          | Brokdorf         | 12,0 (22,22)                                       | ▼  | ▲  | ▲  |
| 697,6                          | Brunsbüttel      | ▼  | 11,0 (20,37) / 15,0 (27,78)                      | ▲  | ▲  |
| 704,6                          | Osteriff         | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 715,3                          | Otterndorf       | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 726,0                          | Cuxhaven         | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 736,0                          | Mittelgrund      | ▼  | ▼  | ▲  | ▲  |
| 748,0                          | Gr. Vogelsand    | ▼  | ▼  | 12,0 (22,22)                                       | 11,0 (20,37)                                     |

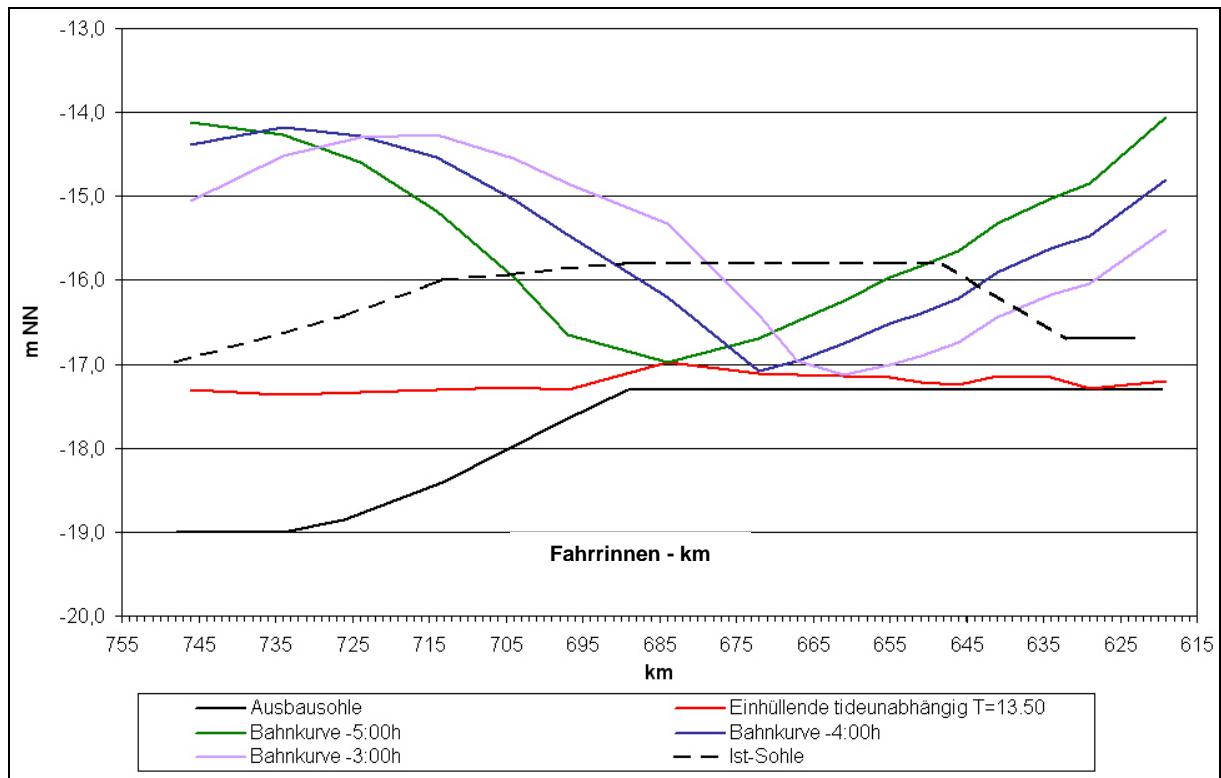
*Alle Geschwindigkeitsangaben sind Geschwindigkeiten durchs Wasser*

Das tideunabhängig fahrende Bemessungsschiff muss auf seiner Fahrt von Hamburg zur Nordsee das entgegenkommende Tideniedrigwassertal passieren. Während dieser ca. 30minütigen Phase eingeschränkter Wassertiefen muss das Schiff eine bestimmte Geschwindigkeit aufrechterhalten, um seine Steuerfähigkeit zu gewährleisten. Diese notwendige Geschwindigkeit ist auch abhängig von den topographischen Gegebenheiten des entsprechenden Revierabschnittes. Während im oberen Bereich des Reviers aufgrund der geschützten Lage eine geringere Geschwindigkeit ausreicht, ist mit zunehmendem Seegang und Windeinfluss auf unteren Revierabschnitten eine höhere Geschwindigkeit in Ansatz zu bringen. Insgesamt erstreckt sich das Spektrum des tideunabhängig auslaufenden Bemessungsschiffes somit zwischen 9 Kn und 12 Kn auf der Unter- und Außenelbe (s. Tab.3.2.2-3).

Tideabhängig auslaufenden Schiffen steht nur ein begrenztes Tidefenster zur Verfügung, in dem sie das Revier unter Ausnutzung der Tide befahren können. Sie müssen mit einer bestimmten Durchschnittsgeschwindigkeit innerhalb der unteren und oberen Bemessungsgeschwindigkeitsansätze fahren, um auf ihrer Revierfahrt überall ausreichende Wasserstände zu haben und nicht aus dem Tidefenster zufahren. Bei der Ermittlung dieser Tidefenster sind die unterschiedlichen Verkehrssituationen (Gegenverkehr, Überholvorgänge etc.) sowie die unterschiedlichen Antriebskräfte der Schiffe zu berücksichtigen. Deshalb werden die tideabhängigen Schiffspassagen jeweils mit einer schnelleren und einer langsameren Bemessungsgeschwindigkeit berechnet. Das Tidefenster spannt sich dann zwischen einem schnellen - am Beginn des Startfensters in Hamburg - und einem langsamen - am Ende des Startfensters - fahrenden Schiff auf.

Anhand von Abb. 3.2.2-3 wird die Ermittlung der erforderlichen Ausbautiefen mit dem Tidefahrplanprogramm erläutert, und zwar am Beispiel der Berechnung für tideunabhängigen Verkehr mit einem Tiefgang in Salzwasser von 13,50 m. In der Grafik ist die derzeitige Sollsole bezogen auf KN gestrichelt dargestellt. Exemplarisch eingezeichnet sind drei Bahnkurven mit den Bezeichnungen -6:10, -5:10 und -3:02, welche für Abfahrtszeiten bezogen auf Tnw St. Pauli tideunabhängig auslaufender Bemessungsschiffe stehen. So hat die Bahnkurve des 6:10 h vor Tnw St. Pauli in Hamburg abfahrenden Schiffes ihren tiefsten Punkt mit KN -15,60 m in Brunsbüttel (km 697,6). Abfahrtszeiten zu einem anderen Zeitpunkt wie z. B. 5:10 h oder 3:02 h vor Tnw St. Pauli haben den tiefsten Punkt ihrer Bahnkurve (und damit die größte erforderliche Wassertiefe) jeweils an einem anderen Ort, wie an den anderen beiden dargestellten Bahnkurven zu erkennen ist. Werden nun die jeweils tiefsten Punkte aller über eine gesamte Tide verteilten Abfahrten miteinander verbunden, so ergibt sich die in rot dargestellte Einhüllende. Unter Berücksichtigung der angesetzten Mindertide ergibt sich schließlich die erforderliche Ausbautiefe, in diesem Fall für tideunabhängigen Verkehr mit einem Tiefgang von 13,50 m.

Abb. 3.2.2-3: Bahnkurven tideunabhängiger Fahrt



Die Berechnung für tideabhängigen Verkehr verläuft ähnlich. Hier werden zu Beginn und am Ende des Startfensters Bahnkurven jeweils mit der schnelleren und langsameren Geschwindigkeit berechnet, deren tiefste Punkte dann wieder zu einer Einhüllenden verbunden werden.

Anhand der vorgestellten Parameter sind die Ausbautiefen der Ausbauvariante ermittelt worden. Abb. 3.2.2-4 zeigt die sich daraus ergebenden Solltiefen im Längsschnitt<sup>6</sup>. Die Variante ist so konzipiert, dass das Bemessungsschiff die Unter- und Außenelbe tideunabhängig mit 13,50 m Salzwassertiefgang passieren kann. Die tideabhängig ausgehende Fahrt des Bemessungsschiffes mit 14,50 m Salzwassertiefgang ist in einem zweistündigen Startfenster ab Seemannshöft von 1,5 bis 3,5 Stunden nach Tideniedrigwasser St. Pauli möglich. Das in Kap. 3.1 sowie der Bedarfsbegründung [Unterlage B.1] definierte Ausbauziel wird mit der Ausbauvariante also im vollen Umfang und damit bedarfsgerecht erreicht. Für den tideabhängig einlaufenden Verkehr ist mit der Zielvarinate ein Maximaltiefgang von 15,60 m (der-

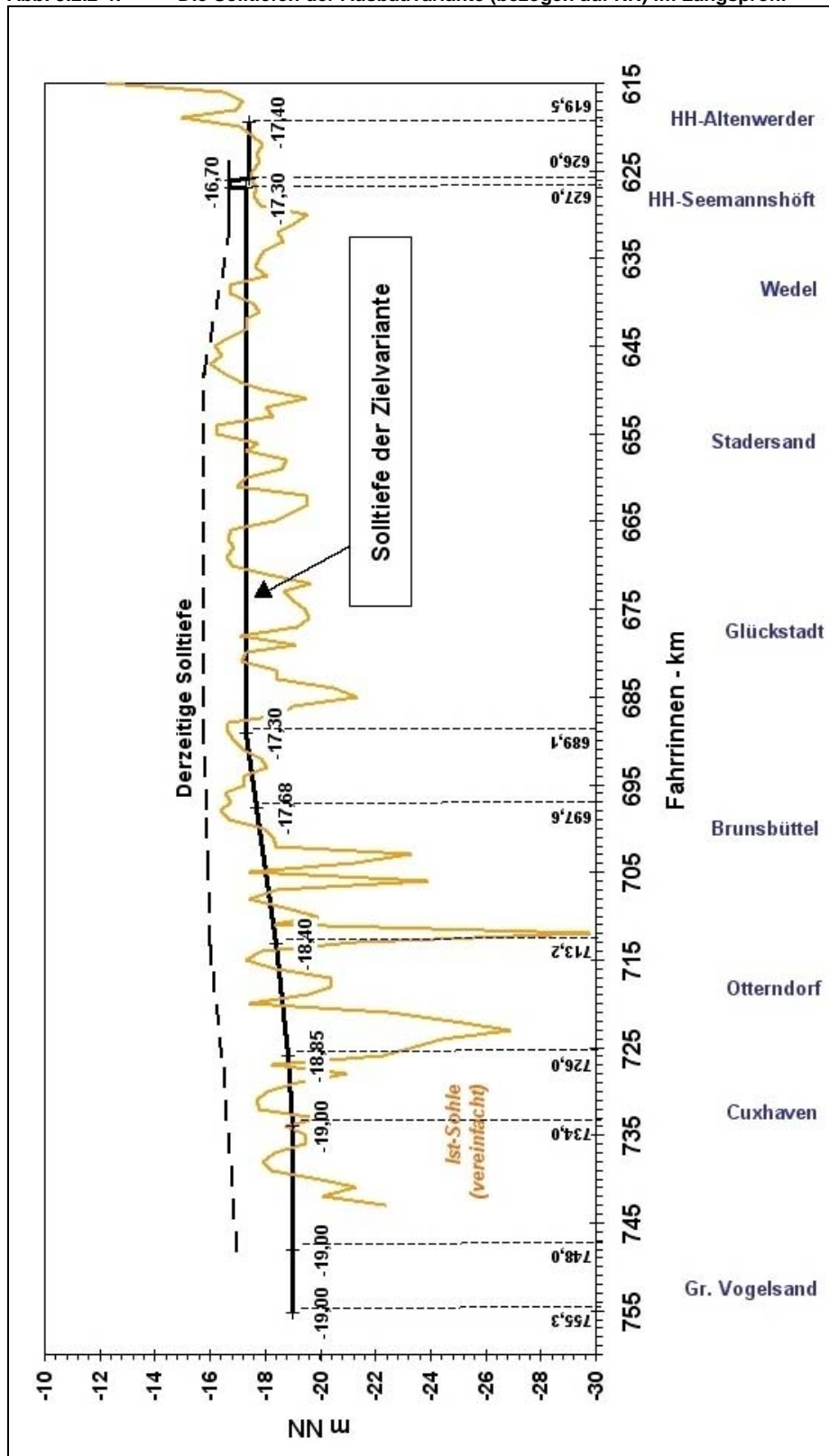
<sup>6</sup> Die leichten Unterschiede in den Ausbautiefen zwischen der Ausbauvariante und der ihr zu Grunde liegenden Variante 4 des Variantenvergleichs [Unterlage B.1] sind darauf zurückzuführen, dass bei den Tiefenberechnungen für die Ausbauvariante detailliertere und aktuellere hydrologische Grundlagendaten (z.B. mittlere Tidekurven) berücksichtigt wurden.

zeit: 14,80 m) möglich. Tab. 3.2.2-4 fasst die derzeitigen und geplanten Maximaltiefgänge zusammen.

**Tab. 3.2.2-4: Derzeitige und geplante Maximaltiefgänge (in Metern, bezogen auf Salzwasser) auf Unter- und Außenelbe**

|                         | <b>derzeit</b>                      | <b>geplant</b> |
|-------------------------|-------------------------------------|----------------|
| tideunabhängig          | 12,50 (Panmax) / 12,40 (PostPanmax) | 13,50          |
| tideabhängig ausgehend  | 13,50                               | 14,50          |
| tideabhängig einkommend | 14,80                               | 15,60          |

Abb. 3.2.2-4: Die Solltiefen der Ausbauvariante (bezogen auf NN) im Längsprofil



Im Bereich des Hamburger Hafens liegt die Ausbaugrenze in der Norderelbe bei km 624, im Köhlbrand bzw. der Süderelbe bei km 619,5. Der Solltiefenverlauf zwischen km 626 und km 627 kennzeichnet den Bereich des Hamburger BAB-Elbtunnels. Die Fahrrinntiefe über dem Elbtunnel bleibt gegenüber dem heutigen Zustand unverändert bei NN - 16,70 m. Die Übergangsbereiche von diesem nicht zu vertiefenden Fahrrinnenabschnitt zu den neuen Fahrrinntiefen stromauf und stromab werden jeweils in Form einer ca. 1 : 30 geneigten Rampe hergestellt (vgl. Anlage B-1.1).

Vom Elbtunnel (km 627) bis St. Margarethen (km 689,1) wird die erforderliche Solltiefe von NN -17,30 m durch das tideunabhängig verkehrende Bemessungsschiff mit 13,50 m Salzwassertiefgang bestimmt. Dies bedeutet gegenüber der heutigen Solltiefe im Sockelbereich eine Vertiefung um 1,50 m (vgl. Abb. 3.2.2-5), obwohl sich der Tiefgang für den tideunabhängigen Verkehr nur um einen Meter (von 12,50 m auf 13,50 m) vergrößert. Das liegt zum einen daran, dass das Bemessungsschiff gegenüber dem Panmax-Containerschiff deutlich an Breite zugenommen hat und damit bei gleicher Fahrt durchs Wasser auch tiefer einsinkt (Squat, Krängung). Zum anderen führt die notwendige Berücksichtigung einer Eintrittswahrscheinlichkeit von 80 % aller Tnw zu einem zusätzlichen Vertiefungsmaß von rd. 35 cm, so dass sich hier insgesamt ein Vertiefungsmaß von 1,50 m ergibt.

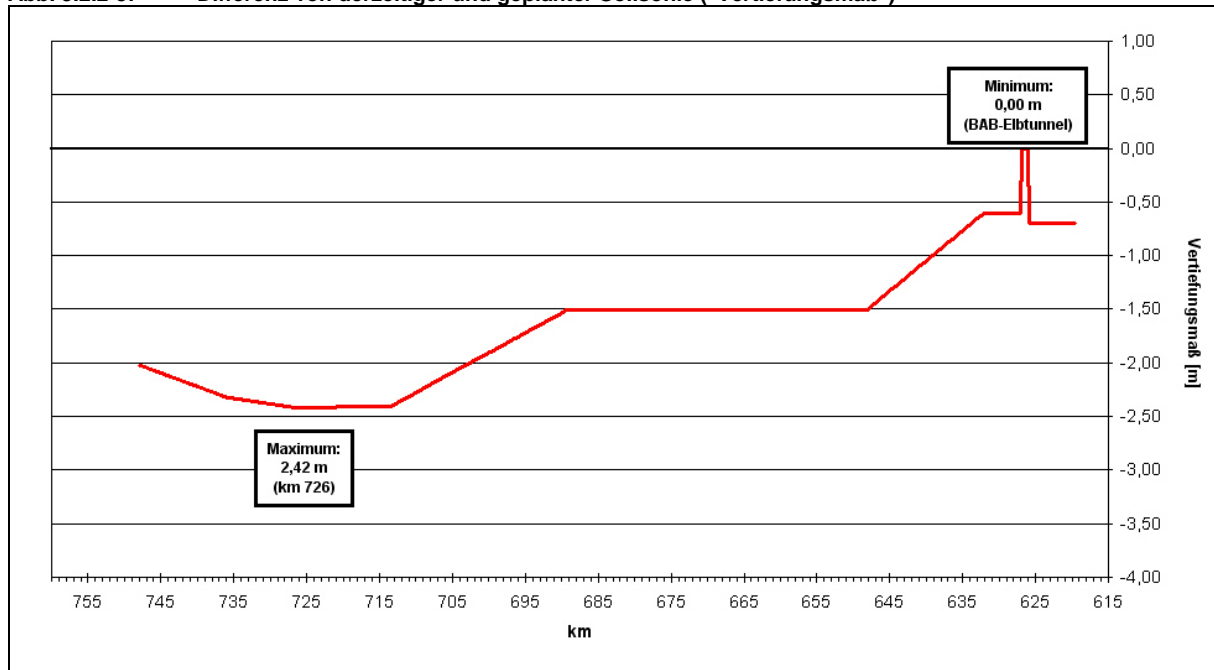
Unterhalb von St. Margarethen (km 689,1) fällt die Solltiefe für die tideabhängig auslaufende Fahrt stetig bis auf NN -19,00 m bei km 734 (Mittelgrund) ab und bleibt bis zur Ausbaugrenze bei km 755,3 auf diesem Niveau.

Im Bereich der hafenseitigen Ausbaugrenzen (Süder- und Norderelbe) ist jeweils eine Solltiefe von NN - 17,40 m erforderlich. Stromauf der beiden Ausbaugrenzen wird die Sohle rampenförmig an die jeweiligen Solltiefen angepasst.

Die Differenz zwischen der derzeitigen und der geplanten Sollsohle der Fahrrinne, das sogenannte Vertiefungsmaß, ist in Abb. 3.2.2-5 dargestellt. Es schwankt zwischen 0 m (keine Vertiefung über dem BAB-Elbtunnel auf der Hamburger Delegationsstrecke) und 2,42 m bei km 726 (Cuxhaven). Das erforderliche Vertiefungsmaß in der Außenelbe wird v.a. durch den beim Squat verursachten Absenk bzw. Eintauchvorgang eines Schiffes, welcher sich als nichtlinearer Prozess in Abhängigkeit von der Schiffgeschwindigkeit ergibt, bestimmt. Hierdurch ist die für tideabhängig fahrende Schiffe im seewärtigen Rampenbereich überproportionale Vertiefung gegenüber der um 1 m größer gewordenen Abladetiefe zu erklären.



Abb. 3.2.2-5: Differenz von derzeitiger und geplanter Sollsohle ("Vertiefungsmaß")



Aufgrund der bestehenden Vorflutrestriktion (oder: Flutstromrestriktion)<sup>7</sup> für den Köhlbrand und den mittleren Freihafen von Tnw bis 1,5 Stunden nach Tnw kann der erste Teil des Startfensters in Seemannshöft für Schiffe aus den Hafengebieten mittlerer Freihafen und Altenwerder nicht genutzt werden. Für Schiffe aus diesen Hafengebieten ist das Startfenster daher um 30 bis 45 Minuten kürzer. Somit ist die erste Phase des Startfensters prädestiniert für Schiffe aus dem Bereich Waltershof, während in der zweiten Phase Schiffe aus dem mittleren Freihafen und Altenwerder unter Berücksichtigung der Vorflutrestriktion und mit ausreichend Wasser unter dem Kiel für die Passage des BAB-Elbtunnels auslaufen können.

### 3.2.3 Ausbaubreiten und Fahrrinnentrassierung

Für die Bemessung der Ausbaubreiten der künftigen Fahrrinne gibt es zwei grundsätzliche Anforderungen. Die Ausbaubreite muss einerseits möglichst schmal dimensioniert sein, um die Baggerungen im Gewässerbett so gering wie möglich zu halten. Dem stehen die Anforderungen hinsichtlich der Verkehrssicherheit und der Leichtigkeit des Schiffsverkehrs für den zweischiifigen Verkehr gegenüber, die eine ausreichend breite Fahrrinne fordern.

<sup>7</sup> Aufgrund der lokalen Strömungsverhältnisse wird eine Einfahrt bzw. Ausfahrt in den Köhlbrand vom bzw. zum CT Altenwerder sowie den mittleren Freihafen in der ersten Flutphase von 0 bis 1,5 h nach Tnw St. Pauli für Schiffe  $L > 290$  m (Köhlbrand) bzw.  $L > 250$  m (mittlerer Freihafen) derzeit nicht zugelassen. Mittelfristig könnten sich die Verhältnisse zumindest bezüglich des mittleren Freihafens aufgrund des geplanten Umbaus des dortigen Einfahrtsbereichs verbessern. Für die Planungen zur Fahrrinnenanpassung wird von einem Fortbestehen der Flutstromrestriktion ausgegangen.

Für die Bemessung der Fahrrinnenbreite wird von dem Regelfall der Begegnung zweier Großcontainerschiffe von je 46 m Breite und 350 m Länge ausgegangen. Die Ermittlung der Fahrrinnenbreiten erfolgte auf der Grundlage theoretischer Ansätze, praktischer Revierenerfahrung und Simulationuntersuchungen an der Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt (MSCW). Das Konstruktionsprinzip der vorangegangenen Fahrrinnenanpassung für die Kurvenbereiche wurde beibehalten. Orientiert an der Fahrweise großer Schiffe wurden seinerzeit langgezogene Kurven in mehrere Unterkurven mit Zwischengeraden aufgelöst. Die Übergänge zu den Geraden erhielten auslaufende Verbreiterungen, die so genannten Recovery Areas.

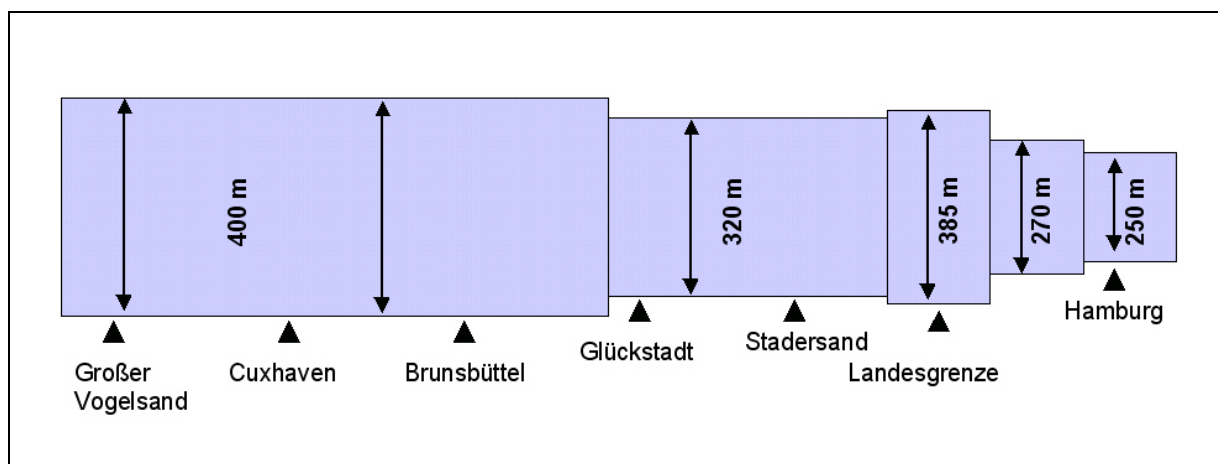
Von der neu definierten seeseitigen Ausbaugrenze bei km 755,3 bis km 748 besteht - wie bereits in Kap. 3.2.1 erwähnt - die Option, eine 400 m breite Fahrrinnen-trasse innerhalb eines Korridors von 800 m Breite erforderlichenfalls flexibel an die jeweiligen morphologischen Verhältnisse anzupassen, um den Unterhaltungsaufwand in diesem Abschnitt zu minimieren.

Im Bereich von km 748 bis zur Störkurve mit heute vorhandener Regelbreite von 400 m wird die Trassierung nicht verändert. Von der Störkurve bis zur Lühekurve wird die Regelbreite von 300 auf 320 m vergrößert. Durch diese Verbreiterung um 20 m werden Begegnungen der Bemessungsschiffe untereinander mit addierten Schiffsbreiten von 92 m überall dort ermöglicht, wo geltende Verkehrsregeln der Seeschiffahrtsstraßenordnung, wie zum Beispiel Begegnungsverbote in den Abschnitten Bielenberg, Stadersand und Lühe, diese nicht untersagen. Die Regelbreite der Fahrrinne von 320 m ist dabei in Analogie zu den heute bestehenden Verhältnissen entwickelt worden.

Im Bereich der Hamburger Delegationsstrecke wird die Regelbreite der Fahrrinne bereichsweise ebenfalls um maximal 20 m vergrößert. Unverändert bleiben die Fahrrinnenbreiten im Bereich des BAB - Elbtunnels und stromauf davon in der Norderelbe und im Köhlbrand bis zu den jeweiligen Ausbaugrenzen. Im Köhlbrand ist allerdings eine ostwärtige Verschiebung der 200 m breiten Fahrrinnen-trasse um 15 m vorgesehen (vgl. Kap. 5.3).

Eine Darstellung der künftigen Regelbreiten enthält Abb. 3.2.3-1.

Abb. 3.2.3-1: Künftige Regelbreiten der Fahrrinne (schematisch)



## Begegnungsstrecke

Durch die beschriebene Anpassung der Fahrrinnenbreiten ist gewährleistet, dass es - unter Berücksichtigung der zuvor genannten Einschränkungen - Begegnungen zwischen Großcontainerschiffen geben kann. Ebenfalls zu berücksichtigen ist die mit großen Tiefgängen tideabhängig einlaufende Massengutschiffahrt, da die Schiffsbreiten bei diesen Massengutschiffen i.d.R. deutlich über der Breite des Bemessungsschiffes liegen. Die mit dem Hochwasser einlaufenden Massengutschiffe könnten sich aufgrund des bestehenden Begegnungsverbotes mit addierten Schiffsbreiten von 90 m und mehr erst recht nicht mit auslaufenden Großcontainerschiffen im Streckenabschnitt zwischen der Störkurve und der Landesgrenze Hamburgs begegnen.

Deshalb ist vorgesehen, für die Begegnung tideabhängig einlaufender Massengutschiffe mit tideabhängig auslaufenden Containerschiffen zwischen km 644 (Ausgang Lühekurve) und km 636 (Blankenese) eine Begegnungsstrecke einzurichten. Für diese Begegnungsstrecke ist eine Fahrrinnenbreite von im Mittel 385 m erforderlich. Die Begegnungsstrecke liegt innerhalb des Abschnitts, wo sich tideabhängig einlaufende Massengutschiffe und mit Maximaltieftiefgang auslaufende tideabhängige Containerschiffe bei der Ausbauvariante zwangsläufig begegnen müssen, und sie erfüllt gleichzeitig die nautische Forderung nach einer möglichst langen, geraden Strecke.

Die Einbeziehung der Lühekurve und/oder des stromab anschließenden geraden Streckenabschnitts im Bereich des Lühesandes bringt aus nautischer Sicht keine Vorteile, da eine Begegnung im Kurvenbereich auszuschließen ist und die stromab gelegene Gerade zu kurz ist. Außerdem wäre dieser Streckenabschnitt für Schiffe aus dem Köhlbrand sowie dem mittleren Freihafen wegen der Flutstromrestriktion im Hamburger Hafen nicht zu erreichen.

Eine tabellarische Zusammenstellung der geplanten Regelbreiten der Ausbauvariante enthält Tab. 3.2.3-1. Die Fahrrinntentrassierung der Ausbauvariante ist in den Anlagen A 1 und A 2 (für die Bundesstrecke, stromab km 638,9 bis Ausbaugrenze) und in Anlage B-1 (für die Hamburger Delegationsstrecke; stromauf km 638,9 bis zu den jeweiligen Ausbaugrenzen) dargestellt.

Darüber hinaus zeigen die Anlagen B-1.2 bis B-1.5 anhand von Querprofilen exemplarisch die derzeitigen und geplanten Fahrrinnenbreiten auf der Hamburger Delegationsstrecke für die Bereiche

- Köhlbrandkurve
- Bubendeyufer (Untereelbe)
- Mühlenberger Loch (Untereelbe)
- Neßsand (Untereelbe).

Tab. 3.2.3-1: Regelbreiten der Ausbauvariante

| Teilstrecke                                  | km                   | Regelbreite                        |
|--|----------------------|------------------------------------|
| <b>Bundesstrecke</b>                         |                      |                                    |
| Seeseitiges Ausbauende                       | 755,3 bis 748        | 400 m (innerhalb 800 m - Korridor) |
| km 748 bis Störkurve                         | 748 bis 680          | 400 m                              |
| Störkurve bis Lühekurve                      | 680 bis 644          | 320 m                              |
| <i>Lühekurve bis Tinsdal (Landesgrenze)</i>  | <i>644 bis 638,9</i> | <i>385 m (Begegnungsstrecke)</i>   |
| <b>Delegationsstrecke</b>                    |                      |                                    |
| <i>Tinsdal (Landesgrenze) bis Blankenese</i> | <i>638,9 bis 636</i> | <i>385 m (Begegnungsstrecke)</i>   |
| Blankenese bis Nienstedten                   | 636 bis 632          | 270 m                              |
| Nienstedten bis Övelgönne                    | 632 bis 628          | 250 m                              |
| Övelgönne bis Köhlbrand                      | 628 bis 626          | 250 m bis 260 m                    |
| <b>Norderelbe</b>                            |                      |                                    |
| Mündung Köhlbrand bis Wendekreis Vorhafen    | 626 bis 624,3        | Abnehmend auf 210 m                |
| <b>Köhlbrand</b>                             |                      |                                    |
| Mündung Köhlbrand bis Reth-Wendekreis        | 624,5 bis 621,8      | 200 m, abnehmend auf 180 m         |
| Reth-Wendekreis bis südl. Wendekreis CTA     | 621,8 bis 619,5      | 200 m                              |

### 3.3 Ausbaubaggerungen

#### 3.3.1 Mengenermittlung

Anteilig ergeben sich folgende Baggermengen für die Bundes- und Delegationsstrecke:

##### Bundesstrecke

Die Baggermengenermittlung für die Ausbauvariante basiert auf topografischen Unterlagen von 2004 und berücksichtigt folgende Randbedingungen:

- seitliche Überbaggerung um jeweils 5,0 m
- Baggertoleranz für die Ausbaubaggerung 0,2 m
- Böschungsneigung 1 : 3

Die Baggermengen der Bundesstrecke betragen für die Ausbauvariante (inkl. Begegnungsstrecke) **27,1 Mio. m<sup>3</sup> Profilmass<sup>8</sup>**.

##### Hamburger Delegationsstrecke

Die Ausbaubaggermengen wurden ebenfalls nach topographischen Unterlagen des Jahres 2004 ermittelt. Sie sind in Tab. 3.3.1-1 zusätzlich aufgegliedert in "verspülbare" (Sand und Kies) und "nicht verspülbare" Böden (Geschiebemergel, Ton und Geröll). Bei den aufgeführten Zahlen wurde eine vorsorgliche Mehrbaggerung (inkl. Baggertoleranz) von 0,50 m eingerechnet, zudem sind bereits die Mengenanteile aus den Böschungen mit berücksichtigt.

<sup>8</sup> Das Profilmass (oder Peilmass) bezieht sich auf das Volumen des natürlichen, gewachsenen Bodens an der Gewässersohle.

Tab. 3.3.1-1: **Ausbaubaggermengen auf der Hamburger Delegationsstrecke (in Profilmäß, inkl. 0,50 m Vorhaltemaß, inkl. Böschungsanteile)**

| Teilstrecke   | km              | Baggermenge<br>(Mio. m <sup>3</sup> ) | davon verspülbar<br>(Sand, Kies)<br>(Mio. m <sup>3</sup> ) | davon nicht<br>verspülbar<br>(Mergel, Ton, Geröll)<br>(Mio. m <sup>3</sup> ) |
|---|-----------------|---------------------------------------|--|--|
| Untereelbe, Blatt 112<br><b>mit</b> Begegnungsstrecke | 638,9 - 636,4   | 0,960                                 | 0,672 (≈ 70 %)   | 0,288 (≈ 30 %)   |
| Untereelbe, Blatt 111                                 | 636,4 - 633,5   | 0,148                                 | 0,030 (≈ 20 %)   | 0,118 (≈ 80 %)   |
| Untereelbe, Blatt 110                                 | 633,5 - 630,7   | 0,585                                 | 0,351 (≈ 60 %)   | 0,234 (≈ 40 %)   |
| Untereelbe, Blatt 109                                 | 630,7 - 627,9   | 0,467                                 | 0,280 (≈ 60 %)   | 0,187 (≈ 40 %)   |
| Untereelbe, Blatt 108                                 | 627,9 - 625,0   | 0,311                                 | 0,124 (≈ 40 %)   | 0,187 (≈ 60 %)   |
| Nordereelbe, Blatt 107                                | 625,0 - Ende    | 0,490                                 | 0,147 (≈ 30 %)   | 0,343 (≈ 70 %)   |
| Köhlbrand   | Mündung - 621,3 | 0,593                                 | 0,178 (≈ 30 %)   | 0,415 (≈ 70 %)   |
| Südereelbe, Blatt 205                                 | km 621,3 - Ende | 0,743                                 | 0,223 (≈ 30 %)   | 0,520 (≈ 70 %)   |
| Parkhafen   | -               | 0,064                                 | 0,064 (≈ 100 %)  | 0,000 (≈ 0 %)  |
| Waltershofer Hafen                                    | -               | 0,476                                 | 0,000 (≈ 0 %)  | 0,476 (≈ 100 %)  |
| Vorhafen  | -               | 0,100                                 | 0,020 (≈ 20 %)   | 0,080 (≈ 80 %)   |
| <b>Gesamtmenge</b><br>(inkl. Begegnungsstrecke)       | 638,9 - Ende    | <b>4,937</b>                          | <b>2,089 (≈ 42 %)</b>                                      | <b>2,848 (≈ 58 %)</b>  |

Die zusätzliche Vorsorgebaggerung (Vorhaltemaß) inkl. Baggertoleranz bleibt im Bereich der Hamburger Delegationsstrecke nach Ende des Ausbaus grundsätzlich auf maximal 0,50 m begrenzt. Das bedeutet allerdings, dass Kuppen von Riffeln aufgrund deren spezieller morphologischer Beschaffenheit im Sinne eines ökonomischen Baggereinsatzes - wie bereits im Ist-Zustand - etwa um 1,0 m abzubaggern sind. Darüber hinaus wird auch im Bereich des Köhlbrandes aus nautischen Gründen sowie im Sinne eines ökonomischen Baggereinsatzes bis auf Weiteres ein Vorhaltemaß von 1,0 m angesetzt.

Aus bautechnischen Gründen kann es beim Fahrrinnenausbau in Strecken mit zu baggerndem Geschiebemergel nötig sein, mit Eimerkettenbaggern lokal begrenzt 1,0 m über die Sollsohle hinaus zu baggern. Dieses Maß wird benötigt, um größere Steine (Findlinge), die in das neue Fahrrinnenprofil hineinreichen, sicher entfernen zu können. Auf das o.a. Vorhaltemaß der nachfolgenden Unterhaltungsbaggerei hat diese Vorgehensweise keinen Einfluss.

### Ausbaubaggermenge gesamt

Insgesamt ergibt sich für die Bundes- und Delegationsstrecke zusammen (inkl. Begegnungsstrecke und dem in Kap. 5.2 beschriebenen Wartepplatz Brunsbüttel (1,3 Mio. m<sup>3</sup>) eine Baggermenge von

$$27,1 + 5,0 + 1,3 = 33,4 \text{ Mio. m}^3 \quad \text{[Profilmaß]}$$

Berücksichtigt man die Auflockerung des Bodens beim Baggervorgang, durch die das Volumen des Bodens erfahrungsgemäß um rund 15 % vergrößert wird, ist bei der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe somit von einer unterzubringenden Baggermenge von

$$33,4 \text{ Mio. m}^3 \times 1,15 \approx 38,5 \text{ Mio. m}^3 \quad \text{[Schutenmaß]}$$

auszugehen<sup>9</sup>.

Da es sich bei der Tideelbe um ein sehr dynamisches morphologisch-hydrologisches System handelt, was beispielsweise an der raschen Bildung von Transportkörpern (Riffeln) an der Fahrrinnensohle deutlich wird, können die beim Fahrrinneausbau tatsächlich anfallenden Baggermengen - in Abhängigkeit von den dann herrschenden Randbedingungen - von den genannten Werten sowohl nach oben als auch nach unten abweichen.

### **3.3.2 Baggergutzusammensetzung (Bodenarten)**

#### Bundesstrecke

Der Aufbau der Bodenarten im Bereich der Unterelbe ist weitestgehend in den oberen Schichtungen von den nacheiszeitlichen Vorgängen, in den tieferen Lagen durch den Abfluss im eiszeitlichen Urstromtal geprägt. Das vom Schmelzwasser am Eisrand zunächst ausgewaschene Urstromtal wurde etwa ab NN - 22,0 m mit Sand aufgefüllt. Bereichsweise treten Kleischichten auf, die mit Torflinsen und Sandeinschlüssen durchsetzt sind. Dieser Regelaufbau mit kleinen Variationen wird nur durch örtlich auftretendes, steiniges Moränenmaterial (z. B. Geschiebemergel) im Bereich des Hochufers zwischen Altona und Wedel sowie stellenweise in der Außenelbe (Steinriff) unterbrochen.

Als nicht-bindige Sedimente treten vor allem holozäne Fein- und Mittelsande, untergeordnet auch Kiese auf. Mit bindigen Zwischenlagen oder Schlufflinsen ist besonders bei den Feinsanden zu rechnen, während vor allem in den Mittelsanden auch Steine und Kieslagen vorkommen. Im Böschungsbereich sind die Sande häufig schwach humos; seltener treten auch mehrere Dezimeter mächtige Zwischenlagen aus Mudde oder Torf auf. Auch mit Pflanzenresten ist zu rechnen. Westlich von km 690 tritt zunehmend Muschelbruch entweder fein verteilt im Boden oder in Form von Muschelschilllagen auf.

<sup>9</sup> Die im BAW-Gutachten "Ausbaubedingte Änderung von Hydrodynamik und Salztransport" [Unterlage H.1a] genannte "Baggermenge" weicht - vor allem aufgrund der bei den BAW-Modelluntersuchungen angesetzten flachen Böschungsneigungen - von der hier genannten Menge ab.

Hauptvertreter der bindigen Schichten ist der holozäne Klei. Dabei handelt es sich meist um einen schwach tonigen bis tonigen, feinsandigen, humosen Schluff, örtlich mit Zwischenlagen aus Mudde oder Torf. Häufig sind Pflanzenreste zu finden, dabei können auch größere Holzteile auftreten. Der Feinsandanteil im Klei ist teils gleichmäßig in der Schluffmatrix verteilt, teils liegt eine Feinsand-Bänderung vor.

Örtlich tritt an der Gewässersohle flüssiger bis breiiger Schlick auf.

Eine Gliederung der Bodenarten für die einzelnen Baggerbereiche der Bundesstrecke ist in Tab. 3.3.2-1 dargestellt.

Tab. 3.3.2-1: **Bodenarten Bundesstrecke**

| Kilometer   | Baggerbereich                | Bodenarten in derzeitiger Fahrrinnen-trasse (Ausbau und Unterhaltung)  | Zusätzl. bei Rand-<br>verbreitungen<br>(Ausbau) |
|-------------|------------------------------|--|---|
| 638,9 - 643 | Tinsdal - Wedel              | Mittelsand - Feinkies  | Geschiebemergel                                 |
| 643 - 644   | Wedeler Au                   | Feinsandiger Schluff, schluffiger Feinsand - Feinkies  | Klei  |
| 644 - 651   | Lühesand                     | Feinsand - Grobkies  | Klei  |
| 651 - 654   | Juelssand                    | Feinsandiger Schluff, schluffiger Feinsand   | Klei  |
| 654 - 658   | Stadersand                   | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen  | Klei  |
| 658 - 661   | Pagensand                    | Feinsand - Grobsand, feinsandiger Schluff  | Klei  |
| 661 - 667   | Pagensand                    | Feinsand - Feinkies, z.T. Schluffbeimengungen  | Klei  |
| 667 - 670   | Steindeich                   | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen  |   |
| 670 - 676   | Rhinplatte                   | Feinsandiger Schluff, schluffiger Feinsand - Mittelsand  |   |
| 676 - 689,7 | Glückstadt - St. Margarethen | Mittelsand - Feinkies, z.T. Schluffbeimengungen  |   |
| 689,7 - 699 | Brunsbüttel                  | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen  |   |
| 699 - 705   | Osteriff                     | Feinsandiger Schluff, Feinsand - Grobsand  |   |
| 705 - 708   | Oste                         | Mittelsand - Grobsand  |   |
| 708 - 716   | Medemgrund                   | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen  |   |
| 716 - 729   | Altenbruch - Cuxhaven        | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen  |   |
| 729 - 736   | Leitdamm -Kugelbake          | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen  | Steiniges Material (Steinriff *)                |
| 736 - 748   | Östl.-Westl. Mittelrinne     | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen  | Feinsand - Grobsand                             |
| 748 - 755,3 | Seeseitiges Ausbauende       | Feinsand - Grobsand, z.T. Schluffbeimengungen<br>(Hinweis: Liegt <u>außerhalb</u> der derzeitigen Fahrrinnen-trasse (vgl. Kap. 3.2.1)) | (nicht vorgesehen)                              |

\*) topographische Bezeichnung

Schadstoffe in Sedimenten sind in den feinen bzw. schluffigen Sedimentanteilen gebunden. Der Anteil des gebaggerten Materials mit Schluffbeimengungen ist aber nur geringfügig mit Schadstoffen oder organischen Verbindungen verunreinigt. Eine Zuordnung von Gewinnungs- und Verbringungsort für das Baggergut kann der Anlage A 20 entnommen werden.

### Hamburger Delegationsstrecke

Im nördlichen Bereich der Fahrrinne von Unter- und Norderelbe (näherungsweise dem nördlichen Drittel der Fahrrinne) ist fast durchgehend von einer uneinheitlichen Verteilung der Sedimente auszugehen. Es herrschen in erster Linie Geschiebemergelschichten und/oder tonig-schluffige Materialien vor, die teilweise mit einer geringmächtigen Sand- oder Kiesauflage versehen sind. In den für die Fahrrinnenanpassung relevanten Tiefen ist somit mit Vorhandensein nicht verspülbarer Böden zu rechnen.

Im mittleren und südlichen Teil von Unter- und Norderelbe ist dagegen verstärkt mit Fein-, Mittel- oder Grobsand zu rechnen, der vereinzelt von kiesigen Schichten durchzogen ist. Kennzeichnend für diese Fahrrinnenabschnitte, insbesondere die Unterelbe, ist daher das Vorhandensein von Riffeln, d.h. von dünenförmigen Transportkörpern, die sich nur bei locker gelagertem Sohlmaterial bilden.

Im Köhlbrand und der Süderelbe sowie den Hafenzufahrten Parkhafen/Waltershofener Hafen sowie Vorhafen überwiegen hingegen nicht verspülbare Böden, wobei neben Geschiebemergelschichten auch größere Anteile von steinigem/gerölligen Material zu erwarten sind. Die Anteile von verspülbaren Böden (Sand, Kies) und nicht verspülbaren Sedimenten (Mergel, Geröll) an der Ausbaubaggermenge ist für die einzelnen Abschnitte der Hamburger Delegationsstrecke in Tab. 3.3.1-1 aufgeführt.

### **3.3.3 Baggermethode und Geräteeinsatz**

Für den Geräteeinsatz sind sowohl die zu baggernden Böden als auch die Verbringungsmethode des Baggergutes maßgebend. Grundsätzlich sind bei den Baggararbeiten die folgenden Verfahren zu unterscheiden:

Für locker gelagertes, verspülfähiges Sohlmaterial (Sande, Kies) finden im wesentlichen Schleppkopfsaugbagger (sog. Hopperbagger oder Laderaumsaugbagger) Anwendung, während bei fester gelagerten, nicht verspülfähigen Bodenarten, wie gewachsenem Klei und Geschiebemergel oder steinigem Material, vornehmlich Eimerkettenbagger in Verbindung mit Transportschuten zum Einsatz kommen. Die Geräte haben völlig unterschiedliche Arbeitsweisen.

Die Schleppkopfsaugbagger (Abb. 3.3.3-1) sind seetüchtige Schiffe, die mit nachschleppenden, seitlich an Rohrleitungen geführten Saugköpfen von der Sohle ein Boden-Wasser-Gemisch aufsaugen und in ihren Laderaum leiten. Der Wasseranteil fließt bei Sandbaggerung während des Ladevorganges weitgehend wieder außenbords. Konventionelle Hopperbagger haben eine Aufnahmekapazität von etwa 7.000 m<sup>3</sup>, neuere Laderaumsaugbagger weisen sogar ein Laderaumvolumen von 10.000 m<sup>3</sup> und mehr auf. Hopperbagger erreichen eine Baggerleistung von ca. 100.000 m<sup>3</sup> pro Woche und können den gesamten Tag (0 bis 24



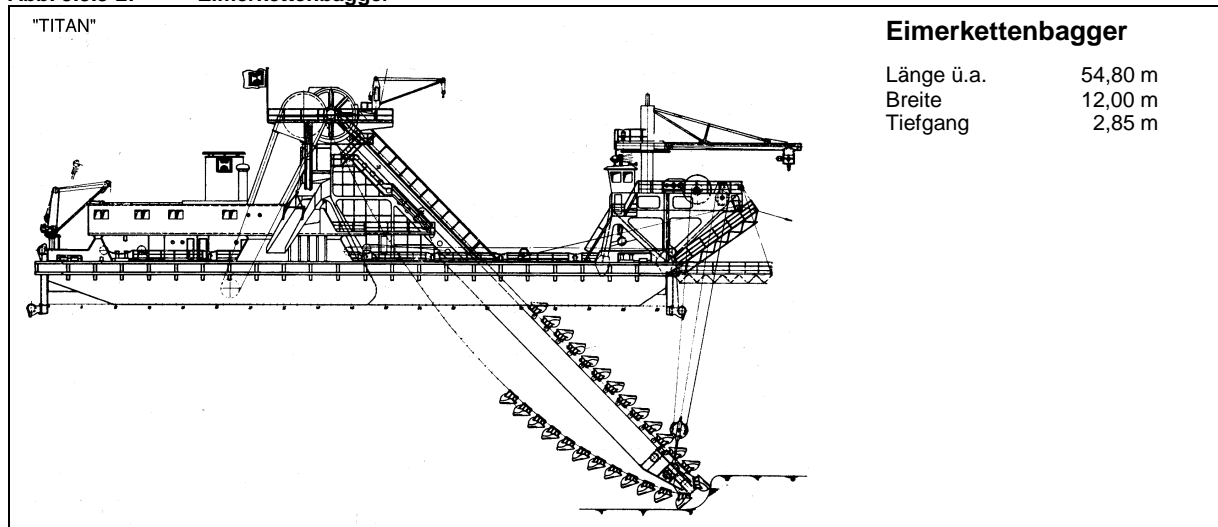
Uhr) eingesetzt werden. Es handelt sich um frei fahrende Schiffe; der Mindestabstand zum nächsten Bagger ist nicht limitiert.

**Abb. 3.3.3-1: Hopperbagger**



Eimerkettenbagger (Abb. 3.3.3-2) werden für schwer lösbare Bodenarten (Klei, Geschiebemergel, steiniges Material) eingesetzt. Während des Einsatzes sind die Bagger fest verankert. Sie schälen den Boden mittels einer Eimerleiter ab und beladen Schuten über seitliche Schüttrinnen. Diese Schuten werden dann mit Schlepperhilfe den Boden zu dafür vorgesehenen Unterbringungsstellen transportieren. Aufgrund der Verankerung der Eimerkettenbagger beträgt der Mindestabstand zum nächsten Bagger rd. 2.500 m. Eimerkettenbagger haben eine Baggerleistung von 2.000 bis 4.000 m<sup>3</sup>. Sie werden aus Lärmschutzgründen lediglich an Werktagen tagsüber (von 7:00 bis 20:00 Uhr) eingesetzt.

Abb. 3.3.3-2: Eimerkettenbagger



Wie in Kap. 3.3.2 beschrieben, ist das Material der Fahrrinnensohle weitestgehend locker gelagert. Sande mit Schluff- und Kiesanteilen sowie bindige Sedimente, wie feinsandiger Schluff, sind mit Hopperbaggern baggerbar. Aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit sowie Beweglichkeit im Verkehrsgeschehen soll die Fahrrinnenanpassung weitestgehend mit Hopperbaggern ausgeführt werden. Sofern nach der Hopperbaggerung ein geringer Anteil schwer lösbarer Materials an den Fahrrinnenrändern verbleibt, kann dieses anschließend mit Eimerkettenbaggern aufgenommen werden.

Letzteres ist vor allem im Bereich der Hamburger Delegationsstrecke der Fall, wo von einem vergleichsweise hohen Anteil von Geschiebemergel und steinigen Böden am Gesamtbaggeregut auszugehen ist (siehe Kap. 3.3.1). Es ist daher vorgesehen, dass auf der Hamburger Delegationsstrecke - wie bei der vorherigen Fahrrinnenanpassung - gleichzeitig drei Eimerkettenbagger zum Einsatz kommen. Diese werden in erster Linie auf der Stromstrecke (nördliches Drittel von Unter- und Norderelbe sowie gesamter Bereich von Köhlbrand und Süderelbe) eingesetzt werden, wobei der Abstand zwischen den einzelnen Baggern, wie oben erwähnt, rd. 2.500 m betragen wird.

In den Hafenzufahrten der Hamburger Delegationsstrecke (Parkhafen, Waltershofer Hafen und Vorhafen) wird darüber hinaus auch ein großer Tieflöffelbagger zum Einsatz kommen, der eine ähnliche Baggerleistung aufweist wie ein Eimerkettenbagger. Tieflöffelbagger weisen geringere Lärmemissionen auf als Eimerkettenbagger, haben gleichwohl eine den Eimerkettenbaggern entsprechende befristete Einsatzzeit (werktags, 7 - 20 Uhr).

Grundsätzlich sollen die Lärmemissionen der eingesetzten Bagger so weit wie möglich minimiert werden. Angestrebt wird, Eimerkettenbagger mit schallgedämpfter Ausstattung (eingehauste und/oder geschmierte Eimerkette) einzusetzen. Darüber hinaus besteht bezüglich des Baggereinsatzes vor Hamburg-Blankenese die Option, bei den Baggerungen am äußersten nördlichen Fahrrinnenrand (die somit der Wohnbebauung am nächsten liegen) statt eines Eimerkettenbaggers einen Tieflöffelbagger mit geringeren Lärmimmissionswerten einzusetzen (vgl. Unterlage H.8, [10]).

Jeder Eimerketten- bzw. Tieflöffelbagger benötigt - aufgrund der großen Transportentfernungen - vier bis fünf Klappschuten mit jeweils 1.000 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen zur Verbringung des Baggerguts, so dass allein für die Baggerungen auf der Hamburger Delegationsstrecke 16 bis 20 Klappschuten der genannten Größenordnung erforderlich sind.

Geht man bei den Eimerketten- und Tieflöffelbaggern von einer durchschnittlichen Tagesleistung von 3.000 m<sup>3</sup> pro Bagger aus, ergibt sich bei vier gleichzeitig eingesetzten Geräten (3 Eimerkettenbagger und 1 Tieflöffelbagger) für die 2,848 Mio. m<sup>3</sup> Mergel und Geröll (vgl. Tab. 3.3.1-1) eine Einsatzzeit von ca. 240 Tagen.

### **3.4 Strombau- und Verbringungskonzept**

#### **3.4.1 Ziele des Strombau- und Verbringungskonzeptes**

Die Minimierung der Ausbaufolgen stellt eine wesentliche Komponente der Ausbauplanung dar. Um die Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung sowie der Verbringung des dabei anfallenden Baggerguts insgesamt so gering wie möglich zu halten, wurde daher ein Verbringungskonzept entwickelt, das neben der reinen Baggergutverbringung umweltschonende und strombauliche Ziele verfolgt.

Dieses Verbringungskonzept mit seinen einzelnen Elementen ist mit einer ausbaubezogenen Strombaukonzeption gleichzusetzen. Mit der sowohl strombaulich als auch ökologisch optimierten Unterbringung des Ausbaubaggergutes wird - wie in hydronumerischen Modelluntersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbau untersucht (vgl. Unterlage H.1f, [8]) - eine Minimierung der ausbaubedingten Änderungen der Tidedynamik erzielt, und zwar in einem noch stärkerem Maße als bei der vorherigen Fahrrinnenanpassung.

Die Unterbringung des Baggergutes in strombaulich wirksame und zugleich ökologisch vorteilhafte Unterwasserablagerungsflächen hat vor diesem Hintergrund grundsätzlich Vorrang vor anderen Verbringungsarten (z. B. der Unterbringung auf Umlagerungsstellen).

Generell wurden dabei die folgenden Ziele berücksichtigt:

- Minimierung der ausbaubedingten Tidehubänderungen.
- Förderung des ebbstromorientierten Sedimenttransportes mit dem Ziel, langfristig den Aufwand zur Unterhaltung der Fahrrinne zu minimieren.
- Sinnvolles Umlagern des rolligen Baggergutes im Gewässerbett, um möglichst geringe Veränderungen der Durchflussquerschnitte zu erreichen und damit einen Schutz gegen eine Tideniedrigwasserabsenkung zu bieten
- Minderung ungünstiger natürlicher morphologischer Trends. Vornehmlich gilt es, einer Zunahme der Strömungsbelastung der Elbufer, der Erosionstendenz der Medemrinne nach Norden und der Auflandungstendenz der Nebenelben, Nebenflüsse und Elbhäfen entgegenzuwirken.
- Verbesserung der Ufersicherung an erosionsgefährdeten Uferbereichen.
- Vermeidung von Beeinträchtigungen im naturschutzfachlichen Sinne.

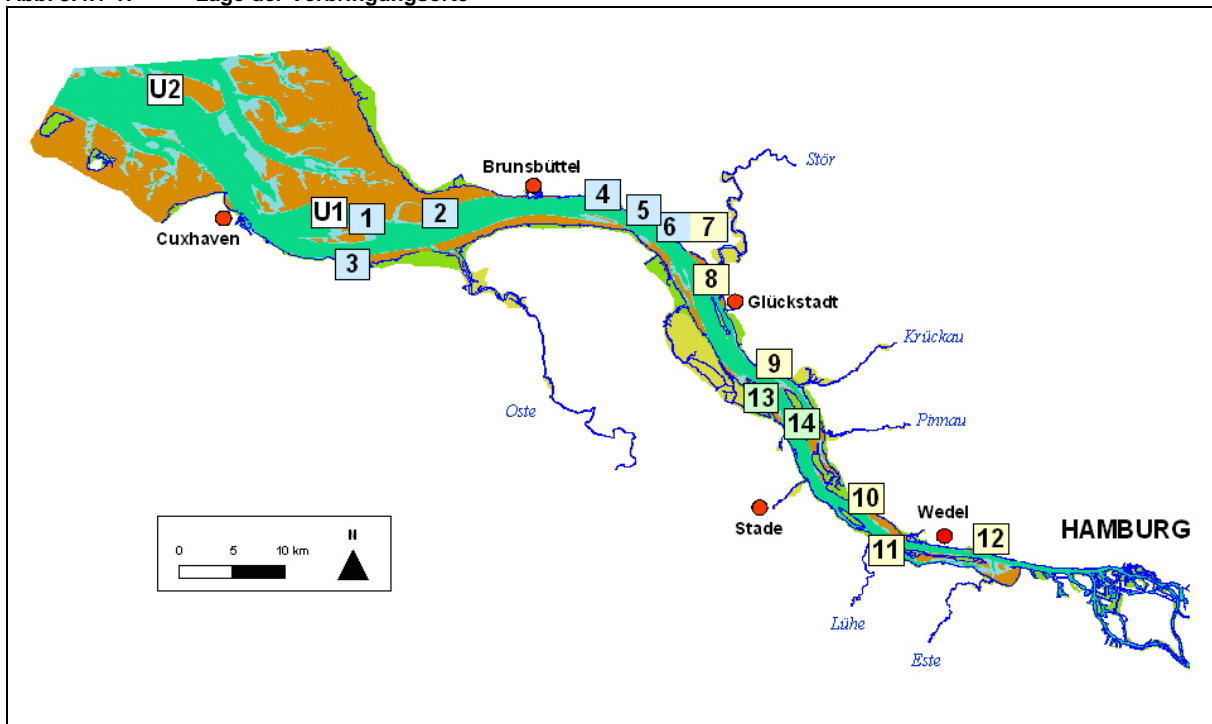
Die einzelnen Bestandteile des (strombaulichen) Konzepts zur Unterbringung des Ausbaggerguts sind:

- Unterwasserablagerungsflächen
- Übertiefenverfüllungen
- Ufervorspülungen
- Spülfelder
- Umlagern im Gewässer auf ausgewiesenen Umlagerungsstellen
- Sonstige Verbringung von Baggergut

Abb. 3.4.1-1 gibt einen Überblick über die Lage der geplanten Verbringungsorte, Tab. 3.4.1-1 gibt zusammenfassend Auskunft zur Art der Verbringung, der in Anspruch genommenen Fläche, der Aufnahmekapazität und dem zu verbringenden Material.

Eine ausführliche Beschreibung der Maßnahmen und ihrer jeweiligen Zielsetzung findet sich in den nachfolgenden Kapiteln.

Abb. 3.4.1-1: Lage der Verbringungsorte



(Nummern/Symbole: siehe Tab. 3.4.1-1)

Tab. 3.4.1-1: Übersicht über das Strombau- und Verbringungskonzept

| Ort  | Nr./Bz.<br>in Abb.<br>3.4.1-1 | Bodenart           | Kapazität<br>in Mio. m <sup>3</sup> | Fläche<br>in ha |
|--|-------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------|
| <b>Unterwasserablagerungsflächen</b>   |                               |                    |                                     |                 |
| - Medemrinne Ost   | 1                             | Mergel, Sand       | 12,270                              | 627,9           |
| - Neufelder Sand   | 2                             | Feinsand, Sand     | 10,200                              | 490,3           |
| - Glameyer Stack-Ost   | 3                             | Feinsand, Sand     | 1,85                                | 62,6            |
| - St. Margarethen  | 4                             | Sand               | 1,300                               | 27,6            |
| - Scheelenkuhlen   | 5                             | Sand               | 2,300                               | 48,3            |
| - Brokdorf   | 6                             | Sand               | 0,750                               | 26,7            |
| <b>Übertiefenverfüllung</b>  |                               |                    |                                     |                 |
| - St. Margarethen  | -                             | Sand, Mergel       | 0,100                               | 6               |
| <b>Ufervorspülungen</b>  |                               |                    |                                     |                 |
| - Brokdorf   | 7                             | Feinsand, Sand     | 0,118                               | 12,9            |
| - Glückstadt/Störmündung (unterhalb)   | 8                             | Feinsand, Sand     | 1,570                               | 113,7           |
| - Glückstadt/Störmündung (oberhalb)  | 8                             | Feinsand, Sand     | 1,360                               | 105,7           |
| - Kollmar (A, B, C)  | 9                             | Feinsand, Sand     | 0,306                               | 44,3            |
| - Hetlingen  | 10                            | Feinsand, Sand     | 0,130                               | 14,1            |
| - Wisch (Lühe)   | 11                            | Feinsand, Sand     | 0,286                               | 13,9            |
| - Wittenbergen   | 12                            | Sand               | 0,200                               | 24,9            |
| <b>Spülfelder</b>  |                               |                    |                                     |                 |
| - Schwarztonnensand  | 13                            | Schluffe, Feinsand | 0,920                               | 61,9            |
| - Pagensand<br>(für ausbaubedingte Unterhaltungs-<br>baggermengen, siehe Text) | 14                            | (siehe Text)       | 1,295                               | 37,7            |
| <b>Umlagerungsstellen</b>  |                               |                    |                                     |                 |
| - Medembogen   | U1                            | Sand, Feinsand     | 2,500                               | 60              |
| - Neuer Luechtergrund  | U2                            | Feinsand, Schluffe | max. 2,500                          | 60              |
| <b>Sonstige Verwendung</b>   |                               |                    |                                     |                 |
| - Abgabe an Dritte   | -                             | (siehe Text)       | (siehe Text)                        | (siehe Text)    |
| <b>Gesamt:</b>   |                               |                    | <b>39,955</b>                       |                 |
| <b>Gesamt (ohne Spülfeld Pagensand):</b>                                       |                               |                    | <b>38,660</b>                       |                 |

### 3.4.2 Unterwasserablagerungsflächen

Im Rahmen der Fahrrinnenanpassung sind sechs Unterwasserablagerungsflächen (UWA) vorgesehen, und zwar:

im Elbmündungsgebiet (siehe Abb. 3.4.2-1):

- Medemrinne-Ost
- Neufelder Sand und
- Glameyer Stack-Ost

sowie in der Unterelbe (siehe Abb. 3.4.2-2):

- St. Margarethen,
- Scheelenkuhlen und
- Brokdorf.

Abb. 3.4.2-1 zeigt das Gebiet des Mündungstrichters stromab von Brunsbüttel. Ab Brunsbüttel öffnet sich der Mündungstrichter der Elbe von rd. 2 km auf 15 km Breite. In diesem Bereich befindet sich seit Jahrhunderten ein dynamisches Mehr-Rinnen-System, wobei sich die tiefe Rinne am südlichen Ufer orientiert. In dieser Rinne bilden sich Mittelbänke, die sich nach Norden aufweiten und zu Stromspaltungen führen. Seit ca. 1960 ist auf diese Weise die Medemrinne entstanden. Dieser Bereich ist seit längerem durch einen natürlichen morphologischen Trend geprägt. Durch ungünstige morphologische Entwicklungen könnte die Tidedynamik der gesamten Tideelbe - vor allem durch die Stärkung des Abflusses der Ebbe und dem damit einhergehenden Absinken des Tideniedrigwassers - ungünstig beeinflusst werden. Insbesondere der starke Ebbstrom erodiert im Medembogen größere Sedimentmengen, die in die tiefe Rinne transportiert werden.

Aufgrund der hohen Tideenergie sind die im Strom zu errichtenden Flächen stärker beansprucht als die im Randbereich parallel zur Fahrrinne angeordnete Fläche Glameyer Stack-Ost und die weiter oberstrom liegenden Flächen Scheelenkuhlen, St. Margarethen und Brokdorf (Abb. 3.4.2-2).

Abb. 3.4.2-1: Lage der UWAs Medemrinne-Ost, Neufelder Sand und Glameyer Stack-Ost

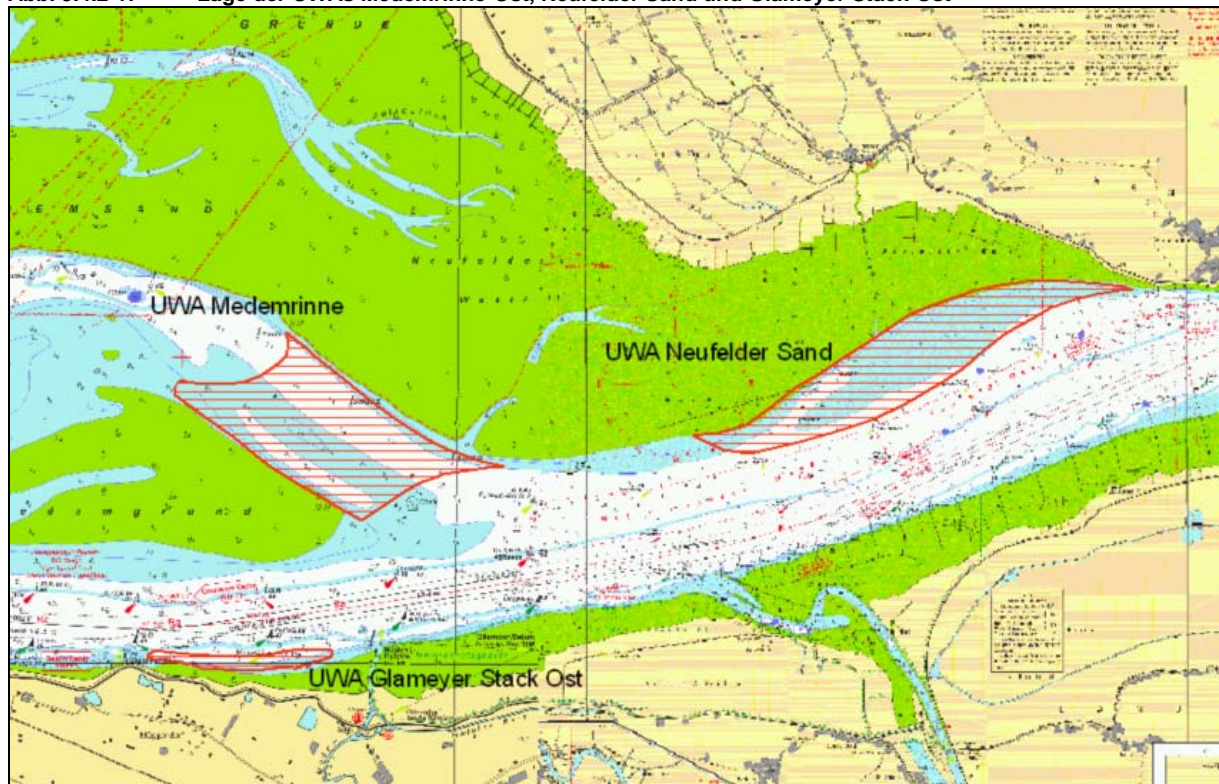
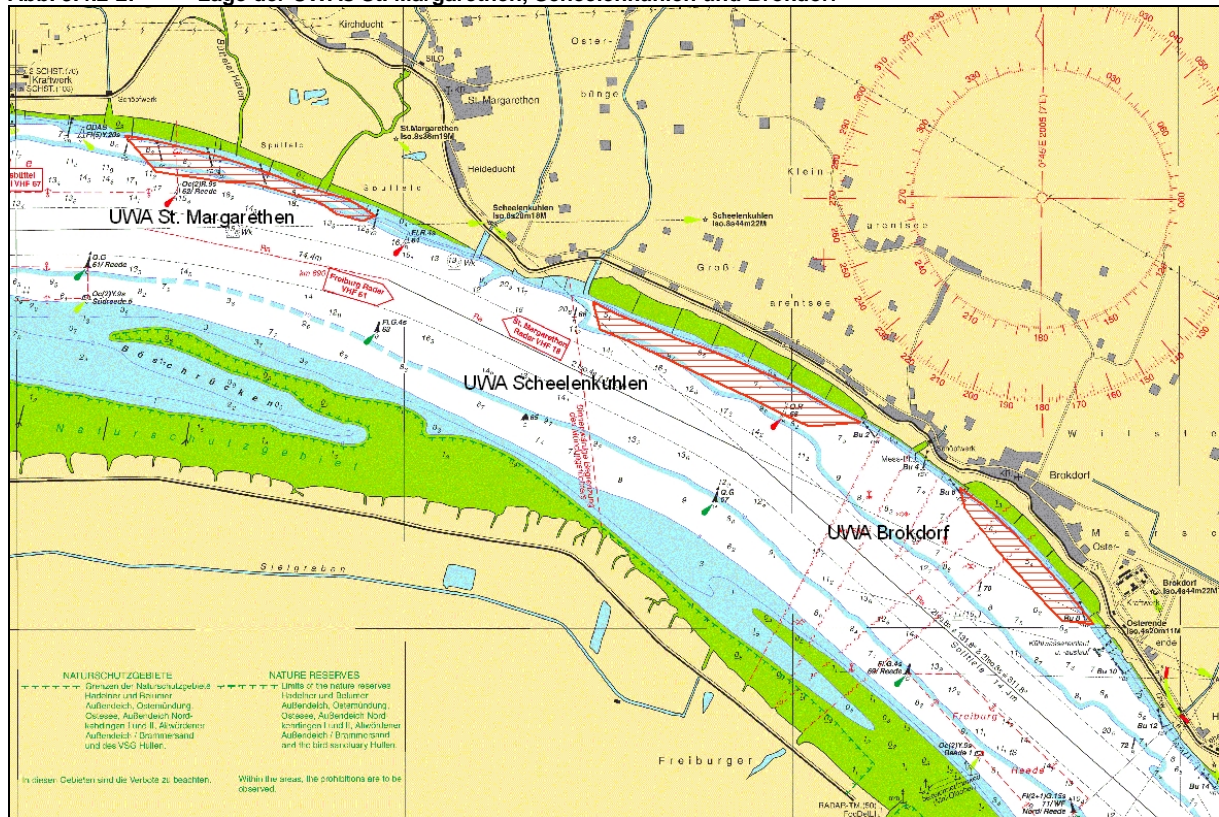


Abb. 3.4.2-2: Lage der UWAs St. Margarethen, Scheelenkuhlen und Brokdorf



## Wirkungsweise

Mit den Unterwasserablagerungsflächen werden neben der reinen Unterbringung des Ausbaubaggergutes auch strombauliche Funktionen verfolgt. Im Einzelnen sind folgende Ziele hervorzuheben:

- Minimierung der ausbaubedingten Tidehubänderungen
- Reduzierung des residuellen Stromauftransports von Sedimenten
- Bündelung und Ausrichtung der Strömung auf die Fahrrinne
- Minderung ungünstiger natürlicher morphologischer Trends mit dem Ziel, einen morphologisch günstigen Zustand zu erreichen, der aus der Vergangenheit bekannt ist.

Die Unterwasserablagerungsflächen Medemrinne-Ost (Anlage A 3) und Neufelder Sand (Anlage A 4) sind nicht nur aufgrund ihrer Lage, sondern insbesondere wegen ihrer Funktion und Wirkungsweise von den "Randbauwerken" St. Margarethen, Scheelenkuhlen und Brokdorf zu unterscheiden. An die (hydrologische) Wirkung der Unterwasserablagerungsflächen Medemrinne-Ost und Neufelder Sand werden hohe Anforderungen gestellt. Daher ist die optimale Lage und Form im Hinblick auf eine größtmögliche hydrologische und ökonomische Effizienz über eine längere Planungsphase entwickelt worden.

Vor allem die UWA Medemrinne-Ost ist aufgrund ihrer exponierten Lage als wichtiges Systembauwerk zu verstehen, da sie das maßgebliche Reibungs- und Reflexionselement dar-

stellt, an dem Tideenergie umgewandelt wird. Dies führt nicht nur lokal, sondern über den gesamten Bereich der Tideelbe zu einer Minimierung der ausbaubedingten Wasserstandsänderungen. Gleichzeitig soll das Bauwerk gewährleisten, dass sich keine ungünstige Entwicklung der Strömungsverhältnisse in der Unterelbe einstellt. Dies bedeutet, dass in dem ebbstromdominierten Bereich der Unter- und Außenelbe keine Flutstromdominanz eintritt, so dass keine Zunahme des residuellen Stromauftransportes von Sedimenten zu erwarten ist.

Mit der UWA Medemrinne-Ost soll zudem durch die Ablenkung des Ebbstromes (der vorwiegend für Erosionen in der Medemrinne verantwortlich ist) auf die Haupttrinne den o.g. negativen morphologischen Trends entgegengewirkt werden. Darüber hinaus soll die Lenkung des Ebbstromes entlang der Südkante des Medemgrundes für einen langfristigen Abtrag sorgen, so dass sich der gewünschte morphologische Zustand eines gleichmäßig breiten Abflussquerschnittes im Außenelbebereich entwickeln kann.

Die UWA Neufelder Sand dient in erster Linie als stromführendes Element. Insbesondere der Ebbstrom soll durch diese Fläche am "Ausbrechen" auf die Wattflächen des Neufelder Sandes gehindert und dadurch die Entstehung eines neuen Rinnensystems mit Entwicklungstendenz in Richtung Klotzenloch vermieden werden. In diesem Sinne dient die Fläche als Leitwerk des Ebbstromes auf den Hauptquerschnitt in Richtung Medemgrund und unterstützt somit die Wirkungsweise der Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne Ost. In diesem Zusammenhang sind diese UWAs als Verbundsystem zu verstehen, die sich hinsichtlich der Strömungsführung ergänzen.

Die UWA Glameyer Stack-Ost (Anlage A 5) ist optional vorgesehen, um ausbaubedingte Strömungserhöhungen von der niedersächsischen Uferböschung fernzuhalten. Eine geringfügige Erhöhung der Ebbstromgeschwindigkeit in diesem Bereich kann aufgrund des Verbaues der Medemrinne und der Querschnittseinengung in der Haupttrinne durch die Unterwasserablagerungsfläche Neufelder Sand nicht ausgeschlossen werden.

Die UWAs Scheelenkuhlen, St. Margarethen und Brokdorf (Anlagen A 6, A 7 und A 8) sind in ihrer Funktion als Strombauwerke ähnlich zu werten. Als Randbauwerke in einem tidedynamisch geschützteren Bereich als in der Außenelbe haben sie einen geringeren Einfluss auf die Strömungsführung und Minimierung der ausbaubedingten Wasserstände. Hier stehen auch lokale Effekte im Mittelpunkt, denen für die Tidedynamik im Ästuar eine untergeordnete Bedeutung beizumessen ist. Im Vordergrund steht bei diesen Maßnahmen der Uferschutz am Prallhang im Bereich der großen Linkskurve von Brokdorf bis St. Margarethen.

### **Dimensionierung**

Die hinsichtlich der strombaulichen Funktion wichtigste Unterwasserablagerungsfläche ist die quer zur östlichen Mündung der Medemrinne in die Haupttrinne verlaufene Fläche Medemrinne-Ost (siehe Abb. 3.4.2-1). Dieses Strombauwerk wird in den westlich anschließenden Medemgrund und den östlich angrenzenden Neufelder Sand einbinden, d.h. den gesamten Mündungsbereich der Medemrinne zur Haupttrinne überdecken. Die Oberfläche der Ablagerungsfläche wird an die heute bestehende Bathymetrie angepasst: Die Form der UWA wird als Mulde ausgebildet, mit einer tiefsten Lage von NN - 5,10 m. Sie bindet seitlich in die Böschung unterhalb Wattkante auf einer Höhe NN - 3,60 m ein. Die Aufnahmekapazität der Ablagerungsfläche liegt bei 12,27 Mio. m<sup>3</sup>, die Fläche beträgt ca. 628 ha. Die Unterbringung von weiteren Ausbaubaggernengen ist nördlich des vorgesehenen Strombauwerkes mög-



lich; eine Steigerung der strombaulichen Wirkung auf die Hauptrinne der Elbe wird hierdurch nicht erzielt. In die UWA Medemrinne-Ost werden ca. 2,4 Mio m<sup>3</sup> Mergel eingebracht, der überwiegend aus der Hamburger Delegationstrecke kommt. Danach wird der Mergel mit Sand abgedeckt und die UWA mit diesem Material bis zum Erreichen der Endkapazität aufgefüllt.

Die Unterwasserablagerungsfläche Neufelder Sand liegt auf der nördlichen Elbseite zwischen Medemrinne und Brunsbüttel/Hermannshof am südlichen Rand des Neufelder Sandes (Abb. 3.4.2-1). Mit einer Fläche von rd. 490 ha und einer Kapazität von ca. 10,2 Mio. m<sup>3</sup> ist sie die zweitgrößte Ablagerungsfläche im Außenelbebereich. Die Oberfläche der Ablagerungsfläche liegt zwischen NN - 4,60 m und NN - 3,60 m. Durch die Wahl der Fläche und Formgebung wird beabsichtigt, eine nachteilige Beeinflussung des Verhältnisses von Flut- zu Ebbstrom zu vermeiden. Neben der Unterbringung von feinen nichtbindigen Sedimenten hat diese Fläche eine stromführende Funktion. Die südlich bzw. östlich gelegenen Reeden Neufeld West und Neufeld Ost werden gar nicht oder nur in geringem Maße berührt. In diese UWA werden 6,5 Mio. m<sup>3</sup> feinsandiges bis schluffiges Material eingebracht. Die Restmenge besteht aus Sand, der als Abdeckung für die feinkörnigen Materialien verwendet wird. Alternativ kann auch Mergel, der in die UWA Medemrinne-Ost untergebracht werden soll, für die Herstellung der UWA Neufelder Sand verwendet werden. Eine entsprechende Abdeckung mit Sand ist auch bei der UWA Neufelder Sand notwendig.

Die Unterwasserablagerungsfläche Glameyer Stack-Ost (siehe Abb. 3.4.2-1) liegt auf der südlichen Elbseite zwischen dem Glameyer Stack und der Medemmündung. Bei einer Ausdehnung von 62,6 ha fasst sie ca. 1,85 Mio m<sup>3</sup> Baggergut. Die Befüllung mit sandigem Material erfolgt bis MTnw - 2,0 m.

Durch die Unterwasserablagerungsfläche St. Margarethen (Abb. 3.4.2-2) ist beabsichtigt, den lokalen Strömungsangriff im Unterwasser-Böschungsbereich in diesem Bereich zu verringern. Die Befüllung mit sandigem Material erfolgt bis NN – 4,60 m (ca. MTnw - 3,0 m). Die Aufnahmekapazität der Ablagerungsfläche liegt bei ca. 1,3 Mio. m<sup>3</sup> und die beanspruchte Fläche bei ca. 27,6 ha.

Die Unterwasserablagerungsfläche Scheelenkuhlen (Abb. 3.4.2-2) war bereits Bestandteil der vorangegangenen Fahrrinnenanpassung. Es erfolgte nur eine geringfügige Beschickung, so dass eine weitere Befüllung im Rahmen der weiteren Fahrrinnenanpassung erfolgt. Die Befüllung mit sandigem Material erfolgt ebenfalls bis NN – 4,60 m (MTnw - 3,0 m). Die Aufnahmekapazität der Ablagerungsfläche liegt bei ca. 2,3 Mio. m<sup>3</sup> und ihre Ausdehnung bei ca. 48 ha.

Mit der Unterwasserablagerungsfläche Brokdorf wird - in Verbindung mit der unmittelbar angrenzenden Ufervorspülung (vgl. Kap. 3.4.4) - beabsichtigt, den lokalen Strömungsangriff im Unterwasser-Böschungsbereich in diesem Bereich zu verringern. Die UWA Brokdorf weist eine Fläche von 26,7 ha auf, die Unterbringungskapazität beträgt 0,75 Mio. m<sup>3</sup>. Die Befüllung erfolgt analog zu den UWA St. Margarethen und Scheelenkuhlen.

## **Bautechnik und Geräteeinsatz**

Eine detaillierte Darstellung der Konstruktion der Unterwasserablagerungsflächen mit Schnittzeichnungen befindet sich in Anlage A 9. Sämtliche Maße sind Entwurfs-Maße und werden erst durch die Bemessung der Ausführungsplanung ggf. noch detaillierter festgelegt.

### **Medemrinne-Ost**

Zur Abdämmung der Medemrinne wird elbseitig zunächst ein Schüttsteinwall auf einer Sinkstückgründung von ca. 2,5 m Höhe errichtet, der im Längsschnitt betrachtet das Muldenprofil der vorhandenen Rinne nachzeichnet und in die Wattkanten einbindet. Die Bauwerkskrone verläuft auf einer Tiefe von ca. NN - 6 m. Bei Bedarf wird auch auf der rückwärtigen Seite der UWA ein Schüttsteindamm errichtet. Nach Hinterfüllung des Schüttsteindammes mit Baggergut erfolgt eine weitere Aufhöhung mit Schüttsteinen bis zur geplanten Sollhöhe der Fläche gemäß der Darstellung in Anlage A 09. Die sich natürlich einstellende Böschung wird mit einem angelieferten Korngemisch abgedeckt. In den tiefen Bereichen der Rinne kann die weitere Aufhöhung auch in weiteren Teilschritten erfolgen. Für die Herstellung der Sinkstückgründung und das Aufbringen der Schüttsteine werden ca. 3 Monate veranschlagt. Die Sinkstücke werden an Land gebunden, mit Schleppern zur Einbaustelle gebracht, mit einem Halteponton auf Einbauposition gehalten und durch einen Steinstürzer beschwert und abgeseht. Die Einbringen der Steinschüttung erfolgt mit Hilfe von Schleppern und Klappschuten.

Die besonders strömungsexponierten Bereiche der Unterwasserablagerungsfläche sind durch eine Korngemischabdeckung zu sichern. Hiervon betroffen sind nach den Erkenntnissen aus BAW-Untersuchungen ca. 30 % der Fläche. Daraus resultiert eine Einbaumenge von ca. 1 Mio. t Korngemisch. Der Einbau erfolgt parallel mit der Einspülung von Baggergut. Die Abdeckung kann mit Hilfe von Steinstürzern aufgebracht werden. Es können bis zu drei Geräte parallel zum Einsatz kommen. Die Anlieferung der Schüttgüter erfolgt über Lieferschiffe. Für den Umschlag auf die Arbeitsschiffe wird ggf. ein temporärer Anleger in Form zweier Anlegepfähle nördlich der Fahrrinne zwischen den geplanten UWA Medemrinne und Neufelder Sand eingerichtet, so dass von dort aus auch die UWA Neufelder Sand mit Abdeckmaterial versorgt werden kann.

Die Einbringung von Baggergut erfolgt abhängig von den Tiefenverhältnissen, von der Tidephase und auch von dem Baggermaterial durch Verspülen oder Verklappen. Es ist mit dem Einsatz von durchschnittlich zwei Spüleinrichtungen (Spülpontons und Übergabestation für die Hopperbagger) über die gesamte Bauzeit der UWA zu rechnen.

Die Verbringung von Baggergut wird u.a. geprägt sein von Verklappungen von Mergel aus der Hamburger Delegationsstrecke. Hier ist mit der Ankunft von ca. 18 Schuten (Laderaum 1000 m<sup>3</sup>) am Tag zu rechnen. Während dieser Phase beginnt eine ausreichende Abdeckung des Mergels mit Sand, so dass nach Beendigung der Mergelverklappungen pro Tag am Verbringungsort mit bis zu 6 Anfahrten von Hopperbaggern gerechnet werden muss.

### **Neufelder Sand**

Um die Verdriftung von Baggergut aus der UWA Neufelder Sand zu verhindern, wird zunächst ein Sandwall von ca. 1 m Bauhöhe aus geeignetem Baggergut als Einfassungsbauhöhe errichtet, der nachlaufend mit einer Korngemischabdeckung versehen wird. Anschlie-

ßend wird im Schutze dieses Walles Baggergut eingebracht bis zu einem Niveau knapp unterhalb der Walloberkante. Danach wird ein weiterer Sandwall wie oben erläutert errichtet, der dann wiederum mit Baggergut verfüllt wird. Die Einbringung von Baggergut erfolgt abhängig von den Tiefenverhältnissen und auch von der Tidephase. Nach der stufenweisen Aufhöhung der Fläche innerhalb des Umringses der Unterwasserablagerungsfläche erfolgt anschließend eine Abdeckung der Oberfläche mit Korngemisch im Bereich der Böschungsschulter, die nach den Erkenntnissen aus BAW-Untersuchungen ca. 10 % der Fläche ausmacht. Die Abdeckung der Böschung und der Böschungsschulter kann mit Hilfe von Steinstürzern aufgebracht werden. Es können bis zu zwei Geräte parallel zum Einsatz kommen. Die Anlieferung der Schüttgüter erfolgt über Lieferschiffe. Der Umschlag der Schüttmaterialien kann an dem temporären Anleger zwischen Medemrinne und Neufelder Sand erfolgen.

Es ist mit dem Einsatz von durchschnittlich zwei Spüleinrichtungen (Spülponton und Übergabestation für die Hopperbagger) über die gesamte Bauzeit der UWA zu rechnen.

Die Unterwasserablagerungsfläche wird über die Bauzeit zur Unterbringung von Baggergut im Durchschnitt etwa viermal täglich von Baggern angefahren.

#### Glameyer Stack-Ost

Um die Verdriftung von Baggergut aus der UWA Glameyer Stack-Ost zu verhindern, wird zunächst ein Sandwall von ca. 1 m Bauhöhe aus geeignetem Baggergut als Einfassungsbauhöhe errichtet, der nachlaufend mit einer Korngemischabdeckung versehen wird. Anschließend wird im Schutze dieses Walles Baggergut eingebracht bis zu einem Niveau knapp unterhalb der Walloberkante. Die Einbringung von Baggergut erfolgt abhängig von den Tiefenverhältnissen und auch von der Tidephase. Nach der stufenweisen Aufhöhung der Fläche innerhalb des Umringses der Unterwasserablagerungsfläche erfolgt anschließend eine Abdeckung der Oberfläche im Bereich der Böschungsschulter mit Korngemisch. Die Abdeckung der Böschung und der Böschungsschulter kann mit Hilfe eines Steinstürzers aufgebracht werden. Der Umschlag der Schüttmaterialien kann entweder im Hafen Cuxhaven erfolgen oder am temporären Anleger zwischen der UWA Medemrinne-Ost und dem Neufelder Sand. Es ist mit dem Einsatz einer Spüleinrichtung (Spülponton und Übergabestation für die Hopperbagger) über die gesamte Bauzeit der UWA zu rechnen.

Die Unterwasserablagerungsfläche wird über die Bauzeit zur Unterbringung von Baggergut im Durchschnitt etwa zweimal täglich von Baggern angefahren.

#### St. Margarethen

Um die Verdriftung von Baggergut aus der UWA St. Margarethen zu verhindern, wird zunächst ein Sandwall von ca. 1 m Bauhöhe aus geeignetem Baggergut als Einfassungsbauhöhe errichtet, der nachlaufend mit einer Korngemischabdeckung versehen wird. Anschließend wird im Schutze dieses Walles Baggergut eingebracht bis zu einem Niveau knapp unterhalb der Walloberkante. Die Einbringung von Baggergut erfolgt abhängig von den Tiefenverhältnissen und auch von der Tidephase. Nach der stufenweisen Aufhöhung der Fläche innerhalb des Umringses der Unterwasserablagerungsfläche erfolgt anschließend eine Abdeckung der Oberfläche im Bereich der Böschungsschulter mit Korngemisch. Die Abdeckung

der Böschung und der Böschungsschulter kann mit Hilfe eines Steinstürzers aufgebracht werden. Für den Umschlag der Schüttmaterialien ist kein temporärer Anleger erforderlich.

Es ist mit dem Einsatz einer Spüleinrichtung (Spülponton und Übergabestation für die Hopperbagger) über die gesamte Bauzeit der UWA zu rechnen.

Die Unterwasserablagerungsfläche wird über die Bauzeit zur Unterbringung von Baggergut im Durchschnitt etwa zweimal täglich von Baggern angefahren

### Scheelenkuhlen und Brokdorf

Die Bautechnik und der Geräteeinsatz für die Herstellung dieser UWA entspricht den Ausführungen zur UWA St. Margarethen. Die Unterwasserablagerungsflächen werden über die Bauzeit zur Unterbringung von Baggergut im Durchschnitt etwa zweimal täglich von Baggern angefahren

### 3.4.3 Übertiefenverfüllung

Im Bereich von St. Margarethen treten auch nördlich der Fahrrinne Übertiefen auf. Im Rahmen der Fahrrinnenanpassung sollen diese Übertiefen verbaut werden. Hier ist der gezielte Unterwasserbodeneinbau von Sand und die Verklappung von Mergel vorgesehen (siehe Abb. 3.4.3-1 und Anlage A 6).

Abb. 3.4.3-1: Übertiefenverfüllung St. Margarethen (mit UWA St. Margarethen)



Ziel der Übertiefenverfüllung ist die lagestabile Unterbringung von Ausbaubaggertgut. Die Wirkung der geplanten Maßnahme auf die Wasserstands- und die Strömungsverhältnisse der Tideelbe ist gering. Die Maßnahme führt zu einer leichten Minderung der Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung, die im Bereich der Wasserstände unterhalb der Messgenauigkeit liegt.

Der Bereich befindet sich zwischen km 688,8 bis km 689,1, die mittlere Breite beträgt ca. 200 m, so dass insgesamt eine Fläche von 6 ha in Anspruch genommen wird. Insgesamt können hier ca. 100.000 m<sup>3</sup> untergebracht werden, was einer mittleren Mächtigkeit der Verfüllschicht von ca. 1,7 m entspricht. Um einen filterstabilen Aufbau zu gewährleisten, wird zuerst Mergel in die Übertiefe eingebracht. Danach wird eine Sandschicht als Oberflächensicherung verklappt. Anteilig werden je 50.000 m<sup>3</sup> Sand und Mergel als Verfüllungsmaterial eingebaut.

Bei der Verklappung des Mergel- und Sandmaterials ist eine zielgenaue Einbringung nötig. Aufgrund der örtlich starken Strömungsgeschwindigkeiten und der großen Einbautiefe von über 15 m ist hier besondere Aufmerksamkeit geboten. Die Übertiefe wird über die Bauzeit ca. 50 mal von Schuten und 10 mal von Hopperbaggern angefahren, so dass sie in weniger als einem Monat verfüllt sein kann.

#### **3.4.4 Ufervorspülungen**

Unter Ufervorspülungen versteht man die Aufhöhung und/oder Verbreiterung eines natürlichen Ufervorstrandes mit geeignetem Bodenmaterial. In aller Regel dienen diese Maßnahmen dem Uferschutz; sie haben die Aufgabe, Uferabschnitte gegen Erosion zu schützen. Die im Zuge der Fahrrinnenanpassung zur Ausführung kommenden Ufervorspülungen dienen zudem der Baggertgutunterbringung. Ufervorspülungen können als Sedimentdepots des Gewässers verstanden werden. Im Gegensatz zu Unterwasserablagerungsflächen, die als weitestgehend erosionsfest zu bezeichnen sind, können sich Ufervorspülungen den veränderlichen angreifenden Kräfte anpassen. Das Langzeitverhalten der Ufervorspülungen ist von der vorherrschenden und künftigen Belastungssituation abhängig.

Der Vorteil einer Ufervorspülung gegenüber einer Verklappung besteht darin, dass dieses Baggertgut vergleichsweise nur in geringem Maße für Umlagerungsprozesse zur Verfügung steht.

Die im Rahmen der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe geplanten Ufervorspülungen liegen zumeist zwischen MT<sub>nw</sub> bis kurz unter das Niveau des mittleren Tidehochwassers. Ausnahmen bilden die Vorspülungen in Hetlingen und Wittenbergen, bei denen auch Materialauffüllungen bis über M<sub>Thw</sub> vorgesehen sind.

Vorhandene wertvolle Vegetationsflächen sollen von den Vorspülungen grundsätzlich - soweit bautechnisch möglich - ausgenommen werden.

Einen groben Überblick über die Lage der geplanten Ufervorspülungen gibt Abb. 3.4.1-1. Eine ausführliche Beschreibung der Einzelmaßnahmen und ihrer jeweiligen Zielsetzung erfolgt in den nachfolgenden Abschnitten.

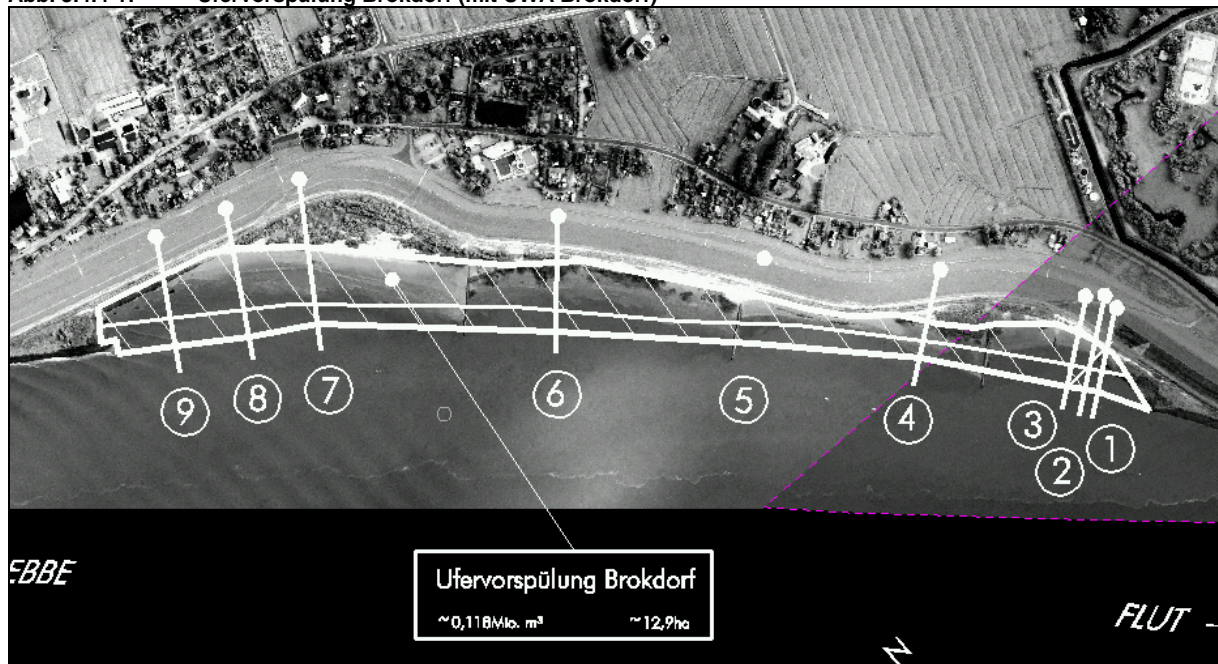
Die ursprünglich geplante Ufervorspülung "Krückau (Eschschallen)" ist aufgrund der Empfehlung der BAW-DH (Unterlage H.1c) nicht mehr Bestandteil des Vorhabens. Die ursprünglich für die Ufervorspülung vorgesehene Baggermenge von 560.000 m<sup>3</sup> ist nunmehr für die Umlagerung (Kap. 3.4.6) vorgesehen.

## **Bundesstrecke**

### **Brokdorf**

Der vorgesehene Aufspülbereich reicht von km 683 bis km 684,5 (Abb. 3.4.4-1 und Anlage A 10). Es handelt sich - in Verbindung mit der unmittelbar angrenzenden Unterwasserablagerungsfläche - um eine Uferschutzmaßnahme. Die Aufspülung erfolgt von MTnw (ca. NN - 1,40 m) bis NN + 1,40 m mit einer Neigung von 1 : 10. Das örtliche MThw liegt bei NN + 1,53 m. Verwendet wird sandiges, schadstofffreies Material, das eine hohe Lagestabilität gegenüber den angreifenden Kräften aufweist. Demgemäß wird das verwendete Material in seiner Korngrößenverteilung mindestens den lokal vorherrschenden Sedimenten entsprechen. Die zu verbringende Menge liegt bei etwa 118.000 m<sup>3</sup>, die aufzuspülende Fläche beträgt 12,9 ha.

Abb. 3.4.4-1: Ufervorspülung Brokdorf (mit UWA Brokdorf)

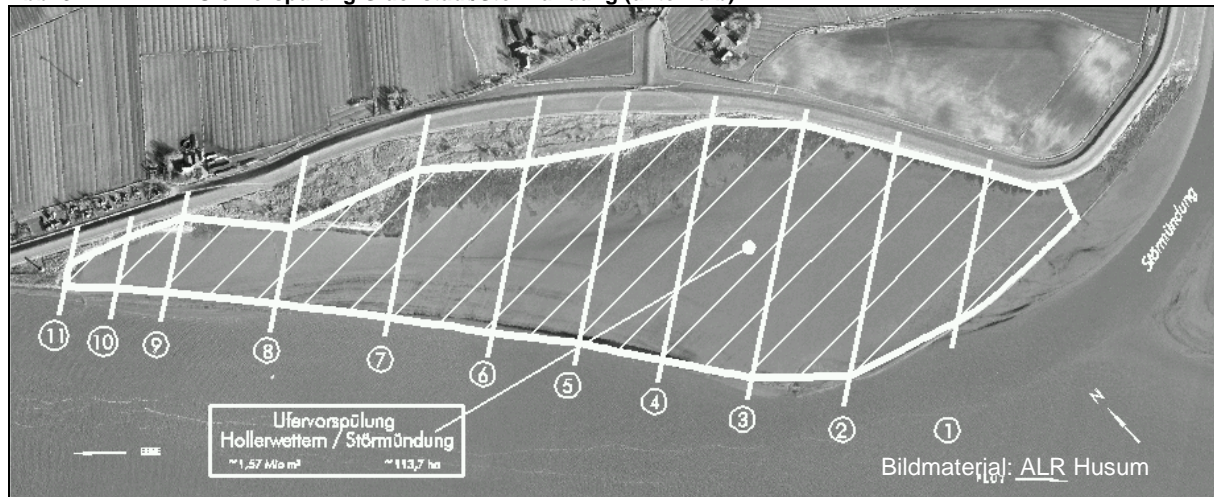


### **Glückstadt/Störmündung (unterhalb)**

Der vorgesehene Aufspülbereich reicht von km 678,5 bis km 681,5 (Abb. 3.4.4-2 und Anlage A 11). Die Aufspülung erfolgt von MTnw (ca. NN - 1,40 m) bis NN + 1,40 m mit einer Neigung von 1 : 20. Das örtliche MThw liegt bei NN + 1,55 m. Die Fläche des Aufspülbereichs beträgt rd. 114 ha.

Verwendet wird sandiges, schadstofffreies Material, das eine hohe Lagestabilität gegenüber den angreifenden Kräften aufweist. Demgemäß wird das verwendete Material in seiner Korngrößenverteilung mindestens den lokal vorherrschenden Sedimenten entsprechen. Die zu verbringende Menge liegt bei etwa 1,5 Mio. m<sup>3</sup>.

Abb. 3.4.4-2: Ufervorspülung Glückstadt/Störmündung (unterhalb)

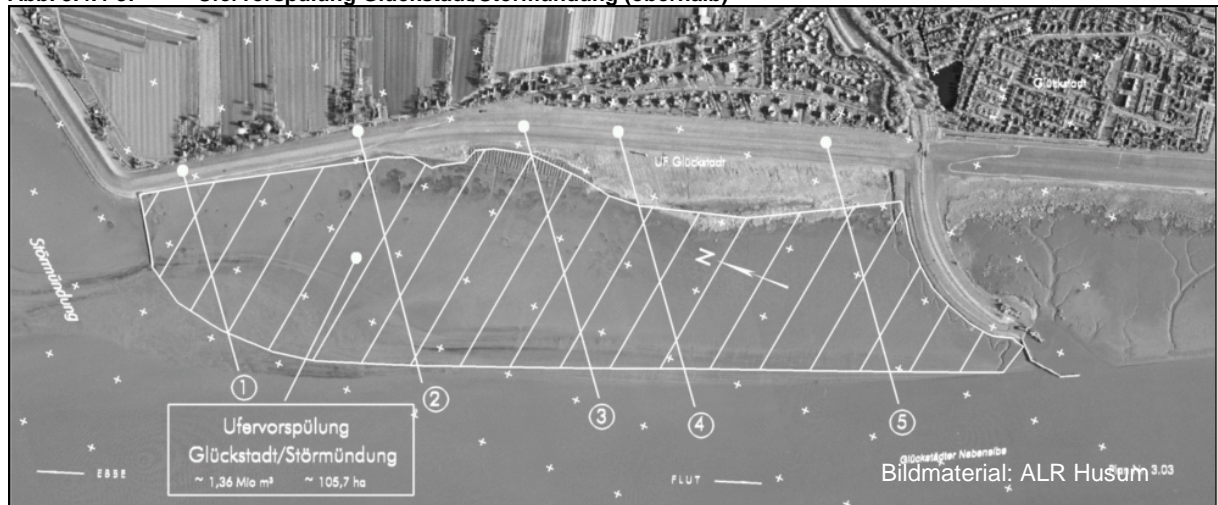


#### Glückstadt/Störmündung (oberhalb)

Der vorgesehene Aufspülbereich reicht von der Zufahrt zum Fähranleger Glückstadt bei km 676 bis zur Störmündung bei km 678 (Abb. 3.4.4-3 und Anlage A 12). Die Aufspülung erfolgt von MTnw (ca. NN - 1,40 m) bis NN + 1,40 m mit einer Neigung von 1 : 20. Das örtliche MThw liegt bei NN + 1,56 m. Die Größe der Aufspülfläche beträgt rd. 106 ha.

Verwendet wird sandiges, schadstofffreies Material, das eine hohe Lagestabilität gegenüber den angreifenden Kräften aufweist. Demgemäß wird das verwendete Material in seiner Korngrößenverteilung mindestens den lokal vorherrschenden Sedimenten entsprechen. Die zu verbringende Menge liegt bei etwa 1,36 Mio. m<sup>3</sup>. Der im Bereich der Aufspülfläche liegende Priel dient der Binnenentwässerung. Die Entwässerung ist sicherzustellen, der Priel u.U. zu verrohren.

Abb. 3.4.4-3: Ufervorspülung Glückstadt/Störmündung (oberhalb)



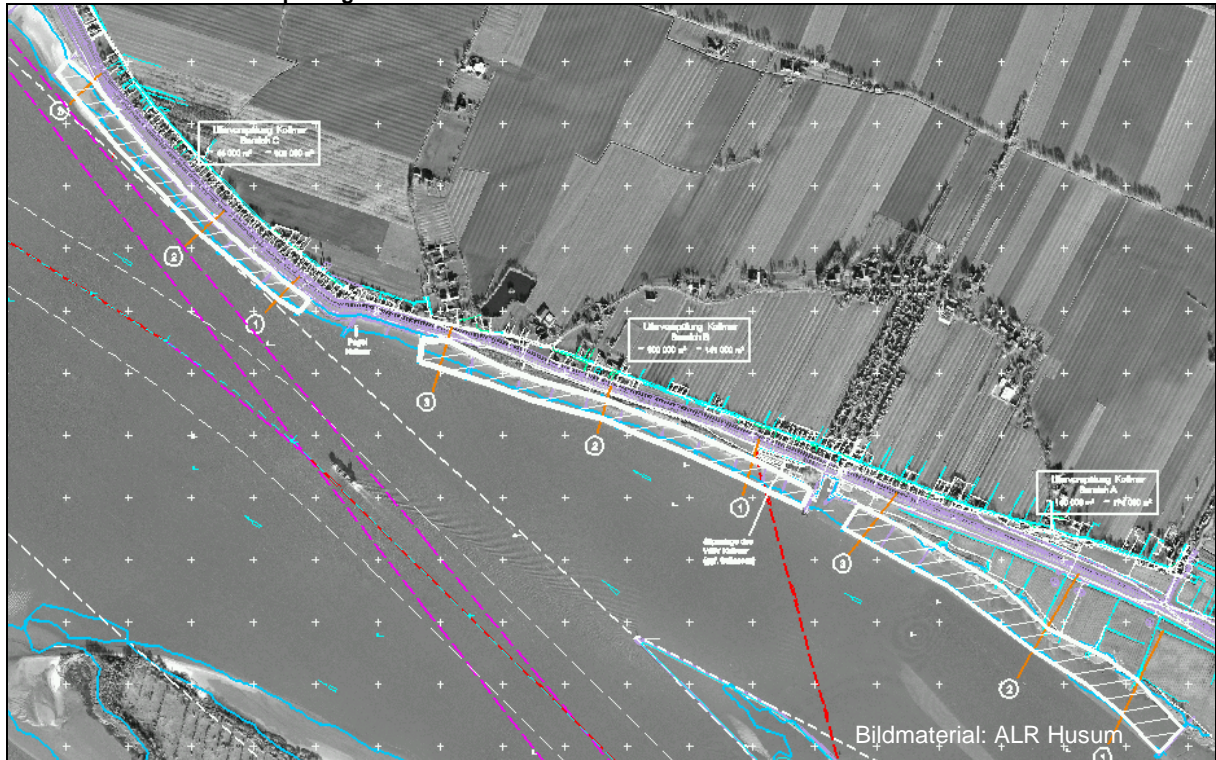
### Kollmar

Die Ufervorspülung Kollmar (Abb. 3.4.4-4 und Anlage A 13) besteht aus drei Teilbereichen zwischen km 664 und 668,7. Der am südlichsten gelegene Teil A weist bei einer Ausdehnung von 19,4 ha eine Kapazität von 160.000 m<sup>3</sup> auf. Bereich B, von Bereich A durch den Hafen Kollmar getrennt, hat eine Fläche von 14,2 ha und eine Kapazität von 100.000 m<sup>3</sup>, während im Bereich C (vom Bereich B durch den Pegel Kollmar getrennt) auf 10,8 ha rd. 46.000 m<sup>3</sup> Material untergebracht werden sollen. Insgesamt ergibt sich für die drei Flächen zusammen somit eine Ausdehnung von 44,3 ha und eine Unterbringungskapazität von 306.000 m<sup>3</sup> Material. Die Aufspülungen erfolgen jeweils von MTnw (NN - 1,40 m) bis NN + 1,50 m mit einer Neigung von 1 : 20. Das örtliche MThw liegt bei NN + 1,61 m.

Verwendet wird sandiges, schadstofffreies Material, das eine hohe Lagestabilität gegenüber den angreifenden Kräften aufweist. Demgemäß wird das verwendete Material in seiner Korngrößenverteilung mindestens den lokal vorherrschenden Sedimenten entsprechen.



Abb. 3.4.4-4: Ufervorspülung Kollmar

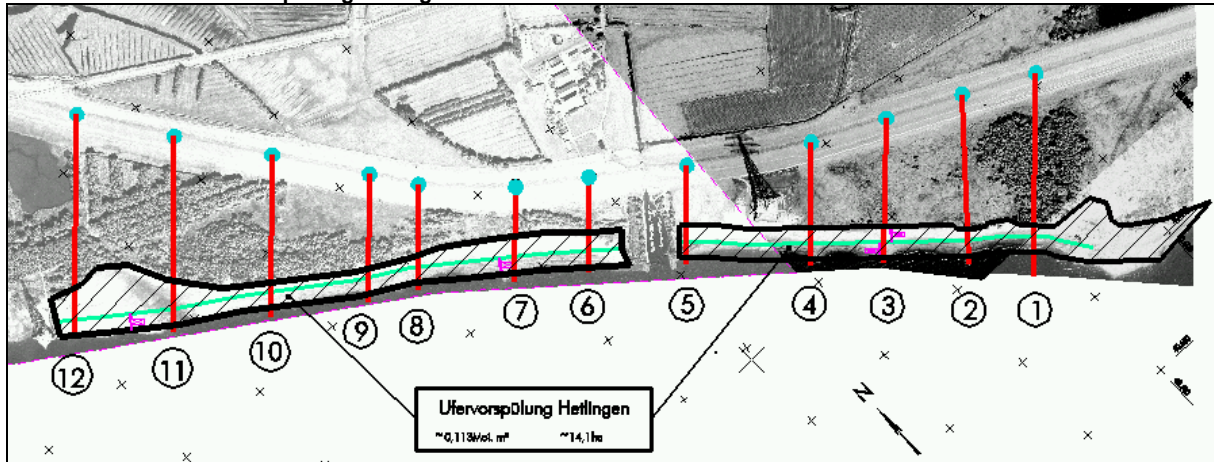


### Hetlingen

Der vorgesehene Aufspülbereich reicht von km 648,5 bis km 650,5 (Abb. 3.4.4-5 und Anlage A 14). Die Fläche wird durch eine im Aufspülbereich liegende Hafenzufahrt unterteilt. Insgesamt werden ca. 14,1 ha für die Ufervorspülung in Anspruch genommen. Die Aufspülung erfolgt von MTnw (ca. NN - 1,40 m) bis NN + 2,00 m mit einer Neigung von 1:10. Oberhalb von NN + 2,00 m erfolgt die Anpassung an das natürliche Geländeneiveau. Mit flacher Neigung wird bis maximal NN + 3,00 m aufgefüllt. Das örtliche MThw liegt in diesem Bereich bei NN + 1,79 m.

Verwendet wird sandiges, schadstofffreies Material, das eine hohe Lagestabilität gegenüber den angreifenden Kräften aufweist. Demgemäß wird das verwendete Material in seiner Korngrößenverteilung mindestens den lokal vorherrschenden Sedimenten entsprechen. Die zu verbringende Menge liegt stromauf der Hafenzufahrt bei etwa 62.000 m<sup>3</sup> und stromab der Zufahrt bei etwa 68.000 m<sup>3</sup>.

Abb. 3.4.4-5: Ufervorspülung Hetlingen



### Wisch

Die Lage der Vorspülfläche Wisch (Lühemündung, km 643,8 - 644,5) ist in Abb. 3.4.4-6 und Anlage A 15 dargestellt. Die Größe der Fläche beträgt ca. 13,9 ha. Vorgesehen ist eine Aufspülung von ca. 286.000 m<sup>3</sup> Sediment (Mittelsand, Sand). Die Aufspülung erfolgt von MTnw (NN - 1,40 m) bis NN + 1,70 m mit einer Neigung von 1 : 15, im nördlichen Teil auch 1 : 10. Das örtliche MThw liegt bei NN + 1,81 m.

Verwendet wird sandiges, schadstofffreies Material, das eine hohe Lagestabilität gegenüber den angreifenden Kräften aufweist. Demgemäß wird das verwendete Material in seiner Korngrößenverteilung mindestens den lokal vorherrschenden Sedimenten entsprechen. Die Vorspülfläche ist mit einer Fußsicherung aus Schüttsteinen oder alternativ mit Mergel aus dem Ausbaubaggergut (evtl. mit wasserseitiger Korngemischabdeckung) zu stabilisieren. Größere Gehölzbestände unter Tideeinfluss werden ausgespart.

Abb. 3.4.4-6: Ufervorspülung Wisch



### Bauablauf und Geräteeinsatz zur Herrichtung der Ufervorspülungen im Bereich der Bundesstrecke

#### *Bauzeiten*

Die in der nachstehenden Aufstellung aufgeführten geschätzten Bauzeiten für die Herrichtung der Ufervorspülungen beruhen auf Erfahrungswerten der im Rahmen der Baggerunterhaltung der WSÄ Cuxhaven und Hamburg in der Vergangenheit hergestellten Ufervorspülungen.

|                                 | Kapazität<br>[m³] | Bauzeit<br>[Monate] |
|---------------------------------|-------------------|---------------------|
| - Brokdorf                      | 118.000           | 1                   |
| - Glückstadt/Störm. (unterhalb) | 1.570.000         | 8                   |
| - Glückstadt/Störm. (oberhalb)  | 1.360.000         | 8                   |
| - Kollmar (A/B/C)               | 306.000           | 2                   |
| - Hetlingen                     | 130.000           | 1                   |
| - Wisch (Lühe)                  | 286.000           | 4                   |

#### *Einspülverfahren*

Zur Einspülung des Baggergutes wird eine Schwimmleitung von einer wasserseitigen Andockstation zur Vorspülfläche verlegt. Die Ufervorspülungen werden über die Bauzeit zur

Einspülung von Baggergut im Durchschnitt etwa zweimal täglich von Baggern angefahren. Im Bereich der Andockstation müssen Wassertiefen von 6 - 8 m vorhanden sein. Zur Steuerung der Vorspülleitung, Verteilung und Einplanierung der Bodenmassen werden ein Bagger und ein bis zwei Raupenfahrzeuge benötigt. Für die Baustelleneinrichtung (Lagerplatz für die Schwimmrohre, Stellplätze für Erdbaufahrzeuge, Baucontainer) werden hochwasserfreie Flächen benötigt. Der Flächenbedarf wird für jede einzelne Vorspülung auf 0,5 ha geschätzt. Diese Flächen können in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen, wie z. B. Vorlandbreite, außendeichs wie binnendeichs liegen und werden in der Regel von Landwirten oder der Kommune zur Verfügung gestellt. Mit Baustellenverkehr (LKW, Radlader etc.) ist zu rechnen. Eine Umzäunung des Baufeldes ist nicht erforderlich. Initialpflanzungen in den Randbereichen sind nicht vorgesehen.

Für die Herstellung der Fußsicherung der Ufervorspülung Wisch wird ein zusätzlicher Gerätesatz bestehend aus Schwimmbagger (z. B. Bagger auf Stelzenponton), ein Schlepper und 2 Klappschuten benötigt. Die Herstellung der Fußsicherung dauert ca. 2 Monate und ist in der Bauzeit von 4 Monaten enthalten.

Die Herstellung der Ufervorspülungen Glückstadt/Störmündung ober- und unterhalb kann parallel erfolgen.

### **Hamburger Delegationsstrecke**

Im westlichen Teil der Hamburger Delegationsstrecke ist eine Ufervorspülung in Bereich Wittenbergen am Nordufer der Untereibe vorgesehen. Dabei handelt es sich um die Wiederauffüllung eines Strandabschnitts, der im Laufe der letzten Jahre und Jahrzehnte z.T. deutlich erodiert ist.

Im Vorspülbereich (ca. km 636 bis 638, siehe Abb. 3.4.4-7 und Anlage B-2) ist auf einer Länge von rd. 2 km und einer Fläche von 24,9 ha die Auffüllung der Bühnenfelder sowie des Strandes vorgesehen. Das angrenzende NSG "Wittenbergener Heide und Elbwiesen" wird dabei nicht berührt. Aufgespült wird ein Bereich, der etwa zwischen NN - 2,00 m bis maximal NN + 3,00 m liegt, d.h. die Aufspülung reicht bis zu 1 m über MThw. Vorhandene wertvolle Vegetationsflächen (Gebüsch, Gräser- und Staudenfluren) sollen von der Vorspülung ausgenommen werden. Öffentliche Wege o.ä. werden von der Vorspülung ebenfalls ausgenommen; Entsprechendes gilt ggf. auch für private Grundstücke.

Von ca. NN - 2 m wird bis MThw (ca. = NN + 2,00 m) i.d.R. mit einer Neigung von 1:15 aufgespült; von NN + 2,00 m bis NN + 3,00 m erfolgt die Aufspülung mit flacher Neigung. Die derzeit vorhandene Strandfläche wird mit dieser Vorspülung somit verbreitert. Die Mächtigkeit der Aufspülung beträgt maximal rd. 2,50 m, die Gesamtmenge liegt bei etwa 200.000 m<sup>3</sup>. Querprofilardarstellungen sind in den Anlagen B-2.1 bis B-2.8 dargestellt.

Verwendet wird sandiges, schadstoffreies Material, das in seiner Korngrößenverteilung den vorhandenen Sedimenten entspricht und eine hohe Lagestabilität aufweist, so dass ein Wiedereintritt in die Fahrrinne weitestgehend vermieden wird.

Es ist vorgesehen, die einzelnen Bühnenfelder mit Spülrohren zu beschicken. Diese werden von Hopperbaggern gespeist. Hierzu sind im Fluss keine weiteren Bauwerke nötig, an denen

der Bagger festmachen kann. Lediglich ein Dalben zur Befestigung des Spülrohranschlusses ist während der Bauzeit notwendig.

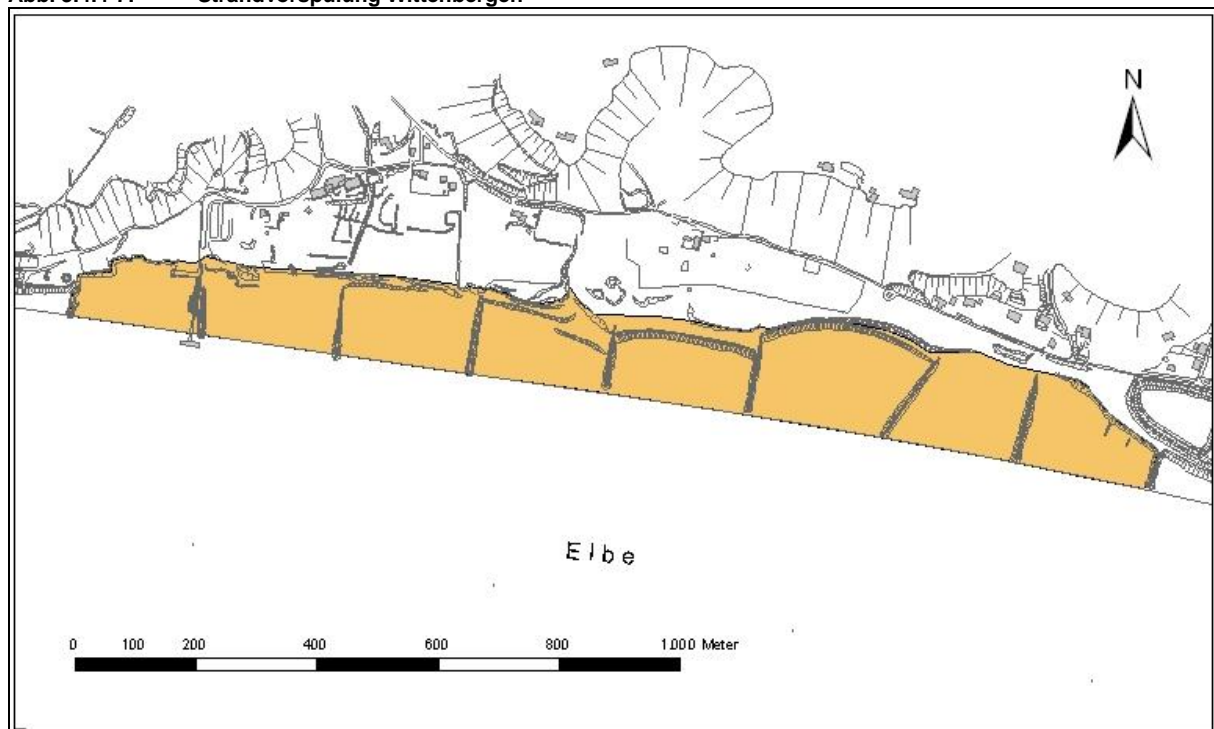
Neben dem Hopperbagger, der den Sand einspült, sind an Land zwei Raupen vorgesehen, die den Sand verteilen. Zudem ist mit Baustellenverkehr (LKW, Radlader, etc.) zu rechnen. Die Baustellenversorgung soll über den Parkplatz an der Straße Rissener Ufer erfolgen. Hier soll auch für die Bauzeit die Baustelleneinrichtung (Lagerung Spülrohre und Material, Baustellencontainer, Toiletten) erfolgen.

Es ist mit einer Bauzeit von weniger als 3 Monaten zu rechnen. Es ist vorgesehen, die Maßnahme innerhalb des Zeitraums Oktober bis April zu realisieren.

Es ist nicht vorgesehen, Teilbereiche einzuzäunen. Aufgrund der Gefährdung während des Einspülens werden jedoch während der Arbeiten Teile der Flächen (jeweils ein Bühnenfeld) gesperrt werden. Dies wird bei Bedarf mit Schildern und/oder Sicherungsposten erfolgen.

Gesonderte Sicherungen zur Stabilisierung der Ufervorspülungen (Initialpflanzungen in Randbereichen o.ä.) sind nicht vorgesehen. Die Nutzung nach Beendigung der Maßnahme entspricht der Nutzung vor Beginn der Maßnahme.

Abb. 3.4.4-7: Strandvorspülung Wittenbergen



### 3.4.5 Spülfelder

#### Schwarztonnensand

Die bis 1967 nur bei Niedrigwasser sichtbare Schlickbank Schwarztonnensand wurde 1968/69 vom Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg anlässlich der Fahrrinnenvertiefung zwischen Hamburg und Cuxhaven von 12 m auf 13,50 m hochwasserfrei aufgespült. Vorübergehend besaß die Insel sogar eine Landverbindung zum Asseler Sand. Nach nur mäßig erfolgreichen Bepflanzungsaktionen in den 1970-er Jahren wurde die Insel sich selbst überlassen. Seit 1985 ist der Schwarztonnensand Naturschutzgebiet. Die Insel ist 3,5 km lang und 400 m breit; sie besteht aus Sand des Elbfahrwassers.

Das Spülfeld Schwarztonnensand wurde auf Anregung und in Zusammenarbeit mit dem Umweltamt des Landkreises Stade unter Beratung des NLWKN-Betriebsstelle Stade geplant.

Das Spülfeld Schwarztonnensand (Abb. 3.4.5-1 und Anlage A 16) umfasst eine Fläche von 61,9 ha im südlichen Teil der Insel. Das vorgesehene Unterbringungsvolumen (Schluffe, Feinsand) liegt bei ca. 920.000. m<sup>3</sup>. Die Mächtigkeit der Aufspülung beträgt rd. 1,5 bis 2 m; die maximale Aufspülhöhe wird bei etwa NN + 5 m und die Oberkante des Spüldeichs bei NN + 5,50 m liegen, so dass die Insel bei sehr hohen Sturmfluten noch überflutet werden kann. Damit sich nach der Aufspülung eine ähnliche Vegetation auf der Spülfeldfläche wie vor der Maßnahme einstellen kann, wird das eingespülte feinkörnige Material mit einer mindestens 60 cm mächtigen Sandschicht abgedeckt.

Abb. 3.4.5-1: Spülfeld Schwarztonnensand



Für die Herrichtung der Spülfeldeinfassung auf der Elbinsel Schwarztonnensand ist ein Zeitraum von maximal 6 Monaten vorgesehen. Die Gewinnung des Bodens erfolgt aus dem Inneren der Spülfeldeinfassung. Geeignete Erdbaugeräte für die Herstellung bzw. Aufhöhung der Spüldämme sind Raupenbagger, Planierraupen und Dumper. Zur Unterstützung des Baubetriebes (Baustelleneinrichtung, Montage der Spüleleitung, Baggerarbeiten, Einbau der Spülfeldentwässerung, evtl. Spülfeldabdichtung) wird während der Bauzeit ein Radlader auf der Baustelle vorgehalten. Aus den zu bewegenden Bodenmassen ergibt sich über die o.g. Bauzeit durchschnittlich folgender Geräteeinsatz:

|                      | Anzahl |
|----------------------|--------|
| - Raupe              | 2      |
| - evtl. Raupenbagger | 1      |
| - evtl. Dumper       | 2      |
| - Radlader           | 1      |

Gesonderte Stellflächen außerhalb des Eingriffsbereiches für die Erdbaugeräte werden nicht benötigt.

Die Befüllung des Spülfeldes erfolgt von der Hauptelbe aus. Zur Einspülung des Baggergutes wird eine Schwimmleitung von einer wasserseitigen Andockstation zum Spülfeld verlegt. Im Bereich der Andockstation müssen Wassertiefen von 6 - 8 m vorhanden sein. Der Spülfeldauslauf liegt in der Schwarztonnensander Nebenelbe. Die Andockstation wird durchschnittlich 2 mal täglich während der Baggerung der Feinsedimente angefahren.

### Pagensand

Seit den 1920er Jahren wird die zum Strombauwerk ausgebaute Insel Pagensand als Baggergut-Spülfeld genutzt. In ihrem Mittelteil entstand während der vorangegangenen Fahrrinnenanpassung eine ca. 28 ha große Aufspülfläche.

Abb. 3.4.5-2 und Anlage A 17 stellen die Spülfeldplanung im Überblick dar. Die geplanten Aufspülungen betreffen drei Teilbereiche: Die aus der vorherigen Fahrrinnenanpassung vorhandenen Spülfelder Pagensand I und II sowie das neu anzulegende Spülfeld Pagensand III.

Vorgesehen ist, die Spülfelder auf Pagensand bei Bedarf für Feinstsedimente und Schluffe aus einer - ausbaubedingt erhöhten - Unterhaltungsbaggerung nach erfolgter Fahrrinnenanpassung zu nutzen (siehe Kapitel 4.2.1).

Zur Vermeidung naturschutzfachlicher Beeinträchtigungen werden als weitere Spülfelder nur Grünlandflächen, also keine Trockenrasen- und Feuchtgrünlandflächen, sowie die Flächen der bereits bestehenden Spülfelder verwendet.

Die Deiche des Spülfeldes Pagensand I (14,3 ha) haben derzeit eine Höhe von NN + 8 m bis NN + 9 m. Vorgesehen ist eine Erhöhung auf NN + 12 m, so dass sich hier noch eine Unterbringungskapazität von 470.000 m<sup>3</sup> ergibt.

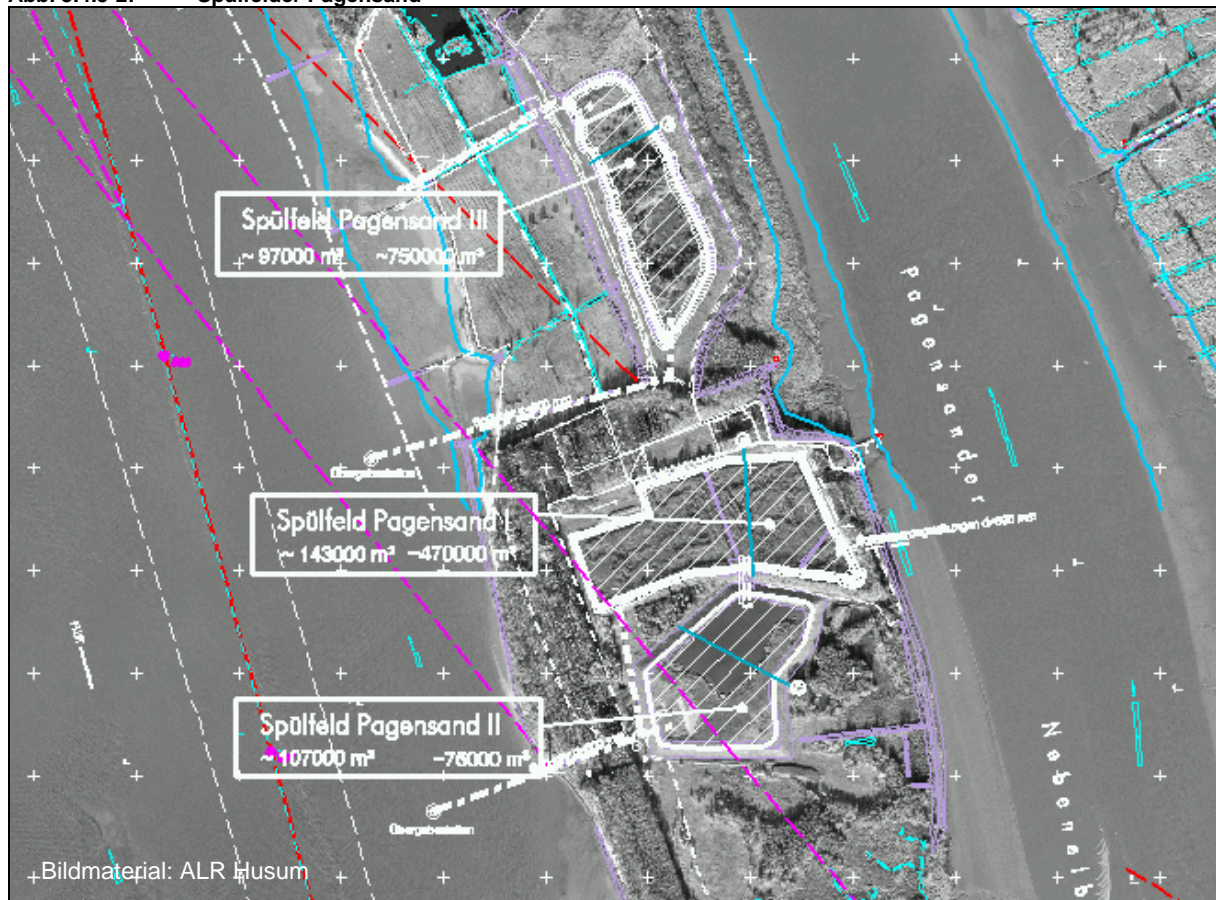
Im Spülfeld Pagensand II (10,7 ha) sind noch ca. 75.000 m<sup>3</sup> Material unterzubringen.

Das Spülfeld Pagensand III wird gänzlich neu angelegt; betroffen ist eine Fläche von rd. 9,7 ha. Die Höhe der Spüldeiche wird auch hier (im Endstadium) NN + 12 m betragen. Vorgesehen ist die Unterbringung von etwa 750.000 m<sup>3</sup> Material.

Insgesamt ergibt sich für die drei Spülfeldbereiche somit eine Kapazität von ca. 1,295 Mio. m<sup>3</sup>.

Sofern sich beim Aufspülen des schluffigen Materials Feinstsandbestandteile separieren sollten, die bei Windangriff erodieren könnten, ist das zeitweise Aufstellen von Sandfangzäunen für diese begrenzten Aufspülbereiche vorgesehen.

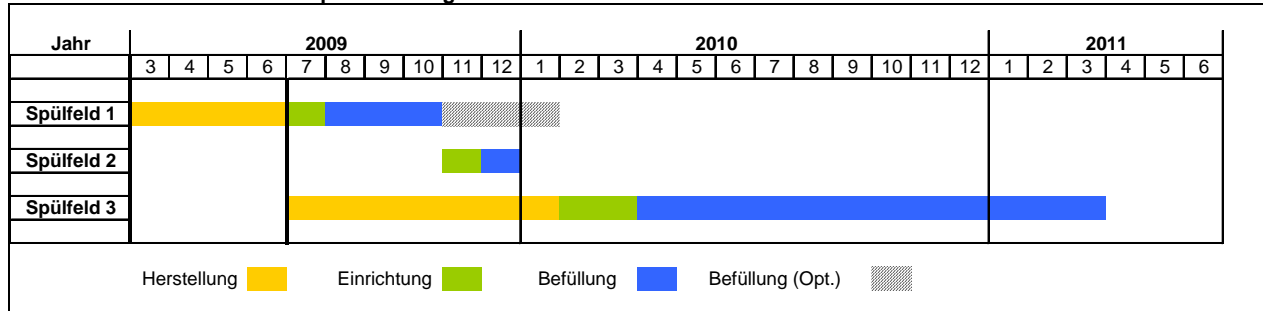
Abb. 3.4.5-2: Spülfelder Pagensand



Die Reihenfolge der Herstellungs- und Befüllungszeiten für die Spülfelder auf Pagensand sind dem nachfolgendem Bauablaufplan zu entnehmen:



**Abb. 3.4.5-3: Bauablauf Spülfelder Pagensand**



Die Gewinnung des Bodens erfolgt aus dem Inneren der Spülfeldeinfassungen. Geeignete Erdbaugeräte für die Herstellung bzw. Aufhöhung der Spüldämme sind Raupenbagger, Planirraupen und Dumper. Zur Unterstützung des Baubetriebes (Baustelleneinrichtung, Montage der Spüleleitung, Baggerarbeiten, Einbau der Spülfeldentwässerung, evtl. Spülfeldabdichtung) wird während der Bauzeit ein Radlader auf der Baustelle vorgehalten. Aus den zu bewegendenden Bodenmassen ergibt sich über die o.g. Bauzeit durchschnittlich folgender Geräteeinsatz:

|                | Anzahl |
|----------------|--------|
| - Raupe        | 3      |
| - Raupenbagger | 3      |
| - Dumper       | 3 - 4  |
| - Radlader     | 1      |

Gesonderte Stellflächen außerhalb des Eingriffsbereiches für die Erdbaugeräte werden nicht benötigt.

Die Befüllung der Spülfelder erfolgt von der Hauptelbe aus. Zur Einspülung des Baggergutes wird eine Schwimmleitung von einer wasserseitigen Andockstation zum Spülfeld verlegt. Im Bereich der Andockstation müssen Wassertiefen von 6 - 8 m vorhanden sein. Der Spülfeldauslauf für die Spülfelder I und II liegt in der Pagensander Nebanelbe, der Auslauf von Spülfeld III in der Hauptelbe. Die Andockstation wird durchschnittlich 2 mal täglich während der Baggerung der Feinsedimente angefahren.

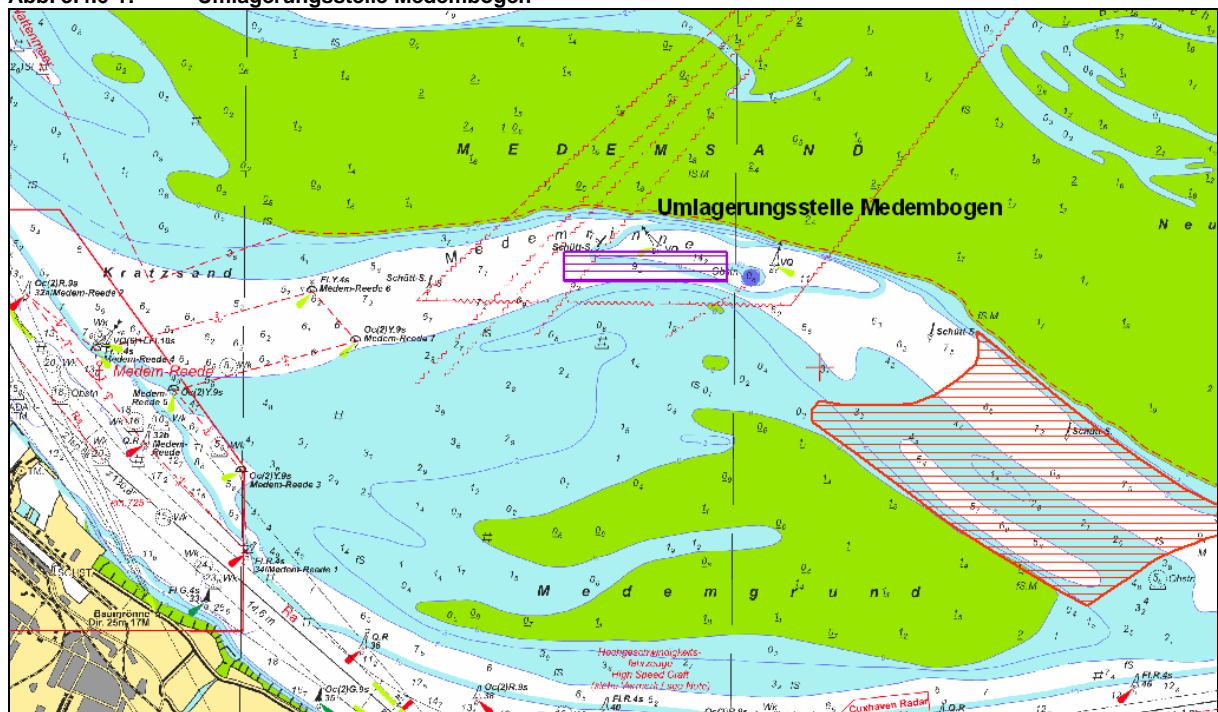
### 3.4.6 Umlagerungsstellen

Das Baggergut für den Ausbau der Fahrrinne wird ganz überwiegend durch die vorgesehenen Unterwasserablagerungsflächen, Ufervorspülungen und Spülfelder aufgenommen. Zusätzliche Maßnahmen, wie die Herrichtung des Warteplatzes bei Brunsbüttel (Kap. 5.2), machen zusätzliche Unterbringungskapazitäten erforderlich. Die Verbringung von Baggergut auf Umlagerungsstellen bildet prinzipiell ein zeitlich befristetes Instrument der Tideenergiedämpfung im Außenelbebereich, so lange bis das Baggergut durch den Tidestrom erodiert ist. Die Dauer der energiezehrenden Wirkung kann durch nachfolgende Umlagerung von Baggergut

aus der anschließenden Fahrrinnenunterhaltung beeinflusst werden. Insgesamt sind ca. 5 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut für eine Umlagerung in Betracht zu ziehen.

Für eine Umlagerung von Ausbaubaggergut ist zunächst eine Verbringung im Medembogen vorgesehen (Abb. 3.4.6-1). Um einen Wiederaustrag des Materials weitestgehend zu vermeiden und um den morphologischen Effekt der Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne-Ost zu stützen, erfolgt die Umlagerung erst nach Herstellung dieser Unterwasserablagerungsfläche. Die Umlagerung soll mit Fein- und Mittelsanden im Einspülverfahren erfolgen. Hierzu wird eine Spülleitung zwischen dem seeseitigen Anschluss der Medemrinne an das Fahrwasser zu einem Spülponton im Bereich der Umlagerungsstelle des Medembogens eingerichtet, da die Bagger aufgrund der vorhandenen Tiefen nicht direkt bei der Umlagerungsstelle verklappen können. Die Spülleitung wird von den Baggern aus einem Bereich mit ausreichenden Wassertiefen beschickt. Die Größe der Umlagerungsfläche beträgt ca. 60 ha.

Abb. 3.4.6-1: Umlagerungsstelle Medembogen



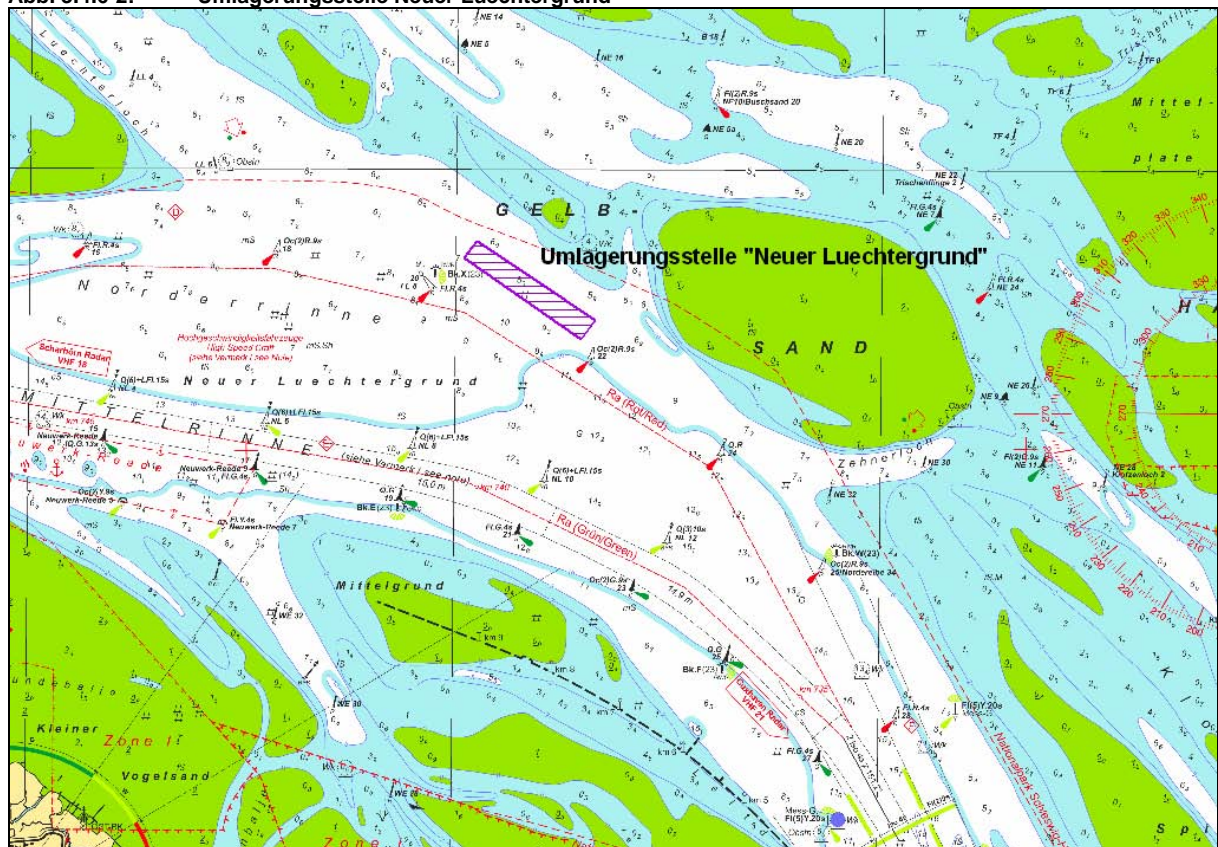
Der Medembogen ist für eine Umlagerung besonders gut geeignet, weil im Schutze der UWA Medemrinne-Ost nach Systemuntersuchungen der BAW-DH in diesem Bereich ohnehin langfristig eine Aufsedimentierung erfolgen wird (Unterlage H.1c). Ziel ist eine hohe Lagestabilität des einzubringenden Baggergutes. Dieser Effekt kann bedarfsweise durch ein sohnahes Einbringen des Baggergutes (Verspülen) mit Hilfe eines Spezialspülkopfes gestützt werden, was auch ein Umlagern unter größeren Strömungsgeschwindigkeiten ermöglicht.

Im Medembogen sollen ca. 2,5 Mio. m<sup>3</sup> Baggergut umgelagert werden. Es wird von einer Tagesleistung von rund 30.000 m<sup>3</sup>/Bagger (ca. 6 Umläufe) ausgegangen. Daraus folgt für die Umlagerung im Medembogen eine Einsatzzeit von ca. 2 Monaten. Die Umlagerungsstelle wird im Durchschnitt von bis zu 2 Baggern bedient.

Als weitere Umlagerungsstelle von Baggergut ist der Neue Luechtergrund vorgesehen (Abb. 3.4.6-2). Im Gegensatz zum Medembogen soll hier v.a. auch schluffhaltiges Material umgelagert werden. In dieser Umlagerungsstelle sollen Kapazitäten von mindestens 2,5 Mio. m<sup>3</sup> vorgehalten werden. Das Einbringen des Baggergutes erfolgt aufgrund der im Neuen Luechtergrund vorhandenen geringen Wassertiefen unter Ausnutzung hoher Wasserstände. Durch das Einbringen des Materials während der Hochwasserphase, in der keine ausgeprägte Tideströmung vorherrscht, soll zudem ein verdriftungs- und trübungsarmes Umlagern gewährleistet werden. Die Umlagerungsstelle wird im Durchschnitt von bis zu 2 Baggern bedient.

Aus diesem Grund haben die eingesetzten Bagger eine Tagesleistung von ca. 15.000 m<sup>3</sup>. Der Umlagerungsvorgang wird, anders als im Medembogen, vom Bagger direkt betrieben. Für die Umlagerung am Neuen Luechtergrund wird eine Dauer von ca. 3 Monaten veranschlagt. Die Größe der Umlagerungsstelle beträgt ca. 60 ha.

Abb. 3.4.6-2: Umlagerungsstelle Neuer Luechtergrund



### 3.4.7 Sonstige Verwendung (Abgabe von Baggergut an Dritte)

Grundsätzlich sollen mit dem anfallenden Ausbaubaggergut die ökologischen und strombaulichen Ziele des Verbringungskonzeptes verfolgt werden. Es ist aber davon auszugehen, dass hierzu nicht das gesamte anfallende Baggergut benötigt wird. Es soll deshalb versucht werden, einen Teil des Baggergutes, der für bautechnische Zwecke geeignet ist, durch An-

bieten auf dem freien Markt einer wirtschaftlichen Verwertung zuzuführen. In Frage kommt zum Beispiel die Verwendung im Straßenbau, für Hafenbeckenverfüllungen, für Geländeaufhöhungen und den Bau von Hochwasserschutzanlagen. Es wird deshalb bis zur Bauphase permanent beobachtet, welche weiteren Bauvorhaben durch andere Vorhabensträger im Umfeld der Fahrrinnenanpassung etwa zeitparallel umgesetzt werden sollen. Zur Zeit sind die Großvorhaben Autobahnbau A 26 (Baubeginn voraussichtlich 2007) und A 20 (Baubeginn elbnaher Teilabschnitte voraussichtlich 2008) bekannt. Allerdings sind hier die Qualitätsanforderungen des Straßenbaus (Frostsicherheit des Sandes) zu erfüllen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, kurz vor Baubeginn über ein Interessenbekundungsverfahren für Bodenabgaben, Baggergut auf dem freien Markt anzubieten.

Generell sind bei Bodenabgaben an Dritte eindeutige Schnittstellen festzulegen, um eine gegenseitige Beeinflussung der Maßnahmen untereinander zu verhindern.

### **3.5 Geplanter Bauablauf**

Die wesentlichen Baumaßnahmen sind:

- Nassbaggerarbeiten
- Herstellung der Unterwasserablagerungsflächen
- Herstellung der Spülfelder
- Ufervorspülungen
- Übertiefenverfüllung
- Umlagerung

Einzelheiten zum vorgesehenen Bauablauf zur Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe sind aus Abb. 3.5-1 ersichtlich.

Vorangig ist mit den Baumaßnahmen zur Vorbereitung der Unterwasserablagerungsflächen im Mündungstrichter und in der Unterelbe zu beginnen, um frühzeitig die Voraussetzungen für die Ablagerung großer Mengen von Baggergut und eine Verbesserung der Tiefgangsbedingungen für tideabhängig fahrende Schiffe zu schaffen. Im wesentlichen betrifft dies die Unterwasserablagerungsflächen Medemrinne-Ost und Neufelder Sand.

Für die Bereitstellung dieser Ablagerungsflächen bedarf es eines zeitlichen Vorlaufes von ca. 2 Monaten für die Unterwasserablagerungsfläche Neufelder Sand und 3 Monaten für die Unterwasserablagerungsfläche Medemrinne-Ost zur Herstellung eines ersten Sandwalles bzw. eines Schüttsteindammes. Bereits in dieser Anfangsphase wird Ausbaubaggergut für die Herstellung der Verwallung benötigt bzw. können hergestellte Dammenteile hinterfüllt werden. Die Vorbereitung der Unterwasserablagerungsflächen Glameyer Stack-Ost, St. Margarethen, Scheelenkuhlen und Brokdorf kann aufgrund ihrer geringen Größe annähernd parallel mit den Baggerungen erfolgen. Die Herstellung der Unterwasserablagerungsflächen erfolgt sukzessive durch die Befüllung mit Ausbaubaggergut. Die eigentlichen Arbeiten zur Festlegung des Baggergutes bestehen aus einer weiteren Aufstockung der Randeinfassungen und aus einer Sicherung der stark angeströmten Bereiche mit Abdeckmaterialien, die im wesentlichen parallel zur Befüllung erfolgen. Für die Abdeckung der Restflächen nach der

Befüllung und zur Vornahme von Korrekturen in der Abdeckung wird ein Nachlauf von ca. 3 Monaten angenommen. Im wesentlichen betrifft dies die Unterwasserablagerungsfläche Memrinne. Die Darstellung der Bauzeit der Unterwasserablagerungsflächen in Abb. 3.5-1 umfasst die sich wiederholenden Vorgänge der Herstellung der Verwallung mit Abdeckung (bei der Unterwasserablagerungsfläche des Schüttsteindammes), das Hinterfüllen der Ablagerungsfläche und den abschließenden einmaligen Abdeckvorgang der hoch belasteten Bereiche.

Für die Baggerungen wird ein Gesamtzeitraum von 21 Monaten veranschlagt. Der dargestellte Bauablauf für die Baggerungen ist jedoch so angelegt, dass sich schon in der Bauphase schrittweise Verbesserungen der Tiefgangssituation ergeben.

Für die Vorbereitung der Flächen für die Ufervorspülungen sind in der Regel keine aufwändigen Baumaßnahmen erforderlich, so dass diese Flächen mit Beginn der Ausbaubaggerung im jeweiligen Baggerschnitt für die Beaufschlagung zur Verfügung stehen.

Der Bauablauf für die Spülfelder Schwarztonnensand und Pagensand wird im Kap. 3.4.5 beschrieben.

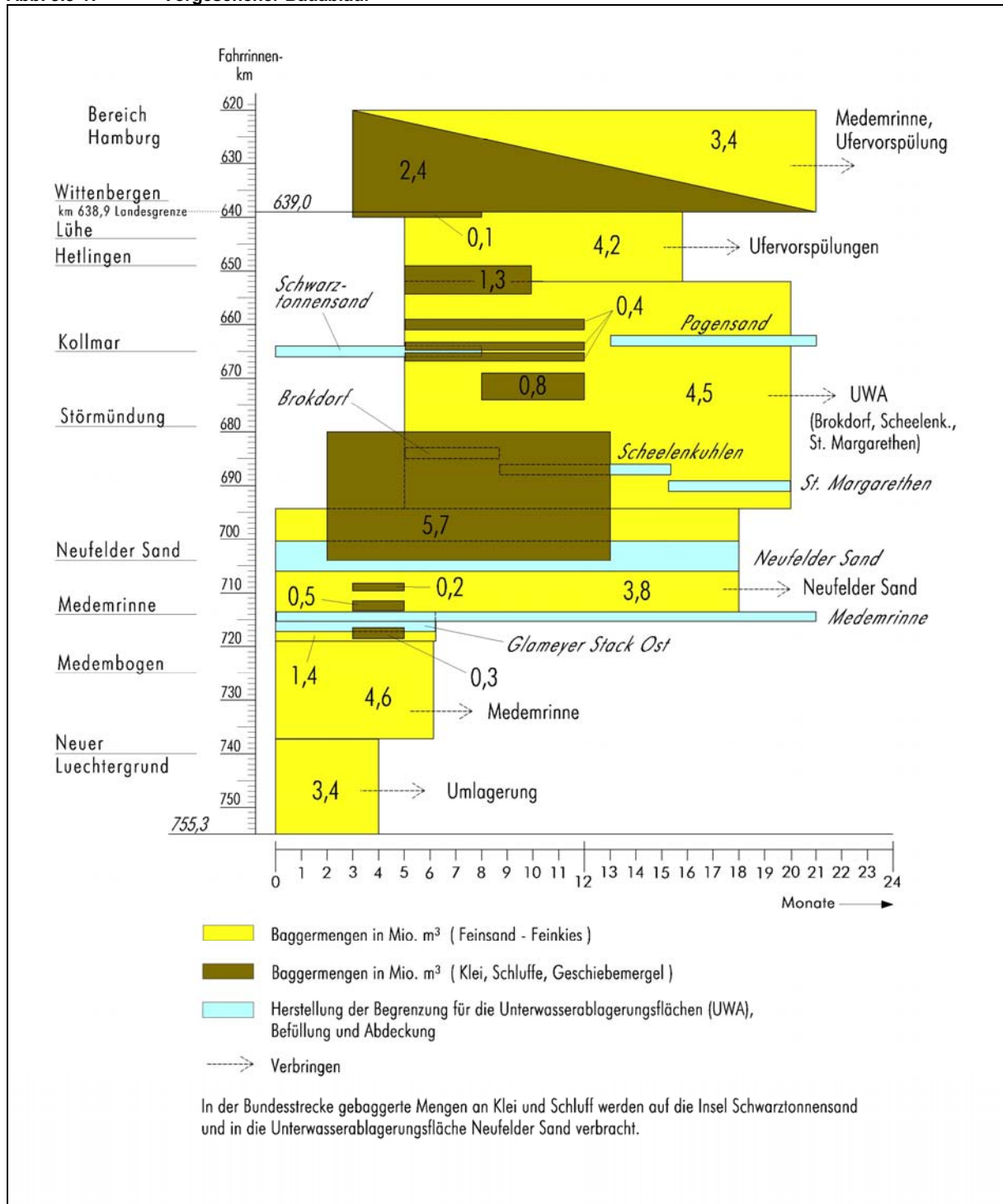
#### Weitere Baumaßnahmen:

Der Bau des Warteplatzes Brunsbüttel (siehe Kapitel 5.2) ist unabhängig von der Fahrrinnenanpassung. Wenn er gleichzeitig mit der Fahrrinnenvertiefung erfolgt, wird er parallel mit der Rinnenbaggerung in diesem Abschnitt vorgenommen.

Mit dem Bau der Vorsetze in der Köhlbrandkurve (siehe Kapitel 5.3) wird ebenfalls unmittelbar nach Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses begonnen. Erst nach einer veranschlagten Bauzeit von rd. 12 Monaten für die Vorsetze kann mit der Ausbaubaggerung im Bereich des Köhlbrandes begonnen werden.

Der Neubau der Richtfeuerlinie Blankenese (siehe Kapitel 5.1.1) erfolgt bis zur Freigabe der neuen Fahrrinne. Für die Herstellung der beiden Türme für das Ober- und Unterfeuer wird ca. ein Jahr veranschlagt.

Abb. 3.5-1: Vorgesehener Bauablauf



## 4. Ausbaubedingte Langzeitwirkungen

### 4.1 Verkehrsentwicklung

Das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) hat die gegenwärtige und zukünftige Entwicklung des Schiffsverkehrs der Unterelbe untersucht [13]. Ziel war es, auf Grundlage von Umschlagsprognosen, der Analyse gegebener Bewegungsdaten vom Hamburger Hafen und der WSD-Nord, der Annahmen, dass die Fahrrinne der Elbe und der NOK tatsächlich ausgebaut werden sowie der weltweiten Flottenentwicklung den zukünftigen Schiffsverkehr auf der Unter- und Außenelbe zu prognostizieren. Referenzjahr ist das Jahr 2004, die Prognosejahre sind 2010 und 2015.

Beim Zusammenführen und Abgleichen der verschiedenen Verkehrszahlenstatistiken wurden auch Irrläufer und fehlerhafte Datensätze verifiziert, sodass sich die ISL-Zahlen vom Referenzjahr 2004 von den Zahlen der Quellen unterscheiden.

Insgesamt kommt es bezüglich der von ISL zugrunde gelegten Daten auf der Außen- und Unterelbe zu einer Steigerung der Schiffsbewegungen von ca. 53.600 (2004) über 61.100 im Jahre 2010 auf ca. 64.500 Bewegungen im Jahr 2015.

In die Untersuchung einbezogen wurden die folgenden sechs Verkehrsströme:

- See - Hamburg, Hamburg - See
- See - Nord-Ostsee-Kanal (NOK), NOK - See
- Hamburg - NOK, NOK - Hamburg

Für diese Teilverkehrsströme ergeben sich daraus 2004, 2010 und 2015 die in den nachfolgenden Abbildungen 4.1-1 bis 4.1-3 dargestellten Entwicklungen des Schiffsverkehrs:

Abb. 4.1-1: Schiffsbewegungen nach Teilströmen, 2004

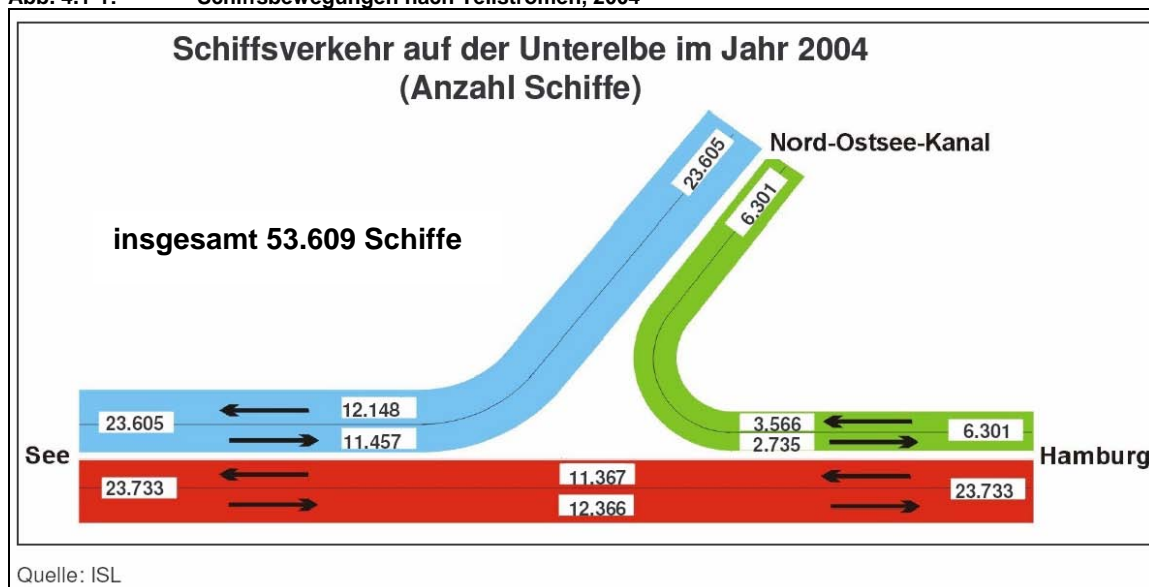


Abb. 4.1-2: Schiffsbewegungen nach Teilströmen, 2010

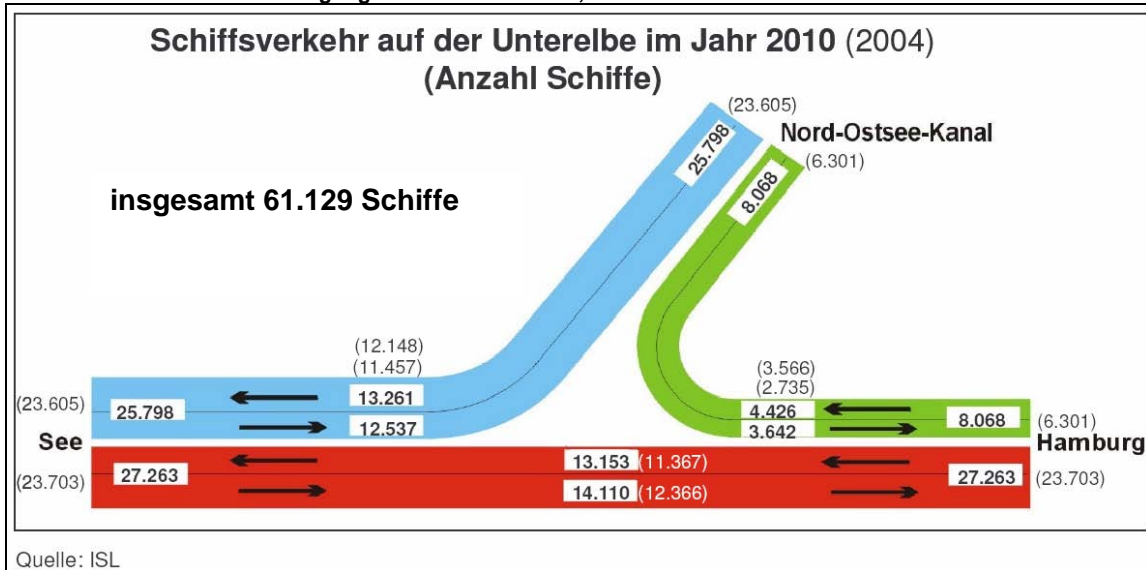
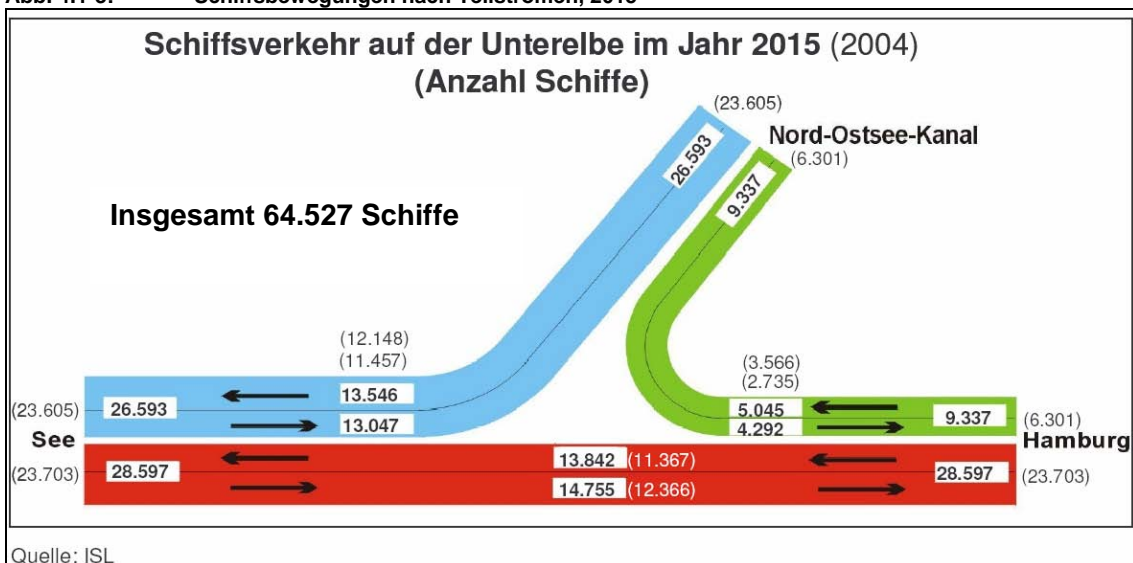


Abb. 4.1-3: Schiffsbewegungen nach Teilströmen, 2015

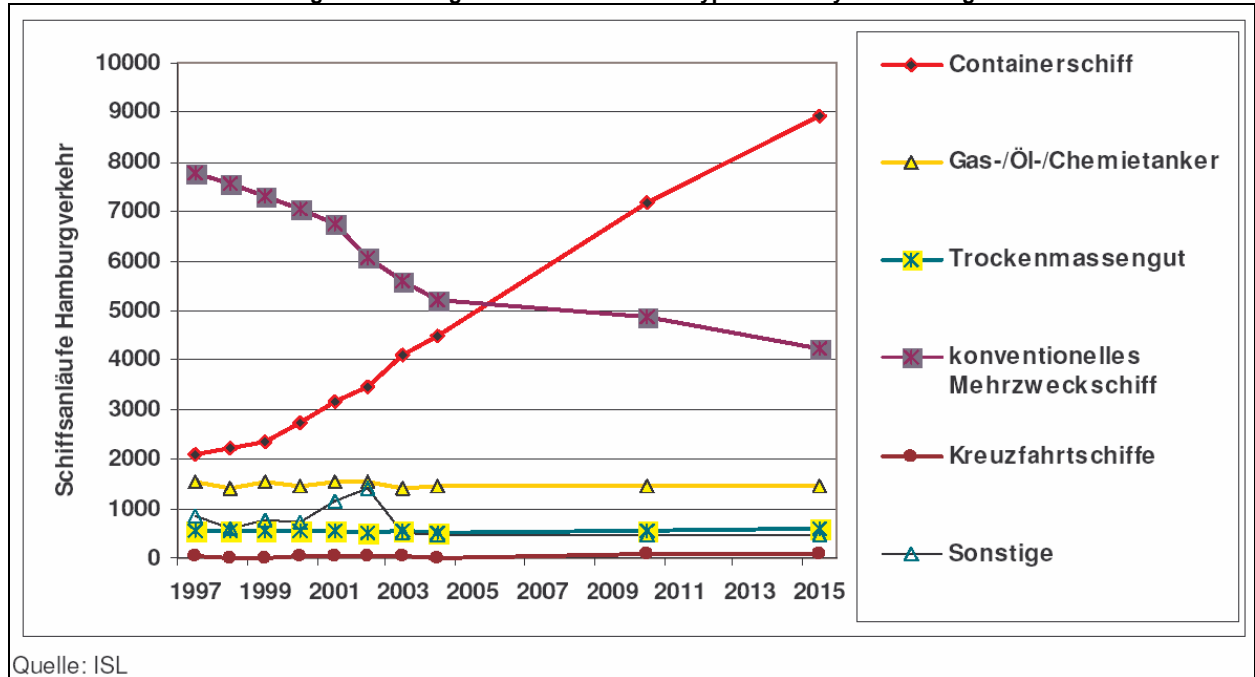


Die Untersuchung berücksichtigte neben seegehenden Handelsschiffen auch Fahrgast- und Passagierschiffe.

Für die hauptsächlich durch die prognostizierte Umschlagssteigerung des Hamburger Hafens verursachten Verkehre ergibt sich, bezogen auf die einzelnen Schiffstypen, folgende Entwicklung (vgl. Abb. 4.1-4): Während die Containerverkehre stark ansteigen, nehmen die Anläufe von konventionellen Mehrzweckschiffen im Prognosezeitraum ab. Die anderen betrachteten Schiffstypen zeigen deutlich geringere Veränderungen.



Abb. 4.1-4: Entwicklung der Hamburg-Verkehre nach Schiffstypen im Analyse- und Prognosezeitraum



## **4.2 Unterhaltung der Fahrrinne nach ihrer Fertigstellung**

### **4.2.1 Ausbaubedingte Veränderung der Unterhaltungsbaggermengen**

Eine etwaige ausbaubedingte Erhöhung der Unterhaltungsbaggermengen wird bei Annahme ungünstiger Verhältnisse von der BAW-DH mit ca. 10 % - bezogen auf die in den Jahren 2003 bis 2005 angefallene mittleren jährlichen Baggermengen von 11,3 Mio m<sup>3</sup> - abgeschätzt (vgl. Unterlage H.1c) Grundannahme dieser Prognose ist, dass die derzeitige Strategie des Sedimentmanagements fortgesetzt wird.

Um die ausbaubedingten Folgen auf die Unterhaltungsbaggerungen zu minimieren, soll nach dem Ausbau in der Begegnungsstrecke anfallendes Baggergut auf Umlagerungsstellen unterhalb der residuellen Stromauftransportzone<sup>10</sup> verbracht werden.

Darüber hinaus kann bei Bedarf für Feinstsedimente aus der Unterhaltungsbaggerung Spülfeldkapazität in der Größenordnung 1,295 Mio. m<sup>3</sup> auf insgesamt 3 Spülfeldflächen (I - III) auf Pagensand in Anspruch genommen werden (siehe dazu Kapitel 3.4.5).

### **4.2.2 Generelle Hinweise zur Unterhaltung der Fahrrinne**

Auch unabhängig vom weiteren Fahrrinnenausbau geben die Ergebnisse der hydrologischen Untersuchungen im Vorfeld der Fahrrinnenanpassung generelle Hinweise für den zukünftigen Umgang mit Unterhaltungsbaggergut in heute schon anfallenden Mengen:

Für das in dem Baggerabschnitt zwischen Schulau und Glückstadt entnommene Material wurde das Verbringungskonzept bereits geändert. Die Umlagerung erfolgt jetzt unterhalb der residuellen Stromauftransportzone, so dass ein Rücktransport nach Oberstrom minimiert wird. Auch für Unterhaltungsbaggergut aus der Hamburger Delegationsstrecke, das bislang an der Landesgrenze umgelagert wird, sollte eine Umlagerung unterhalb der Zone des residuellen Stromauftransports angestrebt werden.

Eine so geänderte Verbringungsstrategie entzöge den Transportvorgängen in der Unterelbe dauerhaft Material.

---

<sup>10</sup> Die Differenz zwischen dem Sedimenttransport bei Flutstrom und dem bei Ebbstrom wird als residueller Transport (oder "Netto-Transport") bezeichnet. Unterhalb der "residuellen Stromauftransportzone" findet also - im Mittel von Ebb- und Flutstrom - kein Sedimenttransport nach Oberstrom statt.

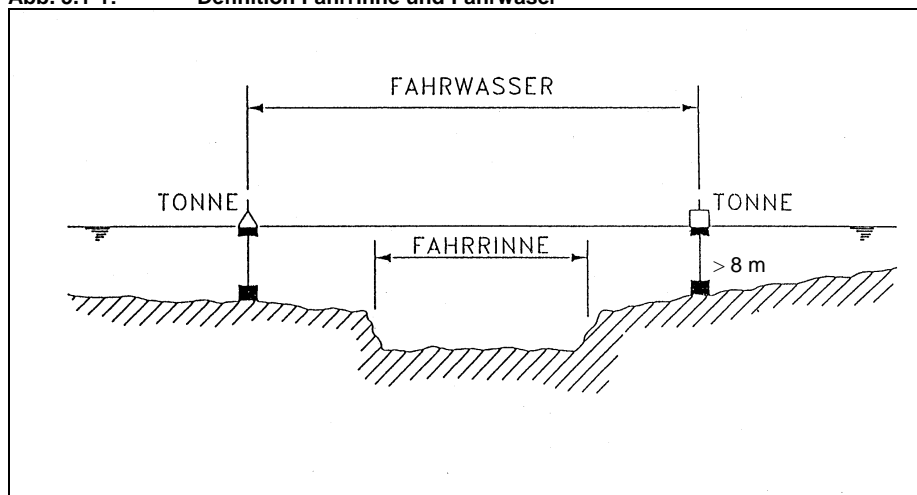
## 5. Begleitende Baumaßnahmen

### 5.1 Schifffahrtszeichen

Im Amtsbereich des WSA Cuxhaven ist infolge der Fahrriinnenanpassung keine Anpassung der Schifffahrtszeichen notwendig; die Fahrrinne wird hier lediglich vertieft, nicht verbreitert.

Im Amtsbereich des WSA Hamburg werden zwischen den Fahrriinnenkilometern 638,9 und 689,1 die schwimmenden Schifffahrtszeichen der veränderten Trassierung angepasst. Hierbei wird, wo immer es möglich ist, dem Prinzip gefolgt, dass die rechten und linken Fahrwasser-tonnen einen gleichmäßigen Abstand zum jeweiligen Fahrriinnenrand bekommen. Aus dem Hamburger Hafen auslaufend vergrößert sich dabei schrittweise der seitliche Abstand von 25 m an der Amtsgrenze zur Delegationsstrecke auf bis zu 200 m bei km 686. Durch das paarweise Positionieren der Tonnen ist es der Schiffsführung auch optisch möglich, sich im Fahrwasser zu orientieren, da nun die tiefe Fahrrinne über weite Strecken genau mittig verläuft. Damit löst man sich von dem Prinzip, die Tonnenlage an eine bestimmte Tiefenlinie zu binden. Die prinzipielle Tonnenanordnung und die in diesem Zusammenhang zu verwendenden Begriffe sind in der folgenden Abbildung 5.1-1 dargestellt.

Abb. 5.1-1: Definition Fahrrinne und Fahrwasser



Die Veränderung der Tonnenpositionen muss als vorläufig angesehen werden, da eine konkrete Planung erst kurz vor der Realisierung der Fahrriinnenanpassung unter Berücksichtigung der dann aktuellen örtlichen Gegebenheiten umgesetzt werden kann.

Feste Schifffahrtszeichen, wie Leuchtfeuer, Quermarkenfeuer und Richtfeuerlinien werden im Amtsbereich des WSA Hamburg nicht verändert.

Im Bereich der Begegnungsstrecke soll der einseitigen Verbreiterung der Fahrrinne nach Süden dadurch Rechnung getragen werden, dass alle derzeit noch unbeleuchteten Tonnen durch beleuchtete ausgetauscht und in die Kurswechsellpunkte verzogen werden. In den Kurvenbereichen wird zusätzlich die elektronische Radarlinie der neuen Trassierung mit Zwischenradarlinien angepasst.

Im Ausbaubereich der Hamburger Delegationsstrecke werden die schwimmenden Schiffsfahrtszeichen ebenfalls an die sich ändernde Fahrriinnentrassierung angepasst.

### **5.1.1 Neubau der Richtfeuerlinie Blankenese (Hamburger Delegationsstrecke)**

Auf der Hamburger Delegationsstrecke ist ein Neubau der Richtfeuerlinie Blankenese (bestehend aus einem Ober- und einem Unterfeuer) erforderlich, da aufgrund der sich ändernden Fahrriinnentrassierung im Bereich der Begegnungsstrecke das bisherige Richtfeuer für einkommende Schiffe in der jetzigen Position nicht mehr zu verwenden ist. Durch den Neubau werden in der Begegnungsstrecke zwei Fahrspuren erzeugt:

- eine nördliche für die ausgehende Schifffahrt, gekennzeichnet durch die vorhandene Richtfeuerlinie Grünendeich - Lühe;
- eine südliche für die einkommende Schifffahrt, gekennzeichnet durch die neu zu errichtende Richtfeuerlinie Blankenese.

Nach Freigabe der neuen Fahrrinne und Inbetriebnahme des neuen Richtfeuers Blankenese soll das vorhandene Richtfeuer zurückgebaut werden.

#### Technische Beschreibung

Die Lage der neuen Richtfeuerlinie ergibt sich aus der Mittellinie zwischen der Richtfeuerlinie für die auslaufende Schifffahrt und dem südlichen Fahrriinnenrand. Es ergibt sich hieraus eine südliche Verschiebung der heutigen Richtfeuerlinie um 125 m. In dieser Linie wird das Unterfeuer ca. 90 m östlich des Anlegers Blankenese und das Oberfeuer nördlich des Jachthafens Mühlenberg errichtet. Die Lage des neuen Ober- und Unterfeuers ist der Anlage B-4 sowie Abb. 5.1.1-1 zu entnehmen. Die Abbildungen 5.1.1-2 und 5.1.1-3 zeigen die geplanten Standorte des neuen Ober- und Unterfeuers im Detail.

Aus einer leuchtfeuertechnischen Berechnung sind die notwendigen Leuchtpunkthöhen hervorgegangen. Diese betragen ca. NN + 32 m für das Unterfeuer und ca. NN + 67 m für das Oberfeuer. Hierin berücksichtigt ist neben den Anforderungen der Schifffahrt auch die zukünftige Sichtbarkeit, indem das voraussichtliche Wachstum der vorhandenen Bäume abgeschätzt wurde. Sollten dennoch Bäume die Sichtbarkeit der Richtfeuerlinie einschränken, so ist die Verkehrssicherheit durch entsprechende Erziehungschnitte wieder herzustellen. Als weitere Anforderung der leuchtfeuertechnischen Berechnung geht das sog. "Schattenmaß" hervor. Für die Sichtbarkeit des Richtfeuers darf die Turmspitze daher nicht mehr als 1,70 m oberhalb der Leuchtpunkte liegen.

Die Türme erhalten die gemäß Seeschifffahrtsstraßenordnung erforderlichen Befeuerungseinrichtungen.

Abb. 5.1.1-1: Übersicht vorhandene und geplante Ober- und Unterfeuer

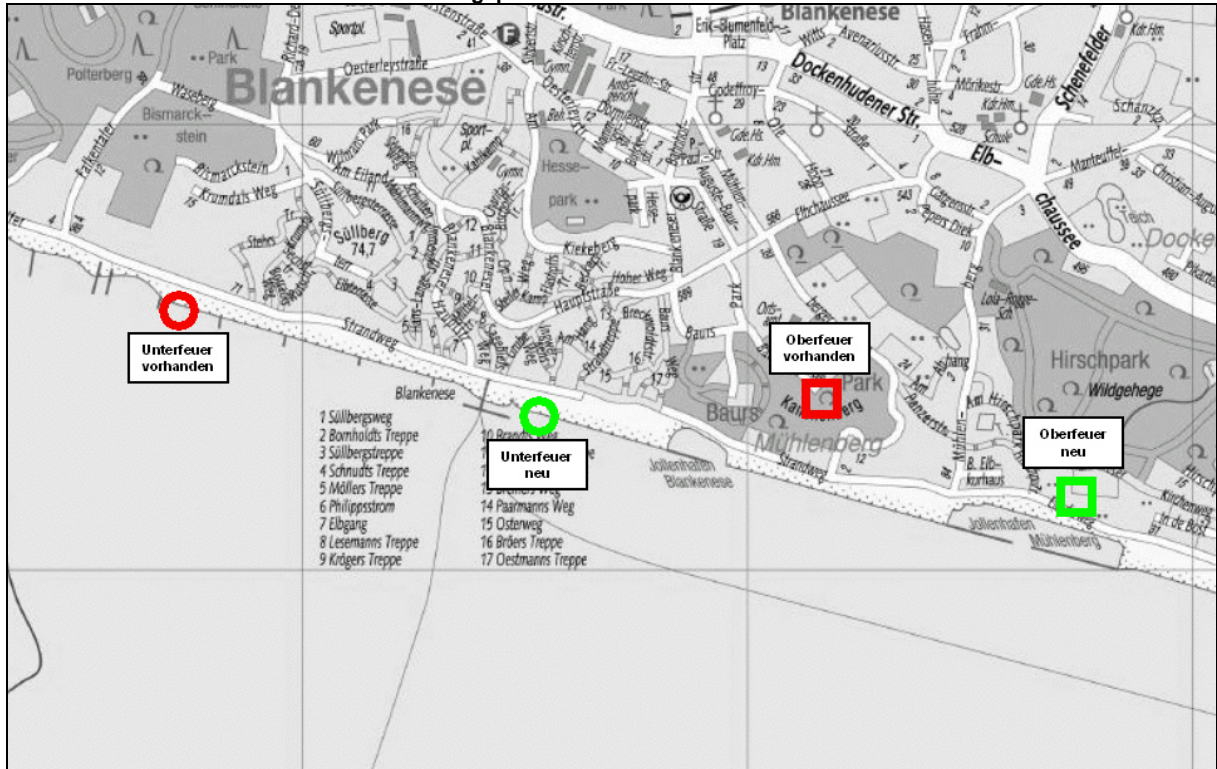
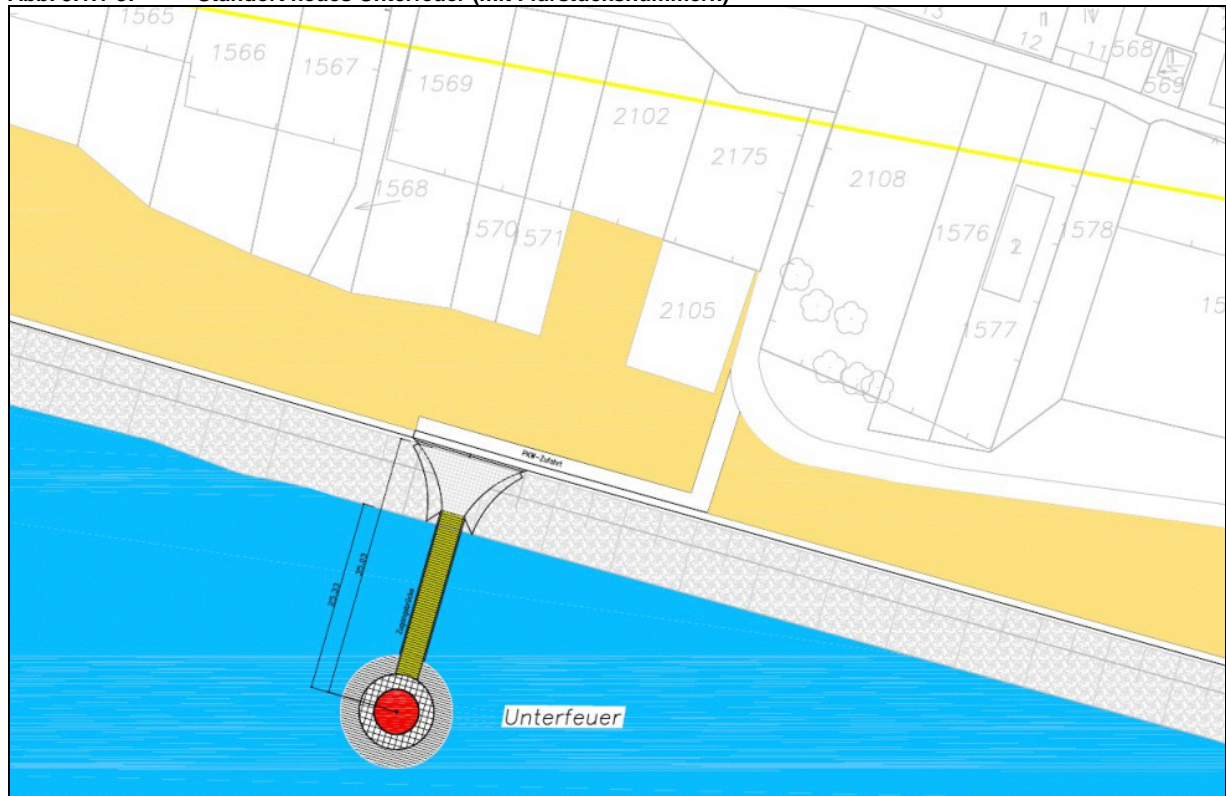


Abb. 5.1.1-2: Standort neues Oberfeuer (mit Flurstücksnummern)



**Abb. 5.1.1-3: Standort neues Unterfeuer (mit Flurstücksnummern)**



Die voraussichtliche Gestaltung von Ober- und Unterfeuer ist in den Abb. 5.1.1-4 und 5.1.1-5 dargestellt. Die Farbgebung der beiden Türme wird - nach den Anforderungen an Seeverkehrszeichen - rot-weiß gestreift sein. Die gestalterische Ausführung der Turmköpfe ist hier nur schematisch dargestellt. In der endgültigen Form werden die Turmköpfe des Ober- und Unterfeuers gleich gestaltet sein, damit auch bei Nutzung als Tagessichtzeichen die Zusammengehörigkeit erkannt werden kann.

Abb. 5.1.1-4: Schematische Ansicht des neuen Oberfeuers (Abmessungen und Farbgebung vorläufig)

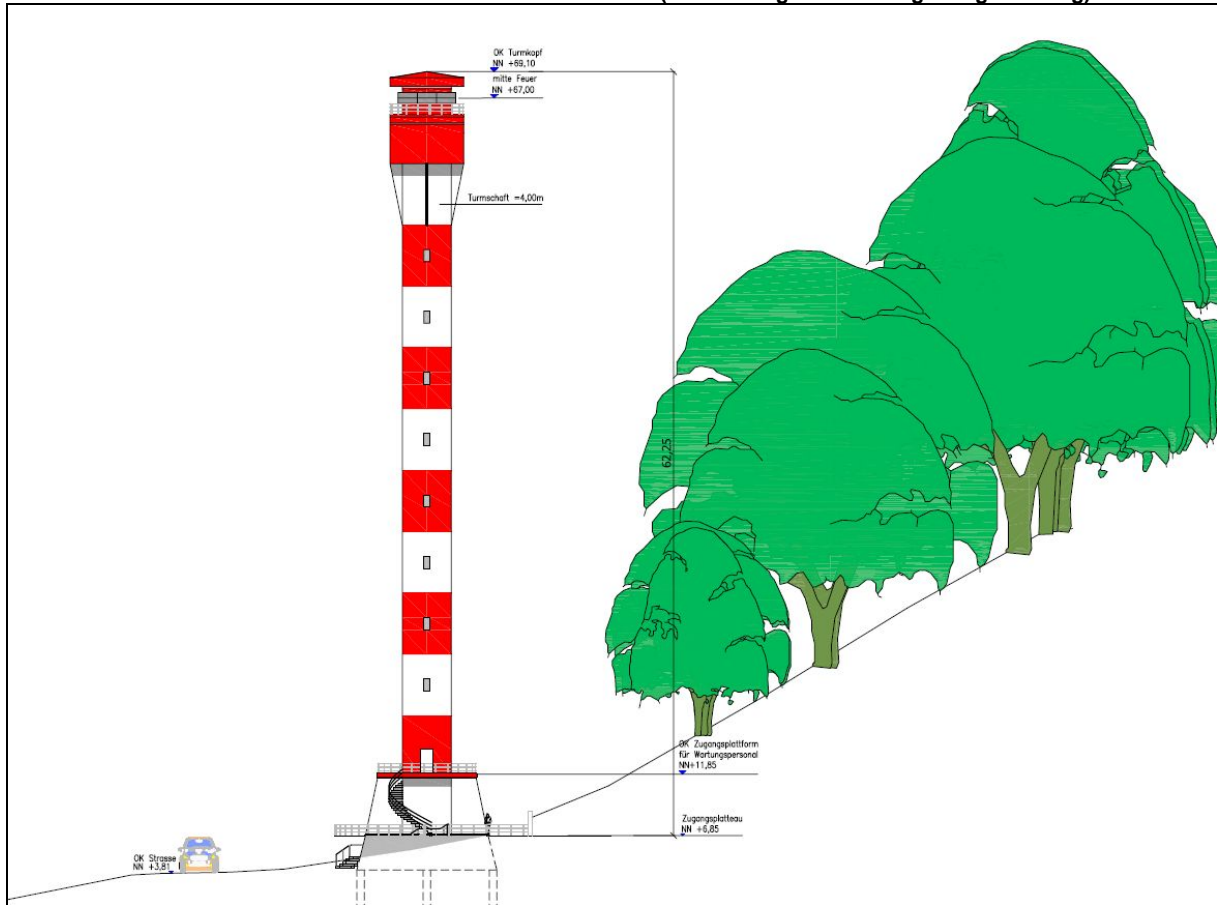
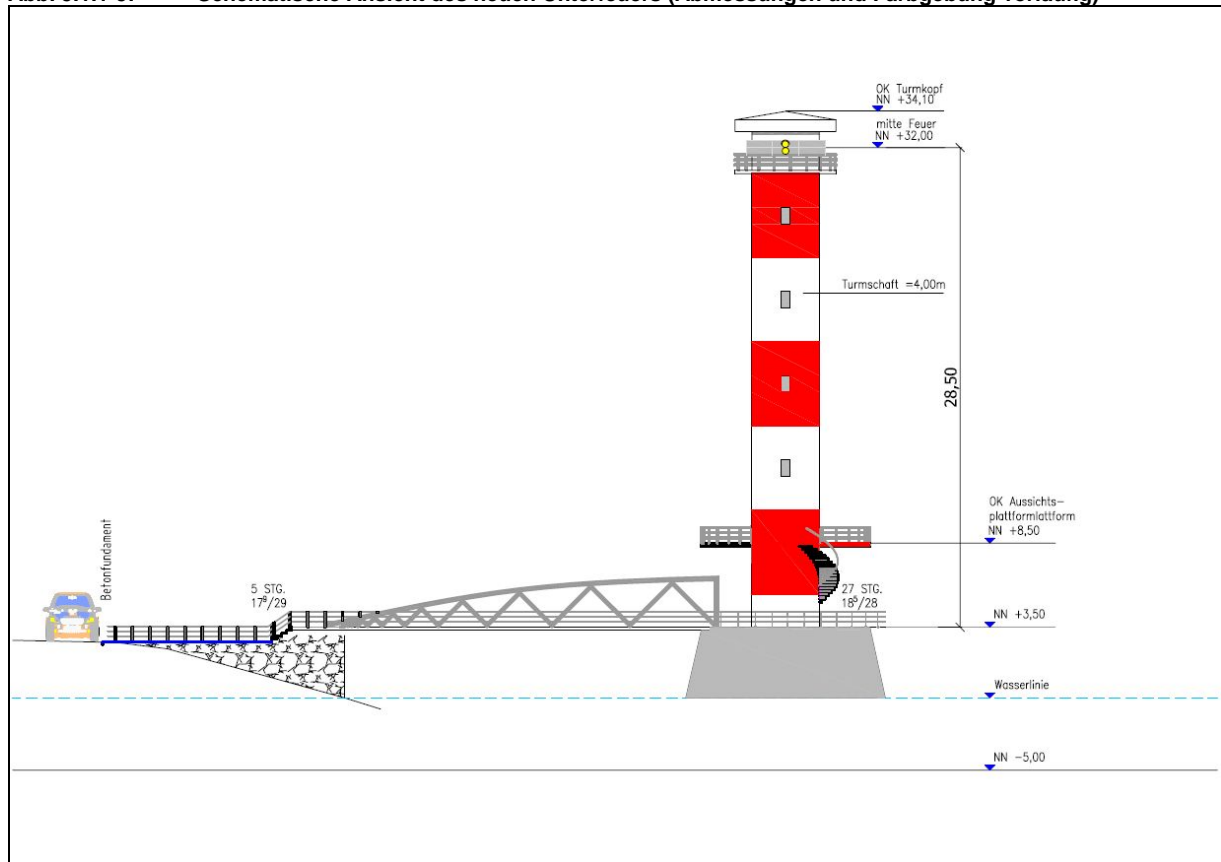


Abb. 5.1.1-5: Schematische Ansicht des neuen Unterfeuers (Abmessungen und Farbgebung vorläufig)



Die Erschließung des im Wasser befindlichen Unterfeuers erfolgt über eine Brücke von Land aus. Zur Gewährleistung der Erreichbarkeit auch im Hochwasserfall wird das Unterfeuer auch eine entsprechend ausgeführte Anlegemöglichkeit für Schiffe erhalten.

Das Oberfeuer wird über den Elbuferweg erschlossen. Für den Hochwasserfall ist eine fußläufige Erschließung über den Hirschpark und die Hirschparktreppe vorgesehen.

### Konstruktive Ausführung

Sowohl das Ober- wie auch das Unterfeuer werden als Stahltürme aus verschweißten Stahlsegmenten ausgeführt mit einem Außendurchmesser (Schaft) von ca. 4 m.

Die Gründung des Oberfeuers erfolgt als Tiefgründung auf einer kreisförmigen Stahlbetonplatte von ca. 10 m Durchmesser und ca. 3 m Dicke mit einem Rost aus Bohrpfählen. Der Turm erhält ein Innenrohr aus Stahl von ca. 1,90 m Durchmesser, das auf der Außenseite als Träger für die Wendeltreppe, auf der Innenseite als Schacht für den aufgrund der Höhe erforderlichen Fahrstuhl zu Wartungszwecken dient. Der Zugang erfolgt von der Straße aus treppenartig bis OK Stahlbetonfundament (= Zugangsplateau).

Aufgrund seiner Schlankheit muss der Turm zur Reduzierung der Querschwingungen mit einem entsprechenden Dämpfer ausgestattet werden.



|                      |                        |                  |
|----------------------|------------------------|------------------|
| <u>Höhenangaben:</u> | - Zugangsplateau:      | ca. NN + 6,85 m  |
|                      | - Aussichts-Plattform: | ca. NN + 11,85 m |
|                      | - Mitte Feuer:         | ca. NN + 67,00 m |
|                      | - OK Turmkopf:         | ca. NN + 69,10 m |

Die Gründung des Unterfeuers erfolgt als Caissongründung (Senkkasten), oben mit Abschluss als kreisförmige Stahlbetonplatte von ca. 10 m Durchmesser und ca. 3 m Dicke. Der Turm erhält ein Innenrohr aus Stahl von ca. 1,90 m Durchmesser, das auf der Außenseite als Träger für die Wendeltreppe dient. Der Zugang erfolgt von der Straße aus über eine Brücke aus Stahl von ca. 22 m Länge und 3 m Breite auf das Zugangsplateau. Das landseitige Widerlager wird so ausgebildet, dass das Zugangsniveau an Land von ca. NN + 3,0 m auf das Niveau der Brücke von ca. NN + 3,50 m angehoben wird.

|                      |                        |                  |
|----------------------|------------------------|------------------|
| <u>Höhenangaben:</u> | - Zugangsplateau:      | ca. NN + 3,50 m  |
|                      | - Aussichts-Plattform: | ca. NN + 8,50 m  |
|                      | - Mitte Feuer:         | ca. NN + 32,00 m |
|                      | - OK Turmkopf:         | ca. NN + 34,10 m |

### Baudurchführung

Die Baustelle für das Unterfeuer ist als Wasserbaustelle geplant, d.h. dass die Arbeiten und die Materialanlieferung weitgehend vom Wasser aus erfolgen werden. Zur Herstellung der Gründungsebene wird ein Senkkasten als Betonfertigteileteil eingespült. Der Senkkasten wird mit Beton und Sand verfüllt. Auf diesen Senkkasten wird ein Konussockelelement als Betonfertigteileteil mittels Schwimmkran aufgesetzt und mit Beton verfüllt. Alle Gründungsarbeiten für den Turm erfolgen von einem Arbeitsponton aus. Das Material für die Sand- und Betonverfüllungen wird mit Schuten angeliefert und mit einem Bagger, bzw. mit einer Betonpumpe eingebaut.

Auf diesen Gründungselementen werden die Stahlsegmente und der Turmkopf für das Unterfeuer mit einem Schwimmkran aufgebaut und vor Ort miteinander verschweißt. Im Anschluss erfolgen Beschichtungsarbeiten (von einem Gerüst aus), die Außengestaltung (z.B. Aussichtsebene) und die Technik- Installation im Turm. Für alle Arbeiten werden neben den genannten Großgeräten die notwendigen Kleinwerkzeuge eingesetzt. Als landseitige Baustelle ist lediglich die Zuwegung geplant. Unter der Zufahrt erfolgt die Erschließung mit Datenkabel, Wasser und Strom. Für diese Arbeiten sind kleine Bagger/Radlader/ Flächenrüttler und die üblichen Kleingeräte vorgesehen. Die Baustelleneinrichtung erfolgt ebenfalls am Ufer, wobei die Lagerung von Material im Wesentlichen auf Pontons erfolgt. Für die landseitige Baustellenerschließung ist der Weg über den Strandweg vorgesehen.

Für das Oberfeuer wird in einem ersten Schritt ein Pfahlrost aus Bohrpfählen hergestellt. Hierfür kommt ein entsprechendes Bohrgerät zum Einsatz. Auf die Pfähle wird durch Pfahlköpfe und Betonplatte das Betonfundament erstellt. Hierbei werden Betonmischer und eine Betonpumpe zum Einsatz kommen. Während der Phase der Erdarbeiten und der Erstellung des Fundamentes ist unterstützend ein Radlader vorgesehen. Die Stahlsegmente für das Oberfeuer werden als Fertigteile geliefert und mit Telekränen auf der Fundamentplatte auf-

gestellt und miteinander verschweisst. Für alle Arbeiten werden neben den genannten Großgeräten die notwendigen Kleinwerkzeuge eingesetzt (z.B. Trennschleifer oder Betonrüttler). Im Anschluss erfolgen Beschichtungsarbeiten (von einem Gerüst aus), die Außengestaltung / Zuwegung und die Technik- Installation im Turm. Bei der Gestaltung der Außenanlagen wird es zum Einsatz eines Baggers/Radladers und Flächenrüttlers kommen, ansonsten werden lediglich die üblichen Kleingeräte eingesetzt. Aufgrund der Höhe des Turmes kann es nötig sein, dass zeitweise ein Telekran zur Unterstützung der Bauarbeiten eingesetzt wird. Die Erschließung der Baustelle erfolgt über den Elbuferweg, die Baustelleneinrichtung ist auf dem Baugrundstück möglich.

Die Bauzeit für das Unterfeuer wird ca. 10, maximal 12 Monate betragen, für das Oberfeuer ca. 7 Monate. Der Bau ist in 2008 geplant, so dass das Seezeichen bei der Freigabe der Fahrrinne verfügbar ist.

Für den Rückbau der vorhandenen Ober- und Unterfeuer ist ein Zeitraum von 4 Monaten geplant.

## **5.2     Warteplatz Brunsbüttel**

Zur Erhöhung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auf der Elbe wird unabhängig von der beantragten Fahrrinnenanpassung ein Warteplatz eingerichtet. Dieser Warteplatz liegt auf ungefähr halber Revierstrecke und wird für max. tiefgehende Schiffe ausgelegt. Er wird ausschließlich für Fälle vorgehalten, in denen Fahrzeugen die Fortsetzung ihrer Reise nicht möglich ist, weil sie z.B. den Tidefahrplan nicht einhalten können.

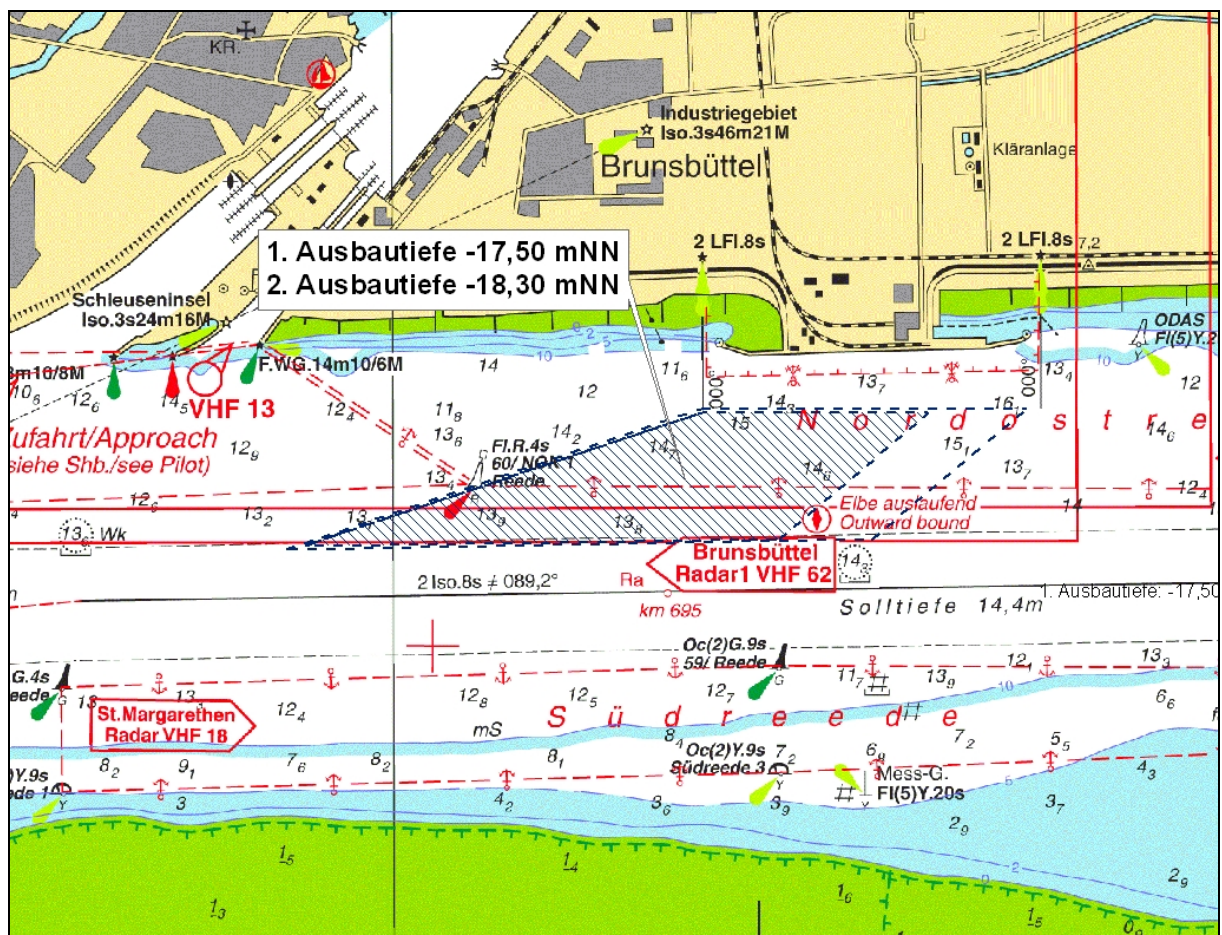
Die auch unabhängig von der Fahrrinnenanpassung durchzuführenden Planungen sehen die Errichtung eines Warteplatzes zwischen Cuxhaven und Brunsbüttel vor. Als geeignet angesehen wird unter nautischen Gesichtspunkten die derzeitige Nordost-Reede vor dem Elbehafen Brunsbüttel. Die bestehenden Abmessungen der Reede und die lokalen Tiefenverhältnisse stehen jedoch einer Nutzung als Warteplatz entgegen. Die Abmessungen des Warteplatzes richten sich nach den Abmessungen der größten verkehrenden Container- und Massengutschiffe. Demnach ist für ein einlaufendes Massengutschiff mit einem Maximaltiefgang von 15,60 m für den Warteplatz unter Berücksichtigung des niedrigsten Tideniedrigwasserstandes und eines Sicherheitszuschlages eine Tiefe von NN - 18,30 m auf einer Fläche von mindestens 800 x 450 m erforderlich (Minimallösung).

In der BAW-DH wurde die Fläche strömungstechnisch optimiert. Unter Beibehaltung der Länge der nördlichen Begrenzungslinie (800 m) und der Breite (450 m) wurde ein leicht vergrößertes Trapez entwickelt, welches unter optimaler Ausnutzung der Räumkraft des Ebbestroms eine Minimierung der Unterhaltungsbaggerungen erwarten lässt. Der Suchraum nach Osten eröffnet die Möglichkeit, die Lage der Warteplatzes innerhalb der Suchraumgrenzen (gestrichelte Linie) variabel zu gestalten, so dass die Trapezfläche innerhalb dieses Suchraumes wahlweise nach Osten oder Westen verschoben werden kann. Diese Ausführung garantiert eine größere Flexibilität gegenüber der morphologischen Dynamik und somit des Unterhaltungsaufwandes in diesem Gebiet, so dass eine variable Gestaltung des Warteplatzes v.a. auch einen wirtschaftlichen Vorteil gegenüber einer fixen Fläche bietet.

In einer ersten Ausbaustufe wird der Warteplatz bis auf eine Solltiefe von NN - 17,50 m gebracht, um den Tiefgängen der heute schon verkehrenden Schifffahrt von 14,80 m (in Salzwasser) Rechnung zu tragen. Sollten nach dem Fahrrinnenausbau Schiffe mit noch größeren Tiefgängen (maximal zulässiger Tiefgang nach dem Fahrrinnenausbau: 15,60 m in Salzwasser) das Revier befahren, wird der Warteplatz in einer Endausbaustufe bis auf NN - 18,30 m vertieft.

Für die Herstellung des Warteplatzes vor Brunsbüttel mit einer Tiefe von NN - 18,30 m ist demnach die Baggerung von etwa 1,3 Mio. m<sup>3</sup> Sediment auf einer Gesamtfläche von gut 55 ha erforderlich. Diese Mengen sind in der Ausbaubaggermenge für die Fahrrinnenanpassung (vgl. Kap. 3.3.1) enthalten. Lage und Ausdehnung des Warteplatzes sind in der Abbildung 5.2-1 und Anlage A 19 dargestellt.

Abb. 5.2-1: Lage des Warteplatzes vor Brunsbüttel



Es besteht die Möglichkeit, den Warteplatz zeitgleich mit der Fahrrinnenanpassung herzustellen oder auch danach. Im Falle der Baggerung im Zuge des Fahrrinnenausbaues wird das Baggergut in die Unterwasserablagungsfläche Neufelder Sand verbracht. In diesem Falle müssten 1,3 Mio m<sup>3</sup> Baggergut aus der Fahrrinnenbaggerung zusätzlich auf die Umla-

gerungsstellen verbracht werden. Bei einer späteren Realisierung wird das Baggergut aus dem Wartepplatz direkt in die Umlagerungsstellen verbracht.

### **5.3 Vorsetze Köhlbrandkurve (Hamburger Delegationsstrecke)**

Im Bereich der Köhlbrandkurve hat die Fahrrinne derzeit eine Breite von 200 m. Diese Breite ist auch nach der Fahrrinnenanpassung erforderlich. Die geplante Solltiefe der Fahrrinne beträgt NN - 17,40 m. Dies entspricht einer Vertiefung der heutigen Sollssole um 0,70 m. Wie bereits im Kap. 3.3.1 erwähnt, ist im Köhlbrand aufgrund der besonderen morphodynamischen Verhältnisse für die spätere Unterhaltung der neuen Solltiefen aus wirtschaftlichen und nautischen Gründen ein Vorhaltemaß von 1,00 m anzusetzen.

Da beide Ufer in der Köhlbrandkurve befestigt und mit Hochwasserschutzwänden versehen sind, würde die erforderliche Vertiefung zwangsläufig zu einer Versteilung der Böschungen führen. In diesem Fall ist die Standsicherheit der Böschungen nicht mehr gegeben. Daher wird auf der östlichen Seite des Köhlbrandes eine Vorsetze geplant, die den aus der Vertiefung entstehenden Geländesprung auffängt. Die Fahrrinne im Bereich der Köhlbrandkurve wird dabei um 15 m nach Osten verschwenkt (vgl. Kap. 3.2.3). Damit kann die heute vorhandene Fahrrinnenbreite von 200 m und eine Neigung der Unterwasserböschung von ca. 1 : 4 beibehalten werden.

#### Technische Beschreibung

Auf einer Länge von rd. 1200 m wird das Ostufer der Köhlbrandkurve entlang der Köhlbrandhalbinsel mit einer Vorsetze von der Köhlbrandmündung km 624,2 stromaufwärts bis km 623 gesichert. Zur Zeit ist die gesamte Böschung im Wasserwechselbereich mit Schlacken-Steinen (Wasserbausteine Klasse II bzw. III) gesichert (vgl. Abb. 5.3-1). Im Bereich der Einmündung des Köhlbrandes in die Norderelbe ist auch im Unterwasserbereich die Böschung befestigt.

**Abb. 5.3-1: Blick von Norden auf die Ostseite der Köhlbrandkurve**



Anlage B-3 zeigt die Lage der geplanten Vorsetze im Köhlbrand. Uferseitig befindet sich in einem Abstand von ca. 20 m die Hochwasserschutzwand des Polders Köhlbrandhöft (Klärwerk). Querschnitte durch das Bauwerk sind in den Anlagen B-3.1 und B-3.2 dargestellt.

Die örtlichen Baugrundverhältnisse sind anhand vorliegender Gutachten [18] und Baugrundaufschlüssen abgeleitet worden. Danach liegen im betrachteten Bereich folgende Bodenschichtung vor (von oben nach unten, die Schichtstärke variiert über die Bauwerkslänge):

- Auffüllungen aus Schlackenresten, z.T. mit Ziegel- und Holzresten
- Sandige Auffüllungen, z.T. mit Ziegel- und Schlackenresten
- Sande, vereinzelte Kleieinlagerungen
- Glimmerschluff/ -ton (ab einer Tiefe von ca. NN - 26 m)

Die Grundwasserverhältnisse werden im Uferbereich ausschließlich vom Elbwasserstand geprägt.

### Konstruktive Ausführung

Bei der Planung der Trasse der Vorsetze ist die vorhandene Hochwasserschutzwand berücksichtigt worden. Zur Minimierung der Auswirkungen ergibt sich ein Trassenabstand von ca. 20 m von der vorhandenen Hochwasserschutzwand.

Als Konstruktion ist eine kombinierte Spundwand bestehend aus Trag- und Füllbohlen vorgesehen, die mit einer rückwärtigen Verankerung hergestellt wird. Sie dient der Sicherung

des Geländesprungs, der sich nach der Verlegung des Fahrwassers in Abhängigkeit vom Abstand der Fahrrinne auf ca. NN - 6,50 m bis NN - 7,50 m ergeben wird. Die Oberkante der Tragbohlen liegt auf NN + 3,0 m, die durchgehende Oberkante der Füllbohlen wird dem anstehenden Gelände zwischen NN  $\pm$  0,0 m und NN - 1,65 m angepasst. Die rückwärtige Verankerung erfolgt über Einstabanker (Typ GEWI o. glw.), die über eine Gurtung aus Stahlprofilen mit den Tragbohlen auf einer Höhe von NN + 3,0 m verbunden sind.

Die vorhandene landseitige Böschungssicherung aus Wasserbausteinen wird erhalten bleiben.

### Baudurchführung

Eine landseitige Erschließung der Baustelle ist ohne zusätzliche bauliche Maßnahmen nicht möglich. Südlich des Klärwerkes (Polder Köhlbrandhöft) ist im Bereich des Köhlbranddeiches Raum für eine landseitige Baustelleneinrichtung vorhanden. Die Versorgung der Baustelle muss von dort aus jedoch wasserseitig erfolgen. Die wasserseitige Erschließung wird im wesentlichen mit nicht tiefgehenden Schuten oder Barkassen erfolgen. Die Baudurchführung erfolgt über Pontons oder Hubinseln. Eine Beeinträchtigung der Schifffahrt durch die Baustelle ist nicht zu erwarten. Etwaige Beeinträchtigungen durch eine wasserseitige Baustellenversorgung sind im Einzelfall mit dem Oberhafenamt abzustimmen.

Die Bauarbeiten werden voraussichtlich in folgender Abfolge durchgeführt:

- Räumung des Baufeldes/Spundwandachse von Hindernissen
- Ausbau von vorhandenem Deckwerk/Böschungsunterbau im Bereich des Baufeldes/Spundwandachse
- Bei Bedarf Profilierung der landseitigen Böschung
- Bei Bedarf Kampfmittelräumung in der Spundwandtrasse
- Voreilendes Einbringen der Tragbohlen durch Rammung
- Nachlaufender Einbau der Füllbohlen durch Rüttelverfahren
- Herstellung der rückwärtigen Schrägverankerung durch Bohrverfahren
- Einbau der Stahlbaukonstruktion für die Gurtung zur Aufnahme der rückwärtigen Verankerung
- Anschließen und Prüfung der Einstabanker
- Hinterfüllung der Spundwand auf der Landseite im Bereich des vorherigen Ausbaus/Räumung
- Aufnehmen/Ausbau der vorhandenen wasserseitigen Böschungssicherung bestehend aus Wasserbausteinen
- Bodenaushub vor der Vorsetze auf die geplante Fahrrinntiefe bei gleichzeitiger - Herstellung der Unterwasserböschung (hierbei evtl. baubegleitend Kampfmittelräumung)
- HSE-Auslaufrohr in den Köhlbrand unter Wasser trennen, ausbauen und neu sichern durch Schüttung von Wasserbausteinen
- Sicherungspeilung der hergestellten Unterwasserböschung
- Bei Bedarf Einbau von Wasserbausteinen auf die neu hergestellte Unterwasserböschung insbesondere im nordöstlichen Bereich der Vorsetze auf einer Länge von ca. 400 m zur Sicherung der Böschung vor Schraubenstrahlwasser der auslaufenden Großschiffe

Nach derzeitigem Planungsstand ist eine Bauzeit von 12 Monaten vorgesehen. Erst nach Fertigstellung werden die Baggerarbeiten zur Herstellung der neuen Fahrrinne im Köhlbrand ausgeführt.

Die Bauarbeiten zur Herstellung der Vorsetze werden nur werktags in der Zeit von 7:00 bis 20:00 Uhr durchgeführt. Für den Bau der Vorsetze Köhlbrandkurve wurde eine gesonderte Schallimmissionsprognose erstellt; diese ist als Anlage zum Teilgutachten "Lärm" (Unterlage H.8, [10]) den Antragsunterlagen beigelegt. Ergebnis dieser Schallimmissionsprognose ist, dass die nach der DIN ISO 9613-2 berechneten Beurteilungspegel an sechs festgelegten Immissionsaufpunkten für das zu Grunde gelegte Bauablaufszenario unter den heranzuziehenden Richtwerten der AVV Baulärm bleiben. Die Anordnung von Schallschutzmaßnahmen ist somit nicht erforderlich.

#### **5.4 Sicherung bzw. Ausbau von Dükern**

Im Gutachten "Sachgüter/Betroffenheiten Dritter" (Unterlage J.1, [12]) wurde für einige Kreuzungsbauwerke (Düker) das Risiko vorhabensbedingter Betroffenheiten ermittelt, da nach Herstellung der neuen Solltiefen die verbleibenden Überdeckungshöhen über dem Bauwerk als gering bewertet wurden, so dass eine Gefährdung der Düker durch Ankerwurf oder Schiffsanprall (bei Havarien) nicht ausgeschlossen werden konnte.

Für den Bereich der Bundesstrecke betrifft dies die folgenden Düker:

- Düker bei km 648,900 (Verbunddüker)
- Düker bei km 649,550 (Fernmeldedüker)

Für den Bereich der Hamburger Delegationsstrecke betrifft dies den folgenden Düker:

- Düker bei km 636,810 (Verbunddüker)

Die Träger des Vorhabens werden vor diesem Hintergrund - unter Berücksichtigung der bestehenden Genehmigungen - die jeweiligen Eigentümer der o.a. betroffenen Kreuzungsbauwerke veranlassen, geeignete Sicherungs- und/oder bauliche Anpassungsmaßnahmen zu prüfen und ggf. zu veranlassen. Entsprechende Untersuchungen sind z.T. bereits eingeleitet.

## 5.5 Vorhabensmerkmale zur Vermeidung von Umweltbeeinträchtigungen

Im Hinblick auf eine Vermeidung negativer Umweltfolgen, die bei Bearbeitung der Umweltunterlagen festgestellt wurden, verpflichten sich die Träger des Vorhabens zur Umsetzung folgender Maßnahmen:

### 1.) Fahrrinnenausbau:

*Bundesstrecke, km 655 bis 638,9:*

Zum Schutz der Fischart Finte werden vom 1. Mai bis 30. Juni (Hauptlaichzeit der Finte inklusive der daran anschließenden sensiblen zweiwöchigen Larvalphase) im Rahmen des Fahrrinnenausbaus im genannten Elbabschnitt keine Laderaumsaugbagger (Hopperbagger) eingesetzt.

*Hamburger Delegationsstrecke, km 638,9 bis 635:*

Zum Schutz der Fischart Finte werden vom 1. Mai bis 30. Juni im Rahmen des Fahrrinnenausbaus im genannten Elbabschnitt keine Laderaumsaugbagger (Hopperbagger) eingesetzt.

### 2.) Spülfelder Pagensand und Schwarztonnensand:

Zum Schutz von Brutvögeln erfolgt der Baubeginn (Baufeldräumung) für die Spülfelder Schwarztonnensand und Pagensand vor Beginn der Brutzeit (Anfang März bis Ende Juli, Brutzeit der Offenland- und Gebüschbrüter).

### 3.) Uferverspülungen:

*Uferverspülungen allgemein*

Zum Schutz von Brutvögeln erfolgt der Baubeginn (keine Baufeldräumung vorgesehen) für die Uferverspülungen vor Beginn der Brutzeit (Anfang April bis Ende Juli, Brutzeit der Röhrichtbrüter).

Zum Schutz von Auengehölzen werden Tide-Weiden-Auwald, Weiden-Auengebüsche sowie sonstige Entwicklungsstadien von Auengehölzen von der Aufspülung bzw. von sonstigen baubedingten Flächeninanspruchnahmen ausgespart.

*Uferverspülung Glückstadt-Störmündung (oberhalb):*

Zum Schutz der Pflanzenart Schierlings-Wasserfenchel wird keine Verrohrung des Priels vorgenommen.



#### *Ufervorspülung Wisch (Lühe):*

Zum Schutz der Fischart Finte erfolgt die Herstellung der Ufervorspülung Wisch (Lühe) außerhalb des Zeitraums vom 1. Mai bis 30. Juni.

#### 4.) Unterwasserablagerungsflächen

##### *Unterwasserablagerungsflächen Medemrinne- Ost und Neufelder Sand:*

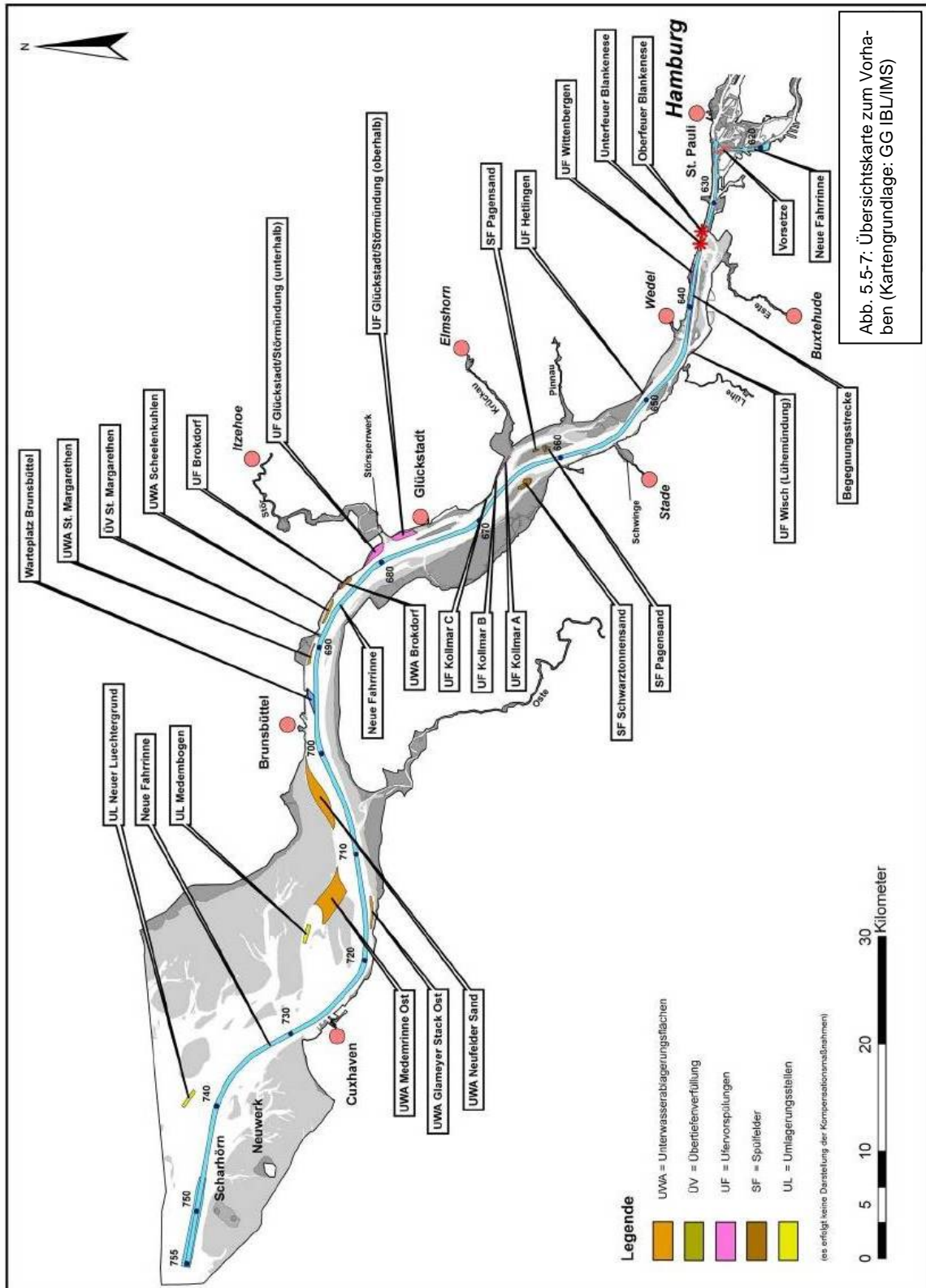
Zum Schutz der mausernden Brandenten (Haupt-Mauserzeit Anfang Juli bis Ende August) im angrenzenden Nationalpark "Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer" erfolgt der Baubeginn für die Unterwasserablagerungsflächen Medemrinne-Ost sowie Neufelder Sand außerhalb des Zeitraums Anfang Juli bis Ende August, damit es auf der Grundlage einer rechtzeitigen, vorübergehenden Verlagerung des Mausergebietes nach Norden zu keiner Fluchtreaktion bereits mausernder Tiere kommt.

## **5.6 Kompensationsmaßnahmen**

Art und erforderlicher Umfang von Kompensationsmaßnahmen wird im Landschaftspflegerischen Begleitplan (LBP) dargelegt. Als geeignete Maßnahme zur Kompensation der Vorhabenswirkungen ist eine Umgestaltung der Schwarztonnensander Nebenelbe in Verbindung mit Maßnahmen im ufernahen Vorland vorgesehen. Einzelheiten der Planung der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahme sind Bestandteil des Landschaftspflegerischen Begleitplanes (Unterlage G, [9]).

## **5.7 Zusammenfassende Darstellung**

Ein Übersichtsplan mit allen Vorhabensbestandteilen der Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe (mit Ausnahme der Kompensationsmaßnahmen) ist in Abb. 5.7-1 dargestellt.



**Für die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes:**

Projektbüro Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe  
beim WSA Hamburg (Bündelungsstelle)

Hamburg, den 08. Februar 2007

Bearbeitet:

gez. Grimm  
Dipl. - Ing.

Aufgestellt:

gez. Osterwald  
Dipl. - Ing.

---

**Für die Freie und Hansestadt Hamburg:**

Hamburg Port Authority (HPA)  
Projektgruppe Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe

Hamburg, den 07. Februar 2007

Bearbeitet:

gez. Ferk  
Dipl. - Geogr.

Aufgestellt:

gez. Oellerich  
Dipl. - Biol.

## 6. Schriftenverzeichnis

- [1] Bundesanstalt für Gewässerkunde (2004): Umweltrisikoeinschätzung und FFH-Verträglichkeitseinschätzung für Projekte an Bundeswasserstraßen. Weitere Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt mit einem Salzwassertiefgang von rd. 14,50 m. BfG-Bericht 1380. Koblenz, März 2004.
- [2] Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2003a): Gutachten "Machbarkeit einer weiteren Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe". Hamburg, Juli 2003.
- [3] Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2003b): Gutachten "Systemanalysen zur hydraulischen Kompensation nachteiliger Entwicklungen der kennzeichnenden Tidewasserstände". Hamburg, Juli 2003.
- [4] Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2003c): Gutachten "Machbarkeit einer weiteren Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe. Ergänzung Variante 4.4 unter Berücksichtigung des Verbringungskonzeptes". Hamburg, Oktober 2003.
- [5] Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2003d): Testat zur Hochwasserneutralität der erwogenen Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe. Hamburg, November 2003.
- [6] Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2006a): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Gutachten zur ausbaubedingten Änderung von Hydrodynamik und Salztransport. (Planfeststellungsunterlage, Teil H.1a). Hamburg 2006.
- [7] Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2006b): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Gutachten zur ausbaubedingten Änderung der morphodynamischen Prozesse. (Planfeststellungsunterlage, Teil H.1c). Hamburg 2006.
- [8] Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2006c): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Gutachten zum Verbringungskonzept für Umlagerungen im Medembogen und im Neuen Luechtergrund. (Planfeststellungsunterlage, Teil H.1f). Hamburg 2006.
- [9] IBL/IMS (2006a): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Landschaftspflegerischer Begleitplan (LBP). (Planfeststellungsunterlage, Teil G). Oldenburg/Hamburg 2006.
- [10] IBL/IMS (2006b): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. UVU - Teilgutachten "Lärm". (Planfeststellungsunterlage, Teil H.8). Oldenburg/Hamburg 2006.

- [11] IBL/IMS (2006c): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. UVU - Teilgutachten "Wasser: Oberirdische Gewässer - Wasserbeschaffenheit/Stoffhaushalt". (Planfeststellungsunterlage, Teil H.2a). Oldenburg/Hamburg 2006.
- [12] IMS (2006): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Gutachten "Sachgüter/Betroffenheiten Dritter". (Planfeststellungsunterlage, Teil J.1). Hamburg 2006.
- [13] ISL (2006) Untersuchung des zukünftigen seewärtigen Schiffsverkehrs der Außen- und Unterelbe. (Statische Untersuchung). Bremen 2006.
- [14] MSCW (2004): Voruntersuchungen zur weiteren Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe. Trassierungselemente der geplanten Fahrrinne. Durchgeführt von: Hochschule Wismar, Fachbereich Seefahrt, Maritimes Simulationszentrum Warnemünde (MSCW). Wismar, Dezember 2004.
- [15] PLANCO (2004): Nutzen-Kosten-Untersuchung zum Fahrrinnenausbau der Unter- und Außenelbe. Schlussbericht. Essen, Januar 2004.
- [16] Projektbüro Fahrrinnenanpassung (2006): Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Erläuterungsbericht, Teil B.1: Bedarfsbegründung. Hamburg 2006.
- [17] Projektgruppe Voruntersuchung Fahrrinnenanpassung (2004): Machbarkeitsstudie zur weiteren Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe (Arbeitsfassung). Hamburg 2004.
- [18] Steinfeld und Partner (2005): Köhlbrand / Sicherung der Nordostböschung. Bau- grundbeurteilung und Empfehlungen zu den vorgesehenen Sicherungsmaßnahmen. Hamburg 2005.