

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

## **Planfeststellungsunterlage Teil B.1**

### **Erläuterungsbericht**

## **Bedarfsbegründung**

**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 .....	4
2.	Bedeutung des Hafens.....	6
3.	Umschlagsentwicklung / Prognose .....	10
4.	Schiffsgrößenentwicklung / Prognose.....	15
5.	Folgen der gegenwärtigen Anlaufverhältnisse / Notwendiger Ausbau.....	23
5.1	Gegenwärtige Anlaufverhältnisse .....	23
5.2	Folgen der gegenwärtigen Anlaufverhältnisse .....	25
5.3	Notwendiger Ausbau.....	27
6.	Zusammenfassung.....	29
7.	Darstellung und Bewertung geprüfter Ausbauvarianten .....	31
7.1	Übersicht über die untersuchten Ausbauvarianten .....	31
7.2	Bewertung der Ausbauvarianten.....	38
7.2.1	Hydrologische Folgen .....	38
7.2.2	Ökologische Folgen .....	40
7.2.3	Nautische und technische Rahmenbedingungen.....	41
7.2.4	Wirtschaftlichkeitsuntersuchung.....	45
7.3	Gesamtbewertung.....	47
7.4	Weiterführende planerische Überlegungen zur Zielvariante .....	48
8.	Schriftenverzeichnis .....	52

## Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Direkte und indirekte hafengebundene Beschäftigung.....	8
Tab. 4-2:	Containerschiffe ab 3.000 TEU in der Fernostfahrt mit Nordrange/Hamburg .....	18
Tab. 5.1-1:	Anzahl Schiffereignisse Vollcontainerschiffe in Hamburg nach tatsächlichen Tiefgängen .....	23
Tab. 5.2-1:	Jährliche Effekte eines Verzichts auf einen Ausbau der Fahrrinne.....	27
Tab. 7.1-1:	Übersicht über die untersuchten Ausbauvarianten .....	32
Tab. 7.2.2-1:	Baggereingriffsflächen der untersuchten Varianten .....	41
Tab. 7.2.4-1:	Nutzen und Kosten der Varianten der Fahrrinnenanpassung.....	46
Tab. 7.3-1:	Gesamtbewertung der Ausbauvarianten.....	47

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Metropolregion Hamburg .....	6
Abb. 2-2:	Hafenabhängig Beschäftigte in der Metropolregion Hamburg und auf dem Gebiet der FHH 2005 .....	7
Abb. 2-3:	Hafenabhängig Beschäftigte in der Metropolregion nach Ladungskategorien 2005 .....	8
Abb. 3-1:	Umschlag des Hamburger Hafens nach Ladungskategorien.....	10
Abb. 3-2:	Steigerungsraten des Containerumschlags (bezogen auf TEU) im Hamburger Hafen.....	11
Abb. 3-3:	Containerumschlag im Hamburger Hafen nach Fahrtgebieten.....	12
Abb. 3-4:	Marktanteilsentwicklung im Containerumschlag der Hamburg-Antwerpen-Range.....	13
Abb. 4-1:	Entwicklung Containerflotte Anzahl versus Stellplatzkapazität .....	16
Abb. 4-2:	Anzahl Containerschiffe ab 3.000 TEU in der Fernost-Nordrangefahrt .....	17
Abb. 4-3:	Anteile von Tiefgangsklassen an Weltcontainerflotte/Orderbuch.....	18
Abb. 4-4:	Entwicklung der Welthandelsströme .....	19
Abb. 4-5:	Umschlag von Vollcontainerschiffen im Hamburger Hafen nach Containerschiffsgrößensegmenten (2004).....	21
Abb. 7.1-1:	Ausbauvariante 1 im Längsprofil.....	34
Abb. 7.1-2:	Ausbauvariante 2 im Längsprofil.....	34
Abb. 7.1-3:	Ausbauvariante 2.1 im Längsprofil.....	35
Abb. 7.1-4:	Ausbauvariante 3 im Längsprofil.....	35
Abb. 7.1-5:	Ausbauvariante 4 im Längsprofil.....	36
Abb. 7.1-6:	Ausbauvariante 5 im Längsprofil.....	36
Abb. 7.1-7:	Ausbauvariante 5.1 im Längsprofil.....	37
Abb. 7.1-8:	Ausbauvariante 6 im Längsprofil.....	37
Abb. 7.2.1-1:	Differenz des Tidehubes zum Ist-Zustand für 8 Varianten entlang der Fahrwassertrasse.....	39
Abb. 7.2.3-1:	Zeitliche Lage der Tidefenster der Ausbauvarianten und der Vorflutrestriktion Köhlbrand / mittlerer Freihafen.....	42

## 1. Einleitung

Die Freie und Hansestadt Hamburg (FHH) hat am 27. Februar 2002 einen weiteren Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe beim hierfür zuständigen Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen beantragt. Auf dieser Grundlage wurde im Dezember 2002 von der Wasser- und Schifffahrsdirektion Nord sowie vom damaligen Amt Strom- und Hafenanbau der Behörde für Wirtschaft und Arbeit (heute Hamburg Port Authority) eine Projektgruppe beauftragt, den weiteren Fahrrinnenausbau planerisch vorzubereiten.

In einem ersten Planungsschritt wurde im Rahmen einer Voruntersuchung die Aufnahme des Vorhabens in den Bundesverkehrswegeplan vorbereitet. Die einzelnen Teil-Untersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbau (hydrologische Machbarkeitsuntersuchung und Hochwassertestat), der Bundesanstalt für Gewässerkunde (Umweltrisikoeinschätzung) und der Planco Consulting GmbH (Nutzen-Kosten-Untersuchung) wurden in einer „Machbarkeitsstudie zur weiteren Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe“<sup>1</sup> zusammengefasst. Die Voruntersuchung hatte zum Ergebnis, dass eine weitere Fahrrinnenanpassung aus hydrologischer Sicht machbar, zudem hochwasserneutral und ökologisch vertretbar sowie volkswirtschaftlich hoch rentabel ist.

Auf Grundlage eines Beschlusses des Bundeskabinetts vom September 2004 wurde den zuständigen Dienststellen des Bundes und Hamburgs der uneingeschränkte Planungsauftrag zur weiteren Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe erteilt.

In der folgenden Bedarfsbegründung wird dargelegt, warum der beantragte Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe aus ökonomischen Gründen vernünftigerweise geboten ist. Hierzu wird zunächst in Kapitel 2 die Bedeutung des Hamburger Hafens für Beschäftigung und Wertschöpfung in Hamburg und der Metropolregion Hamburg erläutert. Insbesondere wird dabei auf die Bedeutung des Containerumschlags eingegangen.

In Kapitel 3 wird die Umschlagsentwicklung seit 1990 dargestellt. Hervorgehoben wird dabei die Entwicklung seit der Fertigstellung des vorherigen Fahrrinnenausbaus im Jahr 1999. Nachdem die Bedeutung verschiedener Fahrtgebiete für den Containerumschlag im Hamburger Hafen und die Marktanteilsentwicklung in der Hamburg-Antwerpen-Range analysiert wird, werden die zukünftigen Umschlagspotenziale des Hamburger Hafens benannt.

Kapitel 4 setzt sich mit der Schiffsgrößenentwicklung auseinander. Dabei wird sowohl auf die Entwicklung der Weltcontainerflotte als auch auf die Hamburg anlaufenden Containerschiffe eingegangen. Es werden die Entwicklung der Vergangenheit und die erwarteten Zukunftsentwicklungen beschrieben. Außerdem wird die Bedeutung verschiedener Schiffsgrößenklassen für den Hamburger Hafen herausgearbeitet.

Die Auswirkungen der gegenwärtigen Anlaufverhältnisse werden in Kapitel 5 beschrieben. Dabei werden auch die Anlaufverhältnisse in Konkurrenzhäfen Hamburgs und die zu erwartende Reaktion der Reedereien auf Zugangsrestriktionen berücksichtigt. Weiterhin werden

---

<sup>1</sup> Projektgruppe Voruntersuchung Fahrrinnenanpassung (2004): Machbarkeitsstudie zur weiteren Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe (Arbeitsfassung). Hamburg 2004. Im Folgenden „Machbarkeitsstudie“.

für den Fall, dass die Fahrinne von Unter- und Außenelbe nicht ausgebaut wird, die Auswirkungen auf Umschlag, Beschäftigung und Wertschöpfung abgeschätzt.

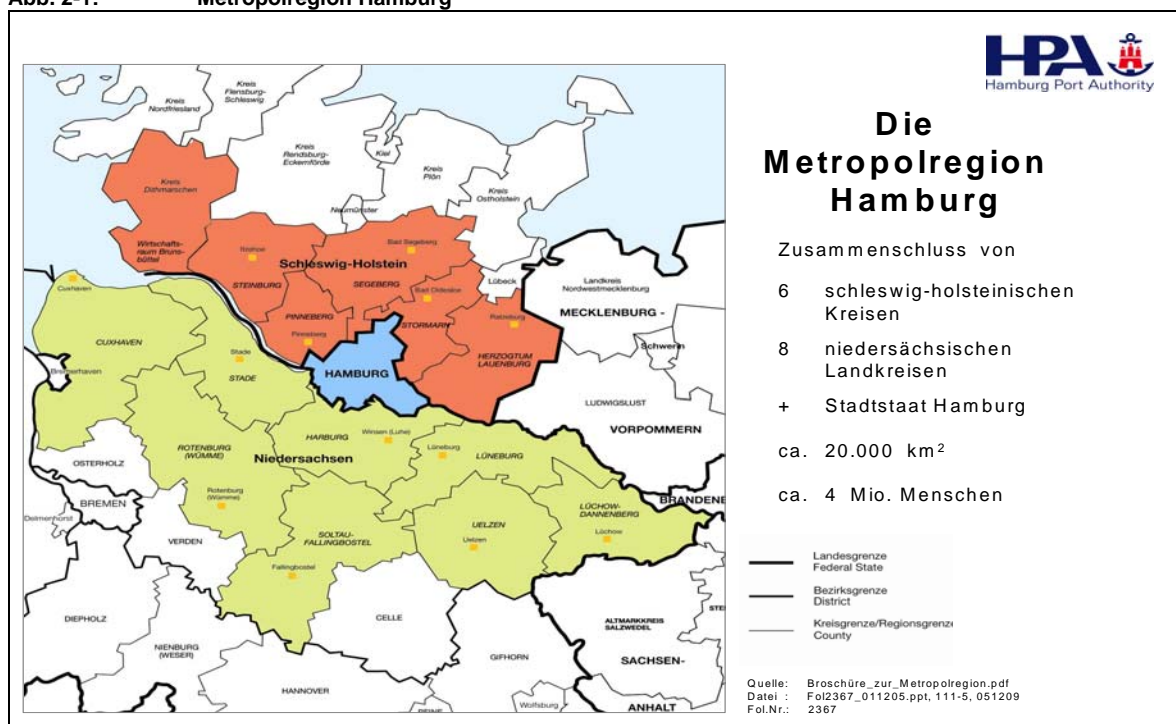
Am Ende jedes Kapitels werden die wesentlichen Aussagen zusammengefasst. In Kapitel 6 werden diese Aussagen über alle Kapitel zusammengefasst.

Im abschließenden Kapitel 7 werden die geprüften und bewerteten Ausbauvarianten für eine Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe dargestellt.

## 2. Bedeutung des Hafens

Der Hamburger Hafen ist einer der wichtigsten Wirtschaftsfaktoren Hamburgs und der Metropolregion Hamburg<sup>2</sup>. Der Hafen generiert Beschäftigung und damit auch Wertschöpfung und Steuereinnahmen. In einer von der Hamburg Port Authority in Auftrag gegebenen Untersuchung<sup>3</sup> wurden die entsprechenden Daten ermittelt. Danach waren im Jahr 2005 in der Metropolregion Hamburg etwa 156.000 Arbeitsplätze direkt oder indirekt vom Hamburger Hafen abhängig (2001: 145.000; 2004: 154.000). Davon waren ca. 133.000 Arbeitsplätze auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg angesiedelt (2001: 125.000; 2004: 131.000), diese entsprechen 12,7 % der gesamten Beschäftigung in Hamburg.

Abb. 2-1: Metropolregion Hamburg



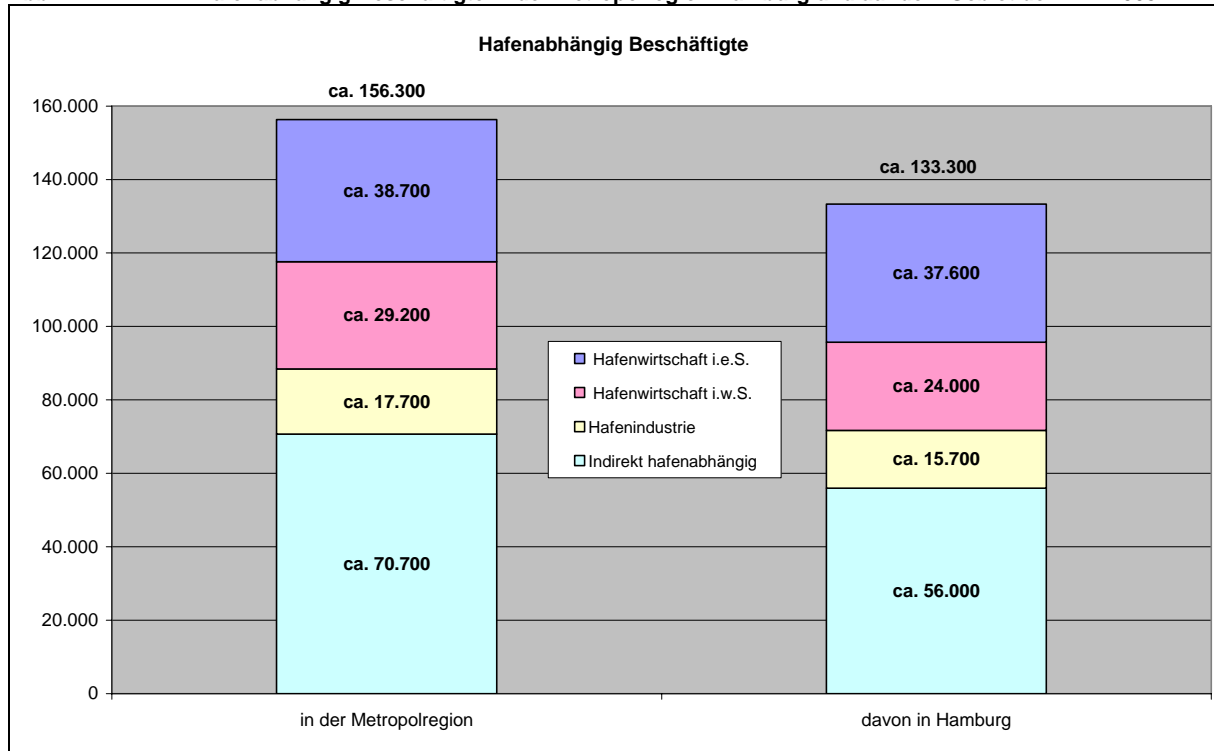
Somit weist der Hamburger Hafen seit Entwicklung der aktuellen Fortschreibungssystematik für wirtschaftliche Kennziffern im Jahr 2001 einen positiven Trend bei der hafenabhängigen Beschäftigung auf.

<sup>2</sup> Zur Metropolregion Hamburg (Abb. 2-1) gehören neben Hamburg die Kreise Dithmarschen, Steinburg, Pinneberg, Segeberg, Stormarn und Herzogtum Lauenburg sowie die Landkreise Cuxhaven, Stade, Rotenburg (Wümme), Harburg, Soltau-Fallingb., Lüneburg, Uelzen und Lüchow-Dannenberg.

<sup>3</sup> Planco Consulting GmbH: Fortschreibung der Berechnungen zur *Regional- und gesamtwirtschaftlichen Bedeutung des Hamburger Hafens im Jahr 2001*. Essen, Juli 2006. Im Folgenden „Wertschöpfungsgutachten“.

Abb. 2-2 gibt die Verteilung der hafenabhängigen Beschäftigung in Hamburg und der Metropolregion Hamburg nach Wirtschaftszweigen wieder.

**Abb. 2-2: Hafengebäude Beschäftigte in der Metropolregion Hamburg und auf dem Gebiet der FHH 2005**



Quelle: Planco, Wertschöpfungsgutachten.

Wie aus Abb. 2-2 zu erkennen ist, entsteht durch den Hamburger Hafen bei weitem nicht nur Beschäftigung in der Hafenwirtschaft im engeren Sinne (i.e.S.), zu der z.B. Umschlags- oder Verkehrsbetriebe gehören. Beschäftigung wird durch den Hafen vielmehr auch in der Hafenwirtschaft im weiteren Sinne (i.w.S.) – dazu gehören z.B. Finanzdienstleistungen und die öffentliche Verwaltung – und in Unternehmen, die Vorprodukte oder Produkte über den Hafen im- oder exportieren, der Hafenindustrie, geschaffen. Die Beschäftigten der Hafenwirtschaft i.e.S., der Hafenwirtschaft i.w.S. und der Hafenindustrie werden als direkt hafenabhängig bezeichnet. Mehr als die Hälfte der hafenabhängigen Beschäftigung in der Metropolregion entsteht aber durch die Nachfrage nach Investitionsgütern und Vorleistungen durch die vorgenannten Bereiche und durch den Konsum der hafenabhängig Beschäftigten. Der Hamburger Hafen wirkt damit in praktisch allen Wirtschaftsbereichen der Metropolregion in signifikantem Umfang positiv auf die Beschäftigung (Tab. 2-1).

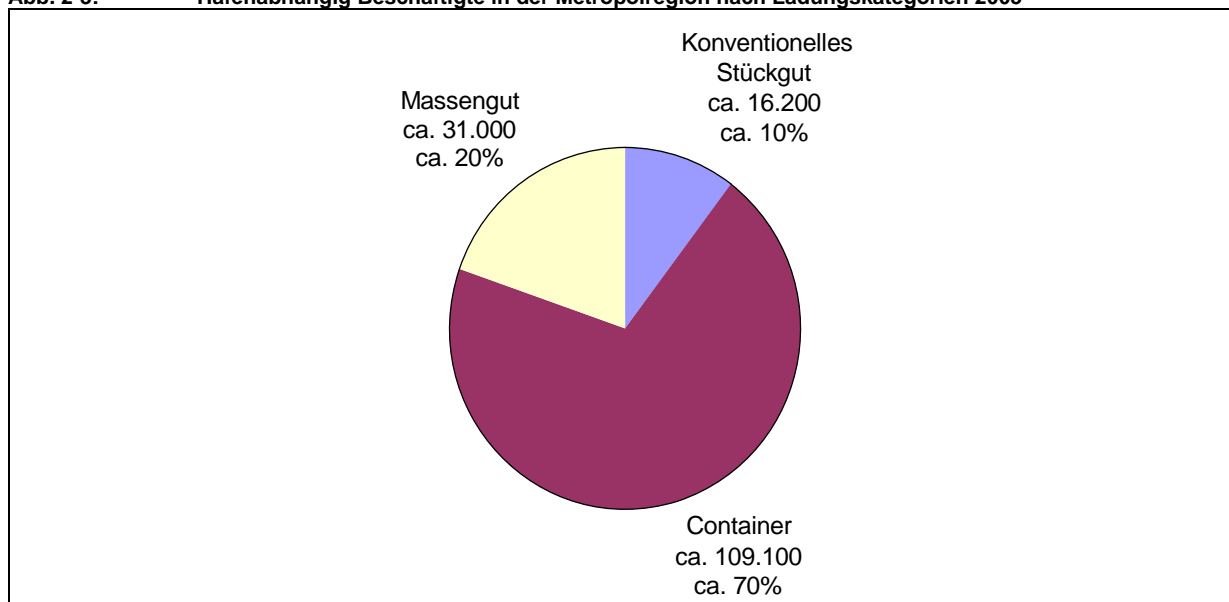
Tab. 2-1: Direkte und indirekte hafenabhängige Beschäftigung

Arbeitsplätze	Beschäftigungsbereich	Hamburg	Metropolregion
direkt hafenabhängig	1 Hafenwirtschaft i.e.S. (Umschlag, Verkehr...)	ca. 37.600	ca. 38.700
	2 Hafenwirtschaft i.w.S. (Finanzdienstleistungen...)	ca. 24.000	ca. 29.200
	3 Hafenindustrie (Im- und Export über Hafen)	ca. 15.700	ca. 17.700
indirekt hafenabhängig	4 Vorleistungs- und Investitionsgüternachfrage von 1-3	ca. 50.500	ca. 64.500
	5 Konsum der hafenabhängig Beschäftigten in 1-4	ca. 5.500	ca. 6.200
<b>Summe</b>		<b>ca. 133.300</b>	<b>ca. 156.300</b>

Quelle: Planco, Wertschöpfungsgutachten.

Wird die hafenabhängige Beschäftigung in der Metropolregion auf die verschiedenen Ladungskategorien aufgeteilt (Abb. 2-3), so zeigt sich, dass ca. 70 % der hafenabhängigen Beschäftigung dem Containerumschlag zuzuordnen sind.

Abb. 2-3: Hafenabhängig Beschäftigte in der Metropolregion nach Ladungskategorien 2005



Quelle: Planco, Wertschöpfungsgutachten; eigene Berechnungen.

Durch den Hamburger Hafen wird über die Beschäftigung auch Wertschöpfung generiert. Auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg waren dies laut Wertschöpfungsgutachten im Jahre 2005 etwa 11,5 Mrd. €. Das entspricht ca. 14 % der gesamten Bruttowertschöpfung in Hamburg. Wird die gesamte Metropolregion Hamburg betrachtet, wurden durch den Hamburger Hafen im Jahr 2005 etwa 13,1 Mrd. € Wertschöpfung erbracht.

Neben Beschäftigung und Wertschöpfung belegen auch die durch den Hafen entstehenden Steuereinnahmen die Bedeutung des Hamburger Hafens. Werden die hafenabhängigen Einnahmen aus der Lohn- und Einkommensteuer, der Umsatzsteuer, der Gewerbesteuer und der Körperschaftsteuer addiert, so gelangt man für das Jahr 2005 zu etwa 848 Mio. € hafenabhängigen Steuereinnahmen für die Freie und Hansestadt Hamburg.



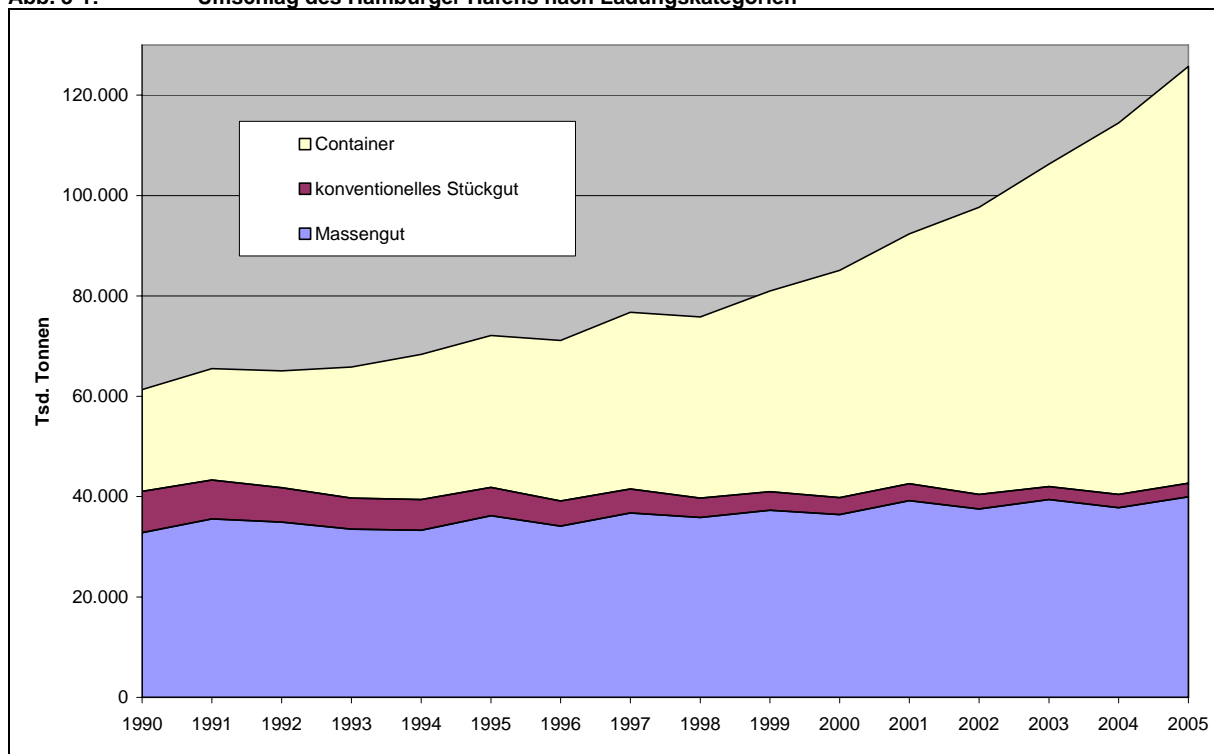
Alle in diesem Kapitel genannten Angaben zur Bedeutung des Hafens beziehen sich auf Effekte, die entweder der Hafenwirtschaft und der Hafenindustrie zuzurechnen sind oder durch unmittelbare wirtschaftliche Verflechtungen mit diesen Bereichen entstehen. Nicht unerheblich ist aber auch der Nutzen für Hamburg und seine Metropolregion, der durch die touristische Bedeutung des Hamburger Hafens entsteht. Es kann davon ausgegangen werden, dass die touristische Attraktivität Hamburgs wesentlich auf den wirtschaftlichen Erfolg des Hafens zurückzuführen ist.

- **Etwa 156.000 Arbeitsplätze waren im Jahr 2005 in der Metropolregion Hamburg direkt oder indirekt vom Hamburger Hafen abhängig. Davon waren ca. 109.100 bzw. 70 % dem Containerumschlag zuzuordnen.**
- **In der Metropolregion Hamburg wurden im Jahr 2005 durch den Hafen direkt und indirekt etwa 13,1 Mrd. € Wertschöpfung generiert.**
- **Im Jahr 2005 wurden für die Freie und Hansestadt Hamburg etwa 848 Mio. € hafenabhängige Steuereinnahmen generiert.**

### 3. Umschlagsentwicklung / Prognose

Der Umschlag im Hamburger Hafen hat sich über die letzten 15 Jahre nahezu kontinuierlich nach oben entwickelt (Abb. 3-1). Wurden 1990 61,4 Mio. Tonnen umgeschlagen, waren es 2005 schon 125,7 Mio. Tonnen. Dies entspricht einer durchschnittlichen jährlichen Steigerung von 4,9 %. Wachstumsträger war dabei der Containerumschlag, der sich im gleichen Zeitraum von 20,3 Mio. Tonnen auf 83,0 Mio. Tonnen um jährlich durchschnittlich 9,8 % erhöhte. In TEU<sup>4</sup> entsprach dies einer Entwicklung von 2,0 Mio. TEU im Jahr 1990 auf 8,1 Mio. TEU im Jahr 2005, also einer Steigerung von jährlich durchschnittlich 9,9 %.

Abb. 3-1: Umschlag des Hamburger Hafens nach Ladungskategorien



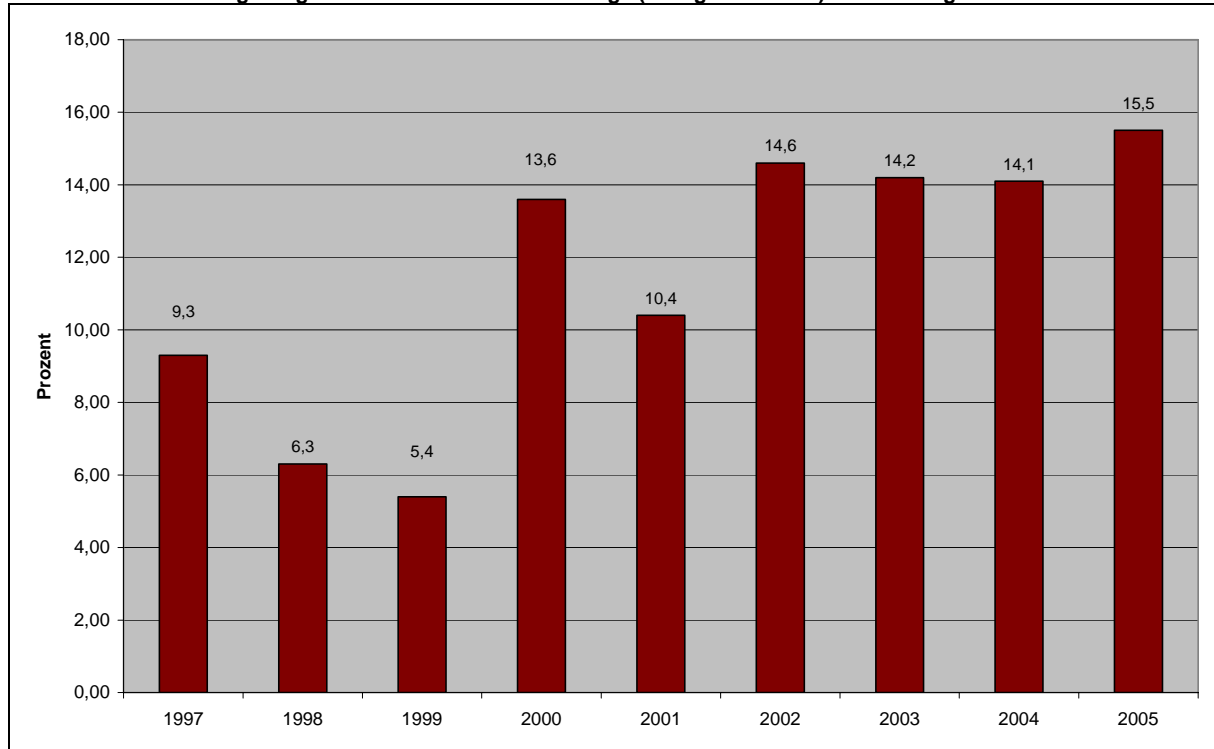
Quelle: Hamburg Port Authority.

Ende 1999 wurde die vorherige Fahrrinnenanpassung weitestgehend fertig gestellt und die neuen Tiefgänge für die Containerschiffahrt freigegeben. Seit dem Jahr 2000 weist der Containerumschlag im Hamburger Hafen zweistellige Wachstumsraten auf (Abb. 3-2).<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Standardisiertes Volumenmaß für Container. TEU = Twenty Feet Equivalent Unit (20-Fuß-Container)

<sup>5</sup> Im Jahr 2006 wird die Wachstumsrate beim Containerumschlag im Hamburger Hafen voraussichtlich etwas geringer ausfallen als in den Vorjahren. Ursache hierfür sind Umstrukturierungen der Dienste der Grand Alliance, die in Folge der Übernahme von P & O Nedlloyd durch Maersk Sealand wettbewerbsrechtlich erforderlich geworden waren. Mit einem Zuwachs des Hamburger Containerumschlags in Höhe von gut 11 % in den ersten fünf Monaten des Jahres 2006 wird die Entwicklung 2006 aber trotzdem äußerst positiv sein.

Abb. 3-2: Steigerungsraten des Containerumschlags (bezogen auf TEU) im Hamburger Hafen



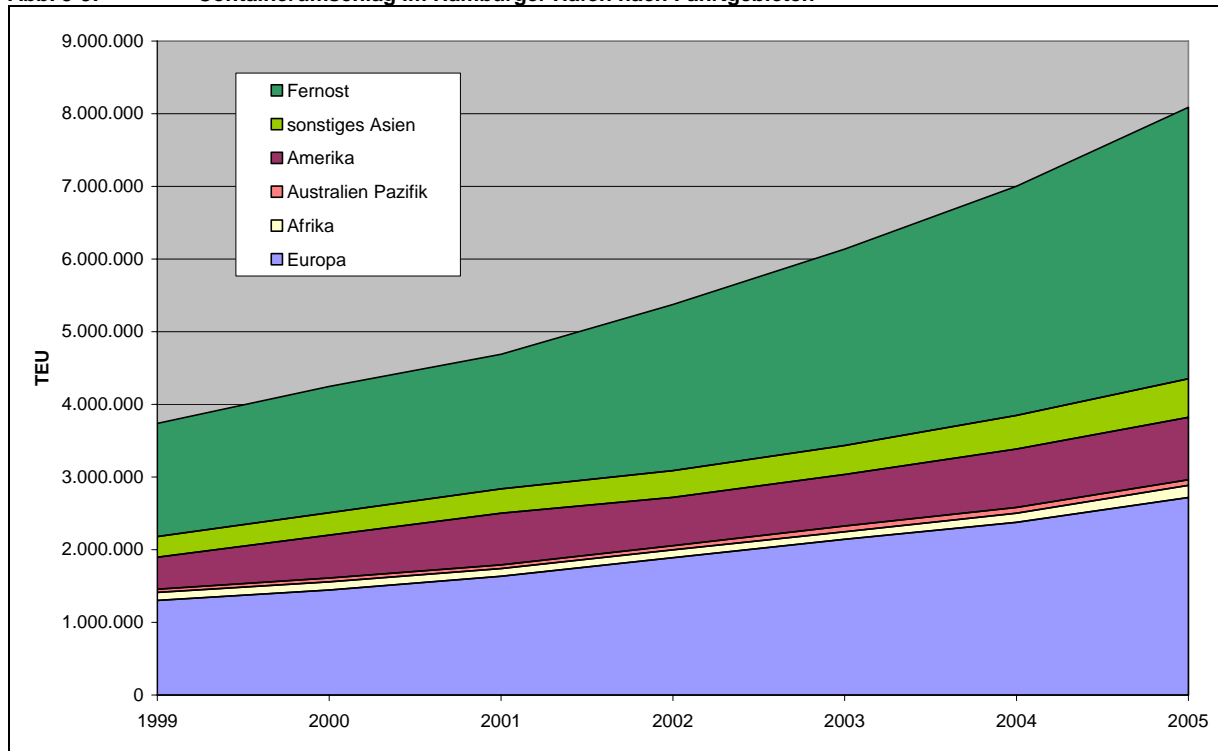
Quelle: Hamburg Port Authority.

Dabei hat insbesondere der Umschlag mit Fernost<sup>6</sup> zugenommen (Abb. 3-3). Betrag dieser 1999 noch 1,6 Mio. TEU, waren es 2005 mit 3,7 Mio. TEU schon mehr als doppelt so viel. Der Anteil des Umschlags mit Fernost am gesamten Containerumschlag im Hamburger Hafen wuchs im gleichen Zeitraum überproportional von 41,6 % auf 46,2 % um 4,6 Prozentpunkte. Der Containerumschlag mit Fernost generiert außerdem einen Teil des Umschlags im Hamburger Hafen mit dem Fahrtgebiet Europa: Ein Teil des Containerumschlags mit Fernost wird entweder zunächst per Feeder<sup>7</sup> aus anderen europäischen Häfen heran- oder in andere europäische Häfen weitergefahren. Damit ist der Umschlag mit Fernost für deutlich mehr als die Hälfte des Containerumschlags im Hamburger Hafen verantwortlich.

<sup>6</sup> Wichtigste Handelspartner: China, Japan, Singapur, Südkorea, Taiwan

<sup>7</sup> Als Feeder werden Verkehre bezeichnet, die Zubringer- bzw. Weiterverteilungsfunktion für den Überseeverkehr haben.

Abb. 3-3: Containerumschlag im Hamburger Hafen nach Fahrtgebieten



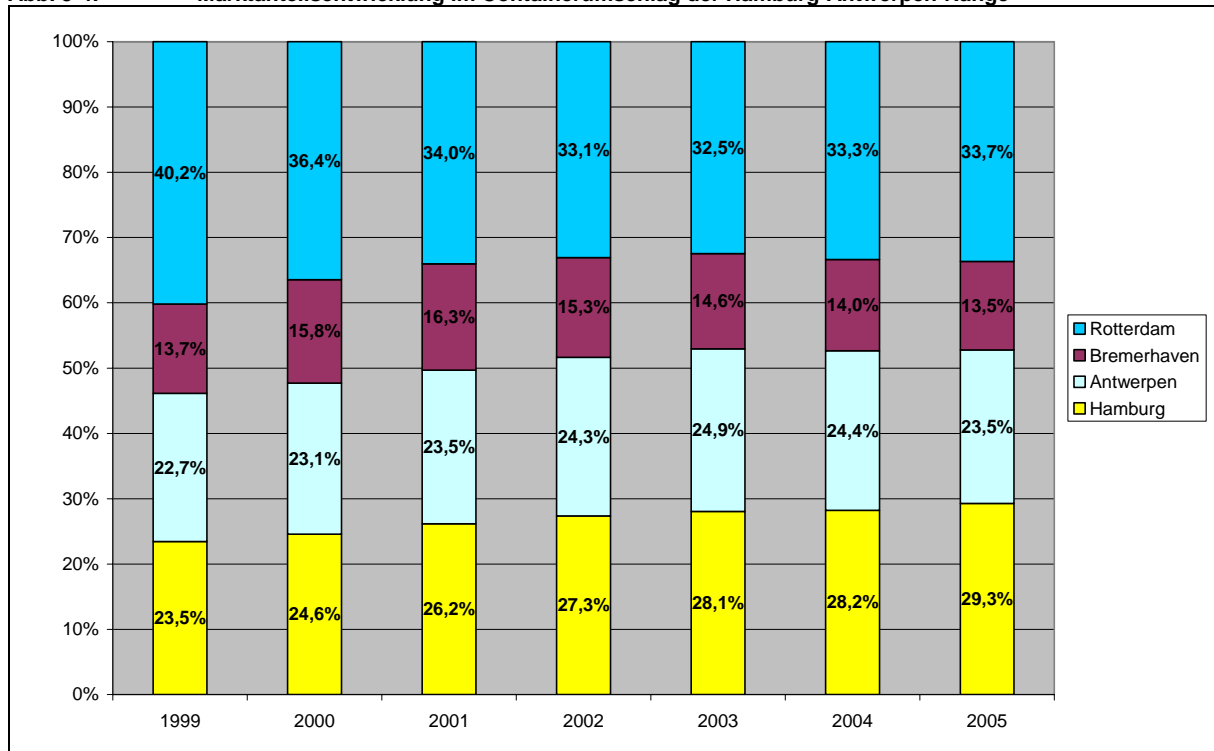
Quelle: Hamburg Port Authority.

Die seit 1999 herausragende Entwicklung des Containerumschlags im Hamburger Hafen hat zu einer Zunahme des Marktanteils Hamburgs in der Hamburg-Antwerpen-Range<sup>8</sup> geführt (Abb. 3-4). 1999 wurden von den 16,9 Mio. TEU Containerumschlag in der Hamburg-Antwerpen-Range 23,5 % in Hamburg umgeschlagen. 2005 betrug der Anteil Hamburgs an den in diesem Jahr 27,6 Mio. TEU Containerumschlag in der Hamburg-Antwerpen-Range 29,3 %. Hamburg konnte seinen Marktanteil also um nahezu 6 Prozentpunkte ausbauen.

Der Welthandel wird nach Einschätzung des Internationalen Währungsfonds auch künftig florieren. So wird erwartet, dass der Welthandel im Jahr 2006 auf Grund der zunehmenden globalen Arbeitsteilung mit einem Plus von gut 7 % deutlich stärker wachsen wird als die Weltwirtschaft mit gut 4 %. China ist dabei Hauptmotor dieser Entwicklung. Für den Containerschifftransport rechnet das Marktforschungsunternehmen Global Insight für die kommenden Jahre mit Zuwächsen im jeweils knapp zweistelligen Bereich.

<sup>8</sup> Als Hamburg-Antwerpen-Range werden die Häfen Hamburg, Bremen/Bremerhaven, Rotterdam und Antwerpen bezeichnet.

Abb. 3-4: Marktanteilsentwicklung im Containerumschlag der Hamburg-Antwerpen-Range



Quelle: Hamburg Port Authority.

Damit ist auch für den Hamburger Hafen in Zukunft von einem weiteren Steigerungspotenzial des Umschlags auszugehen. So kommt die Umschlagprognose<sup>9</sup> des Instituts für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) zu dem Ergebnis, dass der Hamburger Hafen im Jahr 2015 ein Umschlagspotenzial von etwa 220 Mio. Tonnen haben wird. In einem Ausblick auf 2020 wird von etwa 270 Mio. Tonnen ausgegangen. Wachstumsträger wird dabei eindeutig der Containerumschlag sein. Hier sieht die ISL-Prognose für das Jahr 2015 ein Potenzial von etwa 18 Mio. TEU bzw. gut 23 Mio. TEU im Jahr 2020. Der Anteil des Umschlags mit Fernost wird dabei um noch einmal gut fünf Prozentpunkte anwachsen und dann schon ohne die durch Fernostverkehre generierten Europaverkehre sowohl im Jahr 2015 als auch im Jahr 2020 über 50 % liegen. Voraussetzung für die Realisierung dieses Potenzials sind der Umschlagprognose zufolge die Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe sowie der bedarfsgerechte Ausbau der Containerumschlagkapazität im Hamburger Hafen.

<sup>9</sup> Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik: Dynamisierung der außenhandelsbasierten Umschlagprognose des Hafens Hamburg. Bremen, November 2004. Im Folgenden „ISL-Prognose“.

- **Der Umschlag im Hamburger Hafen hat sich von 1990 bis 2005 mit einer jährlichen Steigerungsrate von durchschnittlich 4,9 % entwickelt. Wachstumsträger war dabei der Containerumschlag mit jährlich durchschnittlich 9,9 % Zuwachs.**
- **Seit der vorherigen Elbvertiefung weist der Containerumschlag zweistellige Wachstumsraten auf. Insbesondere der Containerumschlag mit Fernost hat dabei zugenommen.**
- **Der Hamburger Hafen hat seit 1999 in der Hamburg-Antwerpen-Range 6 Prozentpunkte Marktanteil gewonnen.**
- **Bis 2015 ist von einem Anstieg des Containerumschlags im Hamburger Hafen auf etwa 18 Mio. TEU auszugehen. Dabei wird der Anteil des Fernostverkehrs um gut 5 Prozentpunkte auf über 50 % ansteigen.**

#### 4. Schiffsgrößenentwicklung / Prognose

Der Warenumsatz im Container blickt auf eine noch relative kurze Entwicklung zurück. So wird im Hamburger Hafen der Containerumsatz erst seit 1966 statistisch erfasst. Die Geschichte der Containerschiffe ist noch kürzer, da Container zunächst auf Mehrzweckschiffen transportiert wurden. Nachdem sich das Containerschiff als Schiffstyp etabliert hatte, begann eine Entwicklung, die zu immer größeren Schiffseinheiten führte. Durch die Zunahme der Schiffsgrößen wurden die Stückkosten des Transports wesentlich gesenkt. Ein Rückgang der Kosten fand insbesondere beim Seetransport statt. Sowohl die Investitionskosten als auch die Betriebskosten eines Containerschiffs steigen unterproportional zu seiner Stellplatzkapazität. Die Fixkosten verteilen sich somit auf eine größere Anzahl von Containern, und es entstehen Massentransportvorteile<sup>10</sup>. Beim Hafenaufenthalt spielen Economies of Scale eine deutlich geringere Rolle als beim Seetransport.

Bedingung dafür, dass die beschriebenen Economies of Scale tatsächlich auftreten, ist, dass die Stellplatzkapazität der Containerschiffe in hohem Maße ausgelastet ist. Andernfalls verteilen sich die Investitions- und Betriebskosten auf eine geringere Anzahl von Containern, und der Kostenvorteil großer Containerschiffe kehrt sich in einen Kostennachteil um.

Der Markt für Containerliniendienste wird maßgeblich von großen Reedereiallianzen bzw. Reedereikonsortien bestimmt. Die Allianzen bzw. Konsortien ermöglichen durch die Bündelung großer Warenmengen eine hohe Auslastung der Stellplatzkapazität großer Schiffstypen bei gleichzeitig hoher Servicequalität wie z.B. einer hohen Abfahrtsdichte. Die Erhöhung der Auslastung der Stellplatzkapazität geht mit einer Erhöhung des tatsächlichen Tiefgangs eines Containerschiffs einher.

Nach dieser kurzen Darstellung der grundsätzlichen Zusammenhänge wird im Folgenden für den Zeitraum ab 1994 die tatsächliche Entwicklung der Containerschiffsflotte sowohl weltweit als auch für den Hamburger Hafen aufgezeigt. Dabei wird insbesondere auf Ergebnisse einer ISL-Studie zum Schiffsverkehr auf der Außen- und Unterelbe zurückgegriffen<sup>11</sup>.

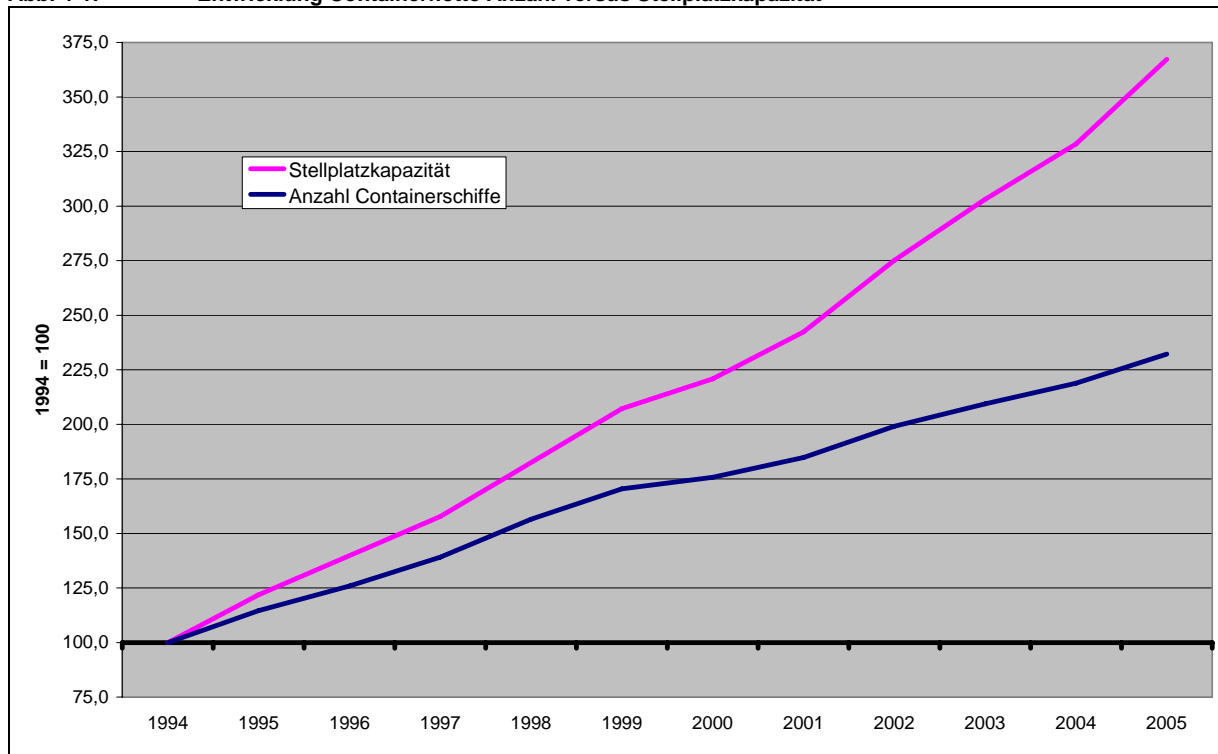
Die Entwicklung zu immer größeren Schiffseinheiten in der Containerschiffahrt ist unter anderem daran abzulesen, dass im Zeitraum 1994 bis 2005 die Anzahl der Containerschiffe der Welthandelsflotte um jährlich durchschnittlich 8,0 %, die Stellplatzkapazität aber gleichzeitig um jährlich durchschnittlich 12,6 % zugenommen hat (Abb. 4-1).

Die durchschnittliche Stellplatzkapazität je Schiffseinheit der Weltcontainerflotte entwickelte sich im Zeitraum von 1994 bis 2005 von 1.414 TEU auf 2.237 TEU. Die maximale Stellplatzkapazität stieg im selben Zeitraum von 4.469 TEU auf 8.468 TEU. Dass der Trend zu größeren Schiffseinheiten anhält, wird deutlich, wenn man die Ablieferungen der nächsten Jahre betrachtet. Die im Jahr 2006 fertig gestellten Containerschiffe werden eine durchschnittliche Stellplatzkapazität von 3.890 TEU und die im Jahr 2007 fertig gestellten eine von 4.480 TEU haben. Die durchschnittliche Stellplatzkapazität der Weltcontainerflotte wird sich daher noch weiter erhöhen.

<sup>10</sup> Diese Gesetzmäßigkeit steigender Erträge durch sinkende Durchschnittskosten bei steigender Produktionsmenge wird auch "Economies of Scale" genannt.

<sup>11</sup> Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik: Untersuchung des zukünftigen seewärtigen Schiffsverkehrs der Außen- und Unterelbe (Statische Untersuchung). Bremen, 2006. Im Folgenden „Schiffsverkehrsgutachten“.

Abb. 4-1: Entwicklung Containerflotte Anzahl versus Stellplatzkapazität



Quelle: Schiffsverkehrsgutachten.

Große und damit tief gehende Containerschiffe werden insbesondere im Verkehr zwischen Europa und Fernost eingesetzt. So verkehrten im Jahr 2005 zwischen Fernost und der europäischen Nordrange<sup>12</sup> 31 Dienste<sup>13</sup> mit 258 Schiffen mit einer jeweiligen Stellplatzkapazität ab 3.000 TEU. Die durchschnittliche Stellplatzkapazität dieser Schiffe betrug 5.678 TEU. Davon liefen 25 Dienste, also gut 80 %, den Hamburger Hafen mit 207 Schiffen an. Im Jahr 1999, dem Jahr der Fertigstellung des vorherigen Fahrinnenausbaus, verkehrten 21 Dienste mit 177 Containerschiffen mit einer Stellplatzkapazität größer 3.000 TEU zwischen Fernost und der europäischen Nordrange. Die durchschnittliche Stellplatzkapazität dieser Schiffe betrug 4.475 TEU. Hamburg liefen davon 15 Dienste, also 71,4 %, mit 133 Containerschiffen an. Die durchschnittliche Stellplatzkapazität der Hamburg anlaufenden Containerschiffe in diesem Segment hat von 1999 bis 2005 von 4.445 TEU auf 5.460 TEU zugenommen (Tab. 4-1).

<sup>12</sup> Als Nordrange werden die Häfen von Le Havre als südlichster bis Hamburg als nordöstlichster Hafen bezeichnet.

<sup>13</sup> Ein Dienst ist eine turnusmäßige (z.B. wöchentliche) Verbindung zwischen bestimmten Häfen.



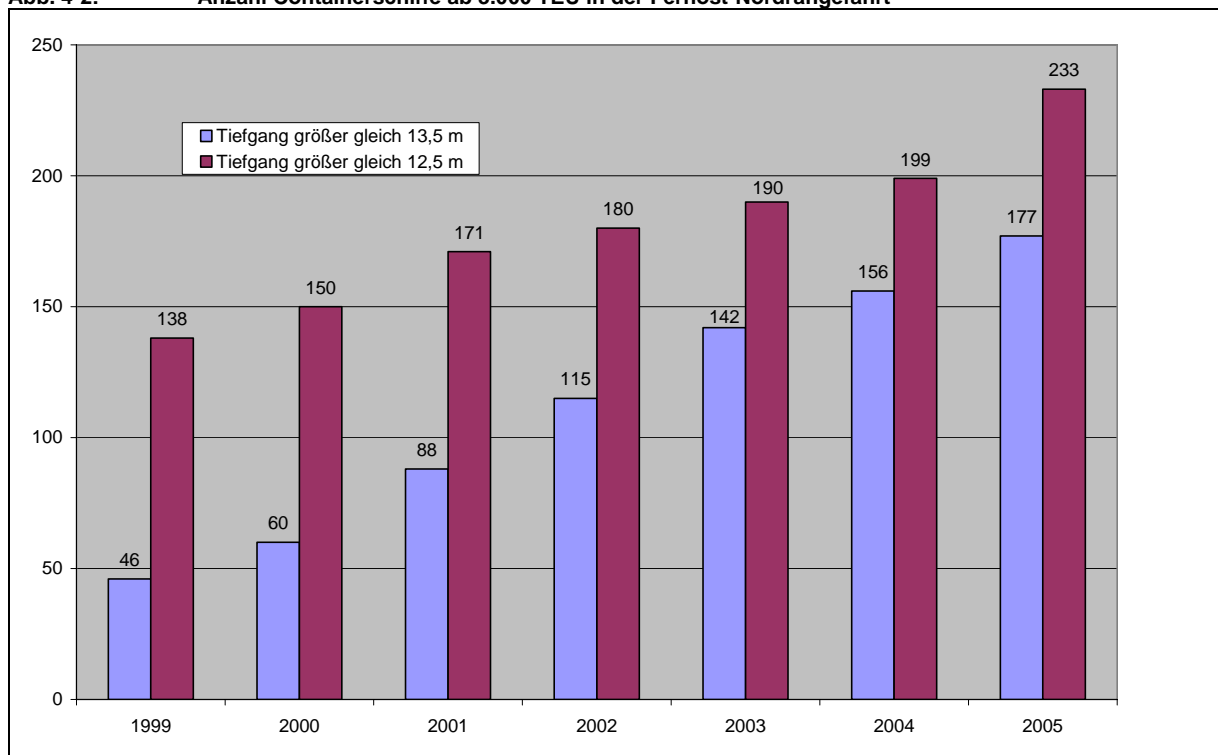
Tab. 4-1: Verbindungen Fernost/Europäische Nordrange/Hamburg

	1999	2005
<b>Anzahl Dienste zwischen Fernost und europäischer Nordrange</b>	21	31
Darin eingesetzte Schiffe	177	258
mit Ø Stellplatzkapazität in TEU	4.475	5.678
<b>davon Dienste von/nach Hamburg</b>	15 (71,4 %)	25 (80,6 %)
Darin eingesetzte Schiffe	133	207
mit Ø Stellplatzkapazität in TEU	4.445	5.460

Quelle: Schiffsverkehrsgutachten. Alle Angaben beziehen sich auf Containerschiffe ab 3.000 TEU.

Gleichzeitig hat die Anzahl der Containerschiffe mit einem hohen Konstruktionstiefgang zugenommen (Abb. 4-2): Im Segment der zwischen Fernost und der europäischen Nordrange bzw. Hamburg eingesetzten Containerschiffe ab 3.000 TEU hat sich die Anzahl der Schiffe mit einem Konstruktionstiefgang über 12,50 m in Salzwasser<sup>14</sup> deutlich erhöht. Noch stärker stieg zwischen 1999 und 2005 die Zahl der Schiffe mit Konstruktionstiefgängen über 13,50 m (Tab. 4-2). Hierbei ist zu beachten, dass die Anzahl der Schiffsankünfte im Hamburger Hafen deutlich höher ist als die Anzahl der eingesetzten Schiffe, da die Containerschiffe den Hamburger Hafen in ihren Rundläufen mehrmals pro Jahr anlaufen.

Abb. 4-2: Anzahl Containerschiffe ab 3.000 TEU in der Fernost-Nordrangefahrt



Quelle: Schiffsverkehrsgutachten; eigene Berechnungen.

<sup>14</sup> Alle folgenden Tiefgangsangaben beziehen sich auf den Tiefgang in Salzwasser. In Frischwasser sind die Tiefgänge auf Grund der geringeren Dichte ca. 0,30 m größer. Die tideunabhängige Fahrt in den Hamburger Hafen ist derzeit für Schiffe mit einem Salzwassertiefgang bis 12,50 m möglich (12,40 m für Postpanmax-Schiffe aufgrund der größeren Abmessungen dieser Schiffe). Tideabhängig auslaufend sind gegenwärtig maximal 13,50 m Salzwassertiefgang möglich.

Tab. 4-2: Containerschiffe ab 3.000 TEU in der Fernostfahrt mit Nordrange/Hamburg

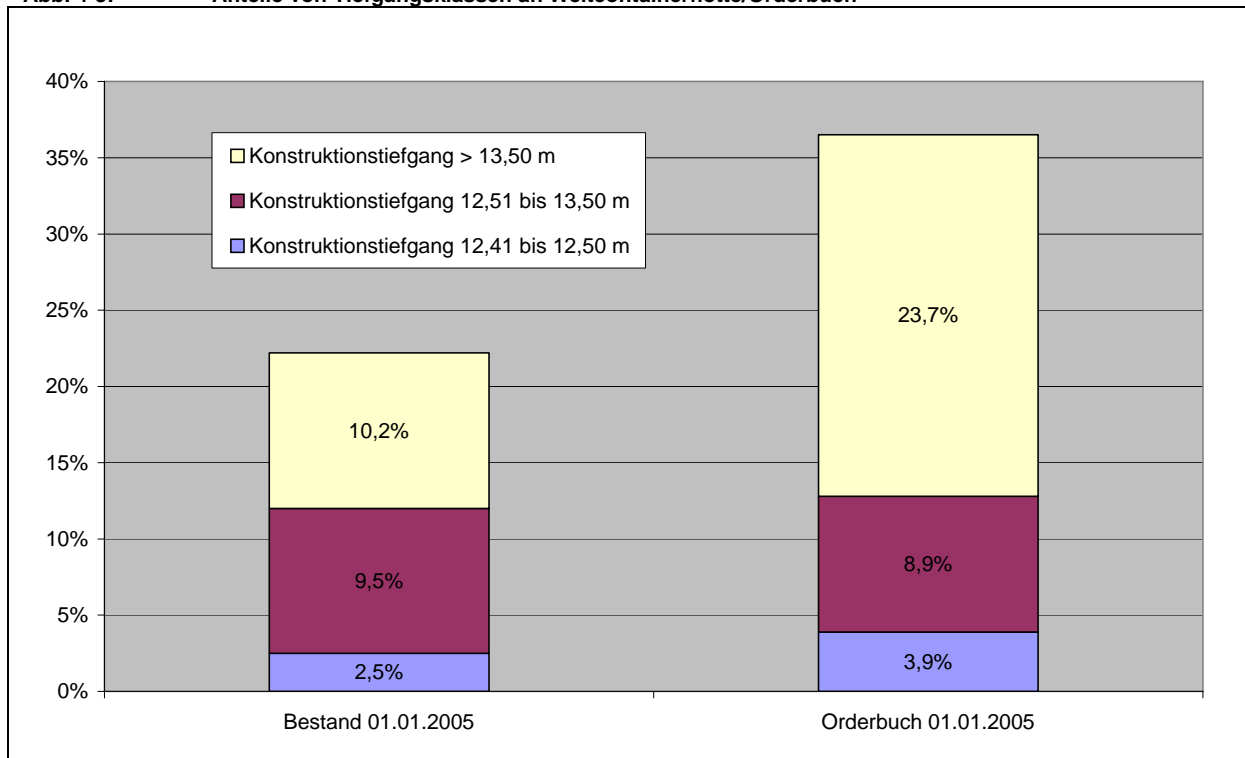
	Fernost - Nordrange		Fernost – Hamburg	
	1999	2005	1999	2005
Konstruktionstiefgang > 12,50 m	138	233	109	184
Anteil am Gesamtsegment	78,0 %	90,3 %	82,0 %	88,9 %
Konstruktionstiefgang > 13,50 m	46	177	27	130
Anteil am Gesamtsegment	26,0 %	68,6 %	20,3 %	62,8 %

Quelle: Schiffsverkehrsgutachten

Der Anteil der Containerschiffsklassen, die den Hamburger Hafen bei gegenwärtigen Anlaufverhältnissen mit einer hohen Auslastung nur noch tideabhängig oder gar nicht mehr anlaufen können, wird in Abb. 4-3 dargestellt. Aus den für das Orderbuch angegebenen Anteilen geht hervor, dass der Anteil der tief gehenden Containerschiffe noch zunehmen wird.

An der derzeitigen Weltcontainerflotte haben Schiffe mit einem Konstruktionstiefgang von mehr als 12,50 m einen Anteil von knapp einem Fünftel, gut 10 % der Schiffe des Bestandes weisen sogar Konstruktionstiefgänge von mehr als 13,50 m auf. Im Orderbuch liegt der Anteil dieser besonders tief gehenden Containerschiffe mit mehr als 13,5 m Konstruktionstiefgang mit 23,7 % noch deutlich höher als im Bestand.

Abb. 4-3: Anteile von Tiefgangsklassen an Weltcontainerflotte/Orderbuch

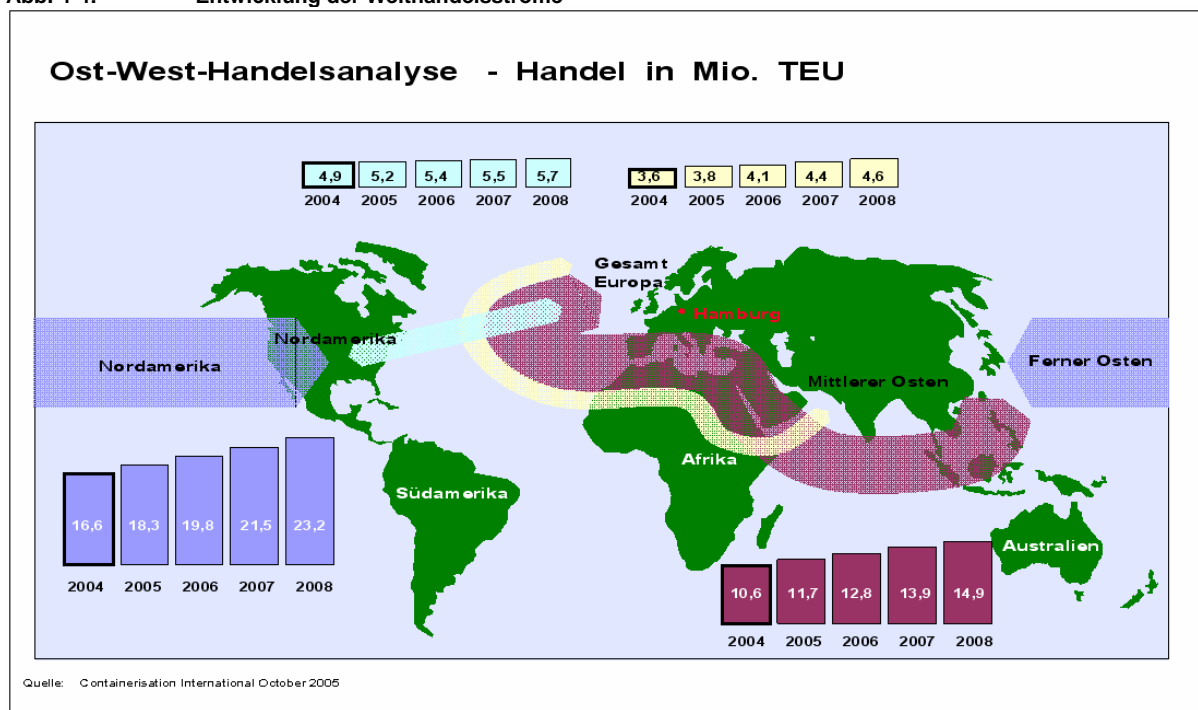


Quelle: Schiffsverkehrsgutachten; eigene Berechnungen.

Ein Vergleich mit dem Jahr 1990, in dem der Anteil der Containerschiffe mit einem Konstruktionstiefgang größer 13,50 m nur 0,5 % betrug, zeigt die Dynamik der Entwicklung.

Wie zuvor dargestellt, kommen große, tief gehende Containerschiffe insbesondere auf der Fahrt zwischen Europa und Fernost zum Einsatz. Der Umschlag mit Fernost ist der für den Hamburger Hafen entscheidende und bedeutende. Das traditionelle Fahrtgebiet Fernost zeichnet sich sowohl in der Vergangenheit als auch in Prognosen durch besonders dynamische Wachstumsraten aus (Abb. 4-4). Deshalb ist davon auszugehen, dass insbesondere in diesem Fahrtgebiet die von den Reedern angestrebten - und zur wirtschaftlichen Nutzung von Containerschiffen notwendigen - hohen Stellplatzauslastungen erreicht werden können, die wiederum zu hohen tatsächlichen Tiefgängen führen.

Abb. 4-4: Entwicklung der Welthandelsströme



Das ISL hat im Schiffsverkehrsgutachten eine Prognose über die Weltcontainerflotte in den Jahren 2005, 2010 und 2015 entwickelt. Daraus ist abzulesen, dass die Anzahl der Containerschiffe, die mindestens so groß sind wie ein Postpanmax-Schiff<sup>15</sup>, bis 2010 gegenüber 2005 um etwa 80 % und bis 2015 um gut 150 % ansteigen wird. Der Anteil an der Weltcontainerflotte wird von 13,9 % im Jahr 2005 auf 18,7 % im Jahr 2015 ansteigen. Unter diesen Containerschiffen ab der Größenklasse Postpanmax werden insbesondere die Schiffe zunehmen, die einen Konstruktionstiefgang von deutlich mehr als 13,50 m bis zu etwa 14,50 m haben werden. Die Anzahl dieser Containerschiffe wird bis 2015 gegenüber 2005 um gut 350 % bzw. durchschnittlich gut 16 % jährlich anwachsen. Diese Containerschiffe werden damit den größten Bedeutungszuwachs verzeichnen. Das Bemessungsschiff für den geplanten Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe – mit einem Tiefgang von 14,50 m,

<sup>15</sup> Containerschiffe werden gemäß ihren Abmessungen in Größenklassen eingeteilt. Bei ISL gehören Containerschiffe zur Postpanmax-Klasse, wenn eine der folgenden Abmessungen überschritten wird: Tragfähigkeit 4.500 TEU; Tiefgang 13,50 m; Breite 32,30 m; Länge 295 m.

einer Breite von 46 m und einer Länge von 350 m - orientiert sich an diesem besonders dynamisch wachsenden Größensegment der Weltcontainerflotte<sup>16</sup>.

Angesichts dieser dynamischen Entwicklung von Schiffsgröße und Stellplatzkapazität stellt sich die Frage, wie sich die Schiffsgrößenentwicklung beim Containertransport auf längere Sicht darstellen wird. So wird es auch Containerschiffe geben, die die Abmessungen des Bemessungsschiffs übersteigen werden. Derzeit stehen in den Orderbüchern bereits besonders große Containerschiffe (very large container ships) mit einer Stellplatzkapazität von bis zu 10.000 TEU. Deren Konstruktionstiefgang kann den des Bemessungsschiffes in Einzelfällen noch etwas übersteigen. Wie die Abmessungen der Containerschiffe in ferner Zukunft sein werden, kann heute noch nicht genau eingeschätzt werden. Es gibt aber technische und wirtschaftliche Anzeichen dafür, dass Containerschiffe keinen wesentlich größeren Konstruktionstiefgang aufweisen werden als das Bemessungsschiff. So ist die Stapelbarkeit von Containern aus statischen Gründen auf 10 Lagen begrenzt. Der Einbau von Zwischendecks würde zwar das Stapeln zusätzlicher Lagen ermöglichen, gleichzeitig aber den Bau und insbesondere den Betrieb dieser Schiffe verteuern. Zudem stehen dem Rationalisierungseffekt sehr großer Containerschiffe beim Seetransport zunehmend höhere Kosten des Hinterlandtransports gegenüber, wenn nur noch bestimmte Häfen angelaufen werden können. Auch wird es mit steigender Schiffsgröße schwieriger, eine durchgehend hohe Auslastung der Stellplatzkapazität sicherzustellen. Schließlich nimmt die Hafensabhängigkeit bei hohen tatsächlichen Tiefgängen zu, da nur noch bestimmte Häfen entsprechende Anlaufbedingungen aufweisen. Daher wird sich zum einen die Anzahl solcher besonders großen Schiffe in relativ geringen Grenzen halten und zum anderen ist auch bei diesen Schiffen keine wesentliche weitere Steigerung des Konstruktionstiefgangs zu erwarten. Somit wird das Bemessungsschiff auf absehbare Zeit die relevanten Abmessungen großer Containerschiffe repräsentieren.

Die Bedeutung großer Containerschiffe wird nicht hinreichend deutlich, wenn man nur deren Anzahl betrachtet. Ebenfalls muss die überproportional große Transportkapazität dieser Schiffe berücksichtigt werden. Der Anteil der Containerschiffe ab der Größenklasse Postpanmax (in Abb. 4-5 als "große Containerschiffe" zusammengefasst) an der Weltcontainerflotte erscheint auf den ersten Blick relativ gering. Die Bedeutung großer Containerschiffe wird deutlich, wenn die Anzahl der Schiffsanläufe in verschiedenen Größenklassen dem von diesen Schiffen getätigten Umschlag gegenübergestellt wird. In Abb. 4-5 wird für den Hamburger Hafen der Containerumschlag in Vollcontainerschiffen aus dem Jahr 2004 auf verschiedene Containerschiffsgrößensegmente<sup>17</sup> verteilt. Dabei wird deutlich: Obwohl im Jahr 2004 nur etwa 20 % der Vollcontainerschiffsanläufe im Hamburger Hafen auf Schiffseinheiten ab der Postpanmax-Klasse mit Konstruktionstiefgängen von mindestens 13,50 m entfielen, wurden etwa 50 % des Containerumschlags in Vollcontainerschiffen durch Containerschiffe dieser Größe getätigt.

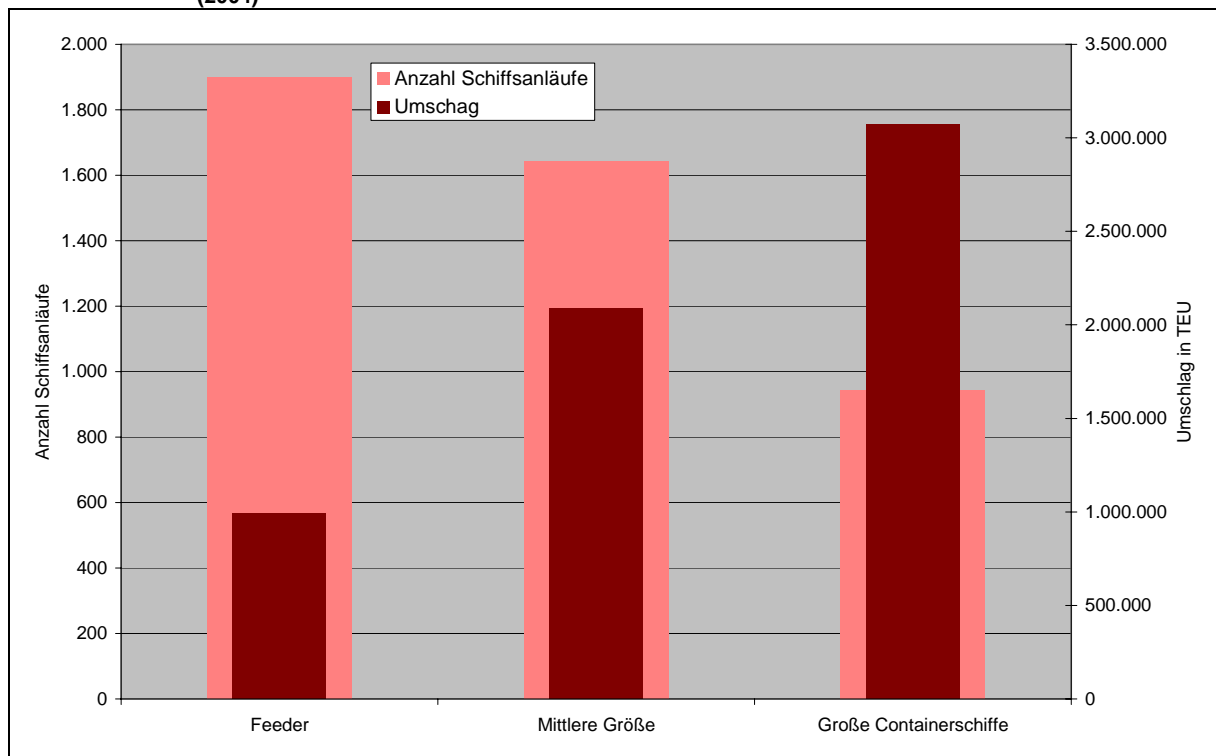
---

<sup>16</sup> Siehe dazu auch: Projektbüro Fahrrinnenanpassung: Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Erläuterungsbericht, Teil B.2: Beschreibung des Vorhabens (Technische Planung). Hamburg 2006. Im Folgenden "Vorhabensbeschreibung".

<sup>17</sup> Dem Größensegment „Feeder“ gehören Containerschiffe mit einer Tragfähigkeit bis etwa 1.200 TEU, dem Segment „Mittlere Größe“ Containerschiffe mit einer Tragfähigkeit von etwa 1.200 bis 4.500 TEU und dem Segment „Große Containerschiffe“ Einheiten mit einer Tragfähigkeit ab etwa 4.500 TEU an.

Besonders große Containerschiffe ab 7.500 TEU mit hohen Konstruktionstiefgängen haben einen überproportional großen Anteil an der Stellplatzkapazität der Weltcontainerflotte. Im Dezember des Jahres 2005 hatten diese großen Containerschiffe einen zahlenmäßigen Anteil von 2,2 % an der Weltcontainerflotte, sie repräsentierten aber 7,8 % der gesamten Stellplatzkapazität. Betrachtet man die Orderbücher, so beträgt der zahlenmäßige Anteil der Containerschiffe ab 7.500 TEU 13,4 %. An der geordneten Stellplatzkapazität haben sie sogar einen Anteil von 32,8 %.

**Abb. 4-5: Umschlag von Vollcontainerschiffen im Hamburger Hafen nach Containerschiffgrößensegmenten (2004)**



Quelle: Schiffverkehrsgutachten; eigene Berechnungen.

In den nächsten Jahren werden Containerschiffe mit Tiefgängen von 14,50 m und einer Ladekapazität um 8.000 TEU eine besonders wichtige Rolle spielen. Insbesondere in diesem Tiefgangssegment weist die Containerschiffsflotte ein starkes Wachstum auf. Dieser Trend wird durch die Ordertätigkeiten großer Reedereien bestätigt. Containerschiffe in der Größe des Bemessungsschiffes der Fahrriinnenanpassung mit einem Tiefgang von 14,50 m werden künftig in der für Hamburg wichtigen Ostasienfahrt die Regel sein.

- Die Zunahme der Schiffsgrößen beim Containerumschlag ermöglicht geringere Stückkosten insbesondere beim Transport (Economies of Scale). Voraussetzung zur Realisierung dieser Kostenvorteile ist eine hohe Stellplatzauslastung, die mit hohen tatsächlichen Tiefgängen verbunden ist.
- Die Stellplatzkapazität der Weltcontainerflotte hat in den letzten Jahren überproportional zur Anzahl der Containerschiffe zugenommen.
- Große und damit tief gehende Containerschiffe werden insbesondere im Verkehr zwischen Europa und Fernost eingesetzt. Sowohl Anzahl als auch Anteil und durchschnittliche Größe der davon Hamburg anlaufenden Containerschiffe haben seit 1999 zugenommen.
- Der Anteil der Containerschiffe ab 3.000 TEU im Verkehr zwischen Fernost und Hamburg, die einen Maximaltiefgang von 13,50 m oder mehr haben, hat von 20,3 % im Jahr 1999 auf 62,8 % im Jahr 2005 um 42,5 Prozentpunkte zugenommen.
- Auch für die Zukunft ist von einer weiteren Zunahme der Bedeutung großer und tief gehender Containerschiffe auszugehen.
- Der Anteil des Umschlags großer Containerschiffe liegt deutlich über dem Anteil ihrer Schiffsanläufe.
- Containerschiffe in der Größe des Bemessungsschiffes der Fahrrinnenanpassung mit einem Tiefgang von 14,50 m werden künftig in der für Hamburg wichtigen Ostasienfahrt die Regel sein.

## 5. Folgen der gegenwärtigen Anlaufverhältnisse / Notwendiger Ausbau

### 5.1 Gegenwärtige Anlaufverhältnisse

Mit der vorherigen Fahrrinnenanpassung wurden Anlaufverhältnisse hergestellt, die Containerschiffen seit Ende 1999 einen tideunabhängigen Verkehr bis zu einem Tiefgang von 12,50 m (12,40 m bei Postpanmax-Schiffen) erlauben. Tideabhängig ist auslaufend ein Tiefgang von 13,50 m und einlaufend von 14,80 m möglich. Durch vorgezogene Teilmaßnahmen konnte bereits ab Juli 1998 tideunabhängig ein Tiefgang von 12,00 m anstelle von zuvor 11,70 m realisiert werden.

Die Schifffahrt hat die durch die vorherige Elbvertiefung zur Verfügung gestellten Tiefgangsspielräume in hohem Maße genutzt: Im Jahr 1997 kam es nur zu 63 Schiffsbewegungen von Vollcontainerschiffen im Hamburger Hafen mit einem tatsächlichen Tiefgang von mehr als 11,70 m, dem damaligen Maximaltiefgang im tideunabhängigen Verkehr. Schon im Jahr 1998 mit der Umsetzung der vorgezogenen Teilmaßnahmen stieg die Anzahl dieser Schiffsbewegungen mit Tiefgängen von mehr als 11,70 m auf 94. Im Jahr 2000, nach Abschluss der Fahrrinnenanpassung, gab es 315 solcher Schiffsbewegungen, im Jahr 2005 hat sich die Anzahl dieser Schiffseignisse<sup>18</sup> mit 1.391 gegenüber 1997 um den Faktor 22 erhöht (Tab. 5.1-1). Dies belegt die hohe Bedeutung der tideunabhängigen Fahrt ohne tidebedingte Wartezeiten.

Auch im derzeit tideabhängigen Verkehr (Tiefgang über 12,50 m bzw. 12,40 m bei Postpanmax-Schiffen) hat es eine deutlich Zunahme der Schiffseignisse gegeben. Liefen im Jahr 1997 gerade einmal zwei Schiffe mit einem Tiefgang von mehr als 12,40 m den Hamburger Hafen an, gab es im Jahr 2005 bereits 414 Schiffsbewegungen mit diesem Tiefgang.<sup>19</sup>

Tab. 5.1-1: Anzahl Schiffseignisse Vollcontainerschiffe in Hamburg nach tatsächlichen Tiefgängen

	1997			1998			1999			2000			2004			2005		
	ein	aus	Summe	ein	aus	Summe	ein	aus	Summe	ein	aus	Summe	ein	aus	Summe	ein	aus	Summe
> 11,7 m	35	28	63	50	44	94	48	134	182	121	194	315	629	622	1.251	732	659	1.391
> 12,4 m	2	0	2	4	3	7	2	3	5	16	13	29	224	185	409	242	172	414
> 12,5 m	2	0	2	2	0	2	0	0	0	10	8	18	171	141	312	179	128	307
> 13,5 m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	2	0	2

Quelle: Hamburg Port Authority.

Diese Zahlen belegen die in Kapitel 4 beschriebene Entwicklung, dass immer mehr Schiffe mit hohen maximalen Tiefgängen in Fahrt kommen. Dies hat dazu geführt, dass bei gegenwärtigen Anlaufverhältnissen eine zunehmende Anzahl von Containerschiffen mit einer hohen Auslastung den Hamburger Hafen nur noch tideabhängig oder gar nicht mehr anlaufen kann.

<sup>18</sup> Schiffseignisse sind Schiffsanläufe und Schiffsabfahrten

<sup>19</sup> Hierbei sind Mindertiden nicht berücksichtigt. Bei Mindertiden tritt das Tideniedrigwasser v.a. auf Grund meteorologischer Verhältnisse niedriger als das mittlere Tideniedrigwasser (MTnw) ein. Mindertiden führen dazu, dass schon bei tatsächlichen Tiefgängen unter 12,50 m bzw. 12,40 m die tideabhängige Fahrt beginnt. Deshalb ist die Anzahl der tatsächlichen tideabhängigen Fahrten höher als auf Basis der Tiefgänge abgeleitet werden kann.

Werden beim Anlaufen oder Verlassen des Hamburger Hafens tatsächliche Tiefgänge erreicht, die über den für den tideunabhängigen Verkehr zulässigen liegen, muss die Fahrt des Containerschiffs mit dem Tideverlauf abgestimmt werden. Hierdurch entstehen für den Reeder Wartezeiten. Abladetiefgänge von 13,50 m können bei den gegenwärtigen Anlaufverhältnissen im einkommenden Verkehr theoretisch zu Wartezeiten von maximal 7 Stunden und 14 Minuten und im ausgehenden Verkehr sogar von 11 Stunden und 37 Minuten führen.

Wartezeiten im einkommenden Verkehr können in Einzelfällen womöglich durch eine schnellere Abfertigung aufgefangen werden, wobei davon auszugehen ist, dass bei den Abfertigungsprozessen nur noch geringe Effizienzspielräume existieren. Tidebedingte Wartezeiten können aber insbesondere im ausgehenden Verkehr mit negativen Auswirkungen für die Reedereien verbunden sein. Wird durch eine Verzögerung der Folgehafen erst verspätet erreicht, ist die Verfügbarkeit des dortigen Liegeplatzes unter Umständen nicht mehr gegeben. Im ungünstigsten Falle kann sich eine solche Verspätung im weiteren Verlauf des Umlaufs kumulieren. Wird dann womöglich noch der angemeldete Konvoi durch den Suez-Kanal verpasst, entstehen weitere Wartezeiten. Angesichts der enormen Liegeplatzknappheit in asiatischen Häfen entstehen weitere, erhebliche Wartezeiten, wenn gebuchte Liegeplätze dort nicht pünktlich eingenommen werden können.

Verlässlichkeit spielt in der Containerschiffahrt eine herausragende Rolle. Containerschiffe verkehren als Linienschiffe nach festen Fahrplänen in einem weltweit ausgetakteten System. Wartezeiten und die daraus folgende mangelnde Pünktlichkeit stellen für die Reeder erhebliche Einschränkungen ihrer Wettbewerbsfähigkeit dar. Verzögerungen können schon bei relativ wenigen Stunden erhebliche finanzielle Folgen für eine Reederei haben. Wartezeiten von einigen Stunden mögen bei einer mehrwöchigen Reise nach Ostasien auf den ersten Blick gering erscheinen. Angesichts der Kumulationseffekte bei den Wartezeiten und der Höhe der Tagesbetriebskosten von rund 40.000 US-\$ wird deutlich, dass schon geringe Wartezeiten in Hamburg die Wirtschaftlichkeit des Transportes gefährden können.

Reeder akzeptieren Wartezeiten nur in einem bestimmten Umfang. Wird dieser Umfang wiederholt überschritten, werden Reedereien ihr Anlaufverhalten anpassen. Nach Erkenntnissen der Nutzen-Kosten-Untersuchung wird die maximal akzeptierte durchschnittliche Wartezeit von Reedern auf eine Größenordnung von ein bis eineinhalb Stunden angesetzt<sup>20</sup>. Die NKU geht im Weiteren davon aus, dass Reeder als Anpassungsreaktion auf nicht mehr akzeptierte Wartezeiten den Hamburger Hafen in eine Mittelhafenposition versetzen und Ladung in einem solchen Umfang umlenken, dass wieder eine Wartezeit von weniger als den gerade noch akzeptierten durchschnittlich 90 Minuten erreicht wird.

Die Containerschiffsliniendienste fahren in der Nordrange eine jeweils feste Reihenfolge von Häfen ab. Besonders attraktiv für die Häfen ist dabei die Position des Erst- oder Letzthafens, in denen besonders große Gütermengen umgeschlagen werden. Auf Grund der Tiefgangsrestriktionen beim Anlaufen und Verlassen des Hamburger Hafens fahren derzeit die 31 Dienste im Europa-Fernostverkehr mit Schiffen ab 3.000 TEU Hamburg nur in zwei Fällen als Letzt- und in drei Fällen als Ersthafen an. Mit der geplanten Fahrrinnenanpassung kann Hamburg sein Potenzial als Erst- oder Letzthafen verbessern.

---

<sup>20</sup> Planco Consulting GmbH: Nutzen-Kosten-Untersuchung zum Fahrrinneausbau der Unter- und Außenelbe. Essen, 2004. Im Folgenden „NKU“.



Eine wie oben beschriebene Anpassungsreaktion der Reeder auf Tiefgangsrestriktionen setzt voraus, dass andere Häfen bessere Tiefgangsbedingungen anbieten als Hamburg. In Rotterdam existieren schon jetzt Tiefgangsverhältnisse, die allen Containerschiffen ungehinderten Zugang ermöglichen. Auch andere Häfen wie etwa Antwerpen und Bremerhaven verfolgen weitere Ausbaupläne der Fahrrinnen, um den Entwicklungen in der Containerschiffahrt Rechnung zu tragen und die Zufahrtsbedingungen zu verbessern.

## 5.2 Folgen der gegenwärtigen Anlaufverhältnisse

In der NKU<sup>21</sup> wird unterstellt, dass eine „vollständige Verlagerung von Diensten weg von Hamburg als Folge unzureichenden Elbeausbaus“ ohne Bau des Tiefwasserhafens in Wilhelmshaven nicht stattfindet, da Reeder sonst auf den deutschen und angrenzenden Markt verzichten würden und der Hamburger Hafen sich außerdem durch eine hohe Loco-Quote<sup>22</sup> auszeichnet. Die vollständige Verlagerung von ganzen Diensten wird in der NKU nur für den Fall der Realisierung des Tiefwasserhafens Wilhelmshaven angenommen. Die NKU kommt zu dem Ergebnis, dass durch einen Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe Verlust von Containerumschlag im Hamburger Hafen vermieden werden kann.<sup>23</sup> Wie viel Umschlagverlust durch eine Fahrrinnenanpassung vermieden werden kann, hängt davon ab, ob als Reederreaktion auf Engpässe die Verlagerung ganzer Dienste erwartet wird oder nicht. Für das Jahr 2015 kommt die NKU (bei einer Umschlagsprognose von 9,5 Mio. TEU im Jahr 2015) zu einem Umschlagsverlust von ca. 670.000 TEU ohne Verlagerung ganzer Dienste und nahezu 4.400.000 TEU bei einer Verlagerung ganzer Dienste.

Die Einschätzung von Planco in der NKU, dass ohne Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe eine vollständige Verlagerung von Diensten nur dann zu erwarten ist, wenn der Tiefwasserhafen Wilhelmshaven realisiert wird, ist als optimistisch zu beurteilen. Das vollständige Abwandern zumindest einzelner Linien aus Hamburg ist bei einem Zusammentreffen von zunehmenden Schiffgrößen und steigendem Umschlag in der Nordrange mit damit verbundener höherer Tiefgangsauslastung auch unabhängig von der Realisierung des Tiefwasserhafens Wilhelmshaven nicht unwahrscheinlich. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass auch bei Realisierung des Tiefwasserhafens Wilhelmshaven Linien, die Hamburg wegen unzureichender Tiefgangsverhältnisse verlassen, insbesondere nach Rotterdam ausweichen. Dort existieren schon leistungsfähige Hinterlandverbindungen und ein umfangreiches Dienstleistungsangebot. Beides wird in Wilhelmshaven zumindest in der Startzeit nicht vorhanden sein. Sollte es zu einer Verlagerung ganzer Dienste kommen, ist es durch-

---

<sup>21</sup> Die NKU (Nutzen-Kosten-Untersuchung) ist eine volkswirtschaftliche Untersuchung. Aufgabe der NKU war es, eine Vergleichbarkeit zu anderen Maßnahmen des Bundesverkehrswegeplans herzustellen. Die Bindung an die Systematik des Bundesverkehrswegeplans und die zurückhaltende Setzung von Annahmen durch den Gutachter haben zu Ergebnissen geführt, die als unterer Rand des möglichen Bewertungsrahmens anzusehen sind.

<sup>22</sup> Als Loco-Quote wird der Anteil am Umschlagsaufkommen bezeichnet, der in der Metropolregion Hamburg produziert, verarbeitet oder verbraucht wird.

<sup>23</sup> Mit „Verlust von Containerumschlag“ ist gemeint, dass ohne Fahrrinnenanpassung nicht das volle Umschlagpotenzial im Hamburger Hafen realisiert werden kann. Der „Umschlagverlust“ bezeichnet somit die Differenz zwischen künftigem Umschlag mit und künftigem Umschlag ohne Fahrrinnenanpassung – oder auch die entgangene Umschlagsteigerung. Dies gilt gleichermaßen für den Verlust von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung.

aus zweifelhaft, ob der dadurch in Hamburg entstehende Umschlagsverlust in einen anderen deutschen Hafen abwandert.

Die Verlagerung von Umschlag oder gar ganzer Dienste aus dem Hamburger Hafen wird in jedem Falle zu erheblichen Auswirkungen auf Beschäftigung und damit auch auf Wertschöpfung in Hamburg und der Metropolregion Hamburg führen. Das Ausmaß dieser Auswirkungen variiert in hohem Maße je nach getroffenen Annahmen. Im Folgenden werden zunächst zwei Szenarien für das Jahr 2015 auf Basis der NKU-Berechnungen betrachtet:

- Übernahme der Umschlagserwartung der NKU für den Hamburger Hafen in Höhe von 9,5 Mio. TEU im Jahr 2015.
- Umschlagsverlust durch unterlassenen Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe in Höhe von ca. 670.000 TEU (Fall 1, in der NKU ohne Tiefwasserhafen in Wilhelmshaven) bzw. 4,4 Mio. TEU (Fall 2, in der NKU mit Tiefwasserhafen).
- Entwicklung der Wertschöpfung je Beschäftigten analog zur angenommenen Produktivitätsentwicklung.

Zusätzlich wird unterstellt, dass sich die Produktivität der direkt und indirekt hafenabhängig Beschäftigten weiterhin um 7 % p.a. verbessern wird, wie dies in den vergangenen Jahren der Fall war (siehe Wertschöpfungsgutachten).

Für den ersten Fall mit geringem Umschlagverlust ist im Jahr 2015 der Verlust von ca. 4.100 direkt und indirekt hafenabhängig Beschäftigten in Hamburg bzw. gut 4.800 in der Metropolregion zu erwarten. Dieses entspricht einer entgangenen Wertschöpfung von ca. 720 Mio. € in Hamburg bzw. ca. 820 Mio. € in der Metropolregion. Im zweiten Fall mit hohem Umschlagverlust erhöht sich bei sonst gleichen Annahmen der Verlust an direkter und indirekter hafenabhängiger Beschäftigung auf etwa 27.200 Beschäftigte in Hamburg und etwa 31.700 in der Metropolregion. Dieses entspräche einer entgangenen Wertschöpfung von etwa 4,7 Mrd. € bzw. 5,4 Mrd. €.

Die NKU geht von einem Umschlag in Höhe von 9,5 Mio. TEU im Jahr 2015 aus. Der Containerumschlag im Hamburger Hafen betrug jedoch schon im Jahr 2005 8,1 Mio. TEU. Im Folgenden wird daher ein weiteres Szenario auf Grundlage der neuesten Untersuchungen entwickelt. Dabei wird für den Hamburger Hafen entsprechend der dynamisierten Umschlagprognose des ISL von einem Containerumschlagspotenzial im Jahr 2015 von etwa 18 Mio. TEU ausgegangen. Knapp 5 % des Containerumschlags werden laut ISL-Schiffsverkehrsgutachten von Schiffen transportiert, die größer als das Bemessungsschiff sind. Für diese Schiffe wird angenommen, dass sie – unabhängig von einer Realisierung des Tiefwasserhafens Wilhelmshaven - ohne eine Vertiefung der Fahrrinne den Hamburger Hafen überhaupt nicht mehr anlaufen. Der Umschlagverlust ohne Ausbau der Fahrrinne wird proportional aus den ca. 670.000 TEU der NKU zuzüglich des angenommenen Linienverlustes ermittelt. Als Produktivitätssteigerung wird eine durchschnittliche jährliche Rate von 5 % angenommen, da davon auszugehen ist, dass sich der hohe Produktivitätsfortschritt der letzten Jahre künftig etwas abschwächen wird. Unter diesen als realistisch anzusehenden Annahmen kommt man für das Jahr 2015 zu folgenden Effekten (Tab. 5.2-1), sollte auf die Vertiefung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe verzichtet werden:

Tab. 5.2-1: Jährliche Effekte eines Verzichts auf einen Ausbau der Fahrrinne

<b>Umschlagsverlust</b>	ca. 2 Mio. TEU	
	<b>Hamburg</b>	<b>Metropolregion</b>
<b>Verlust direkt und indirekt hafenabhängige Beschäftigung</b>	ca. 15.200	ca. 17.700
<b>Verlust Wertschöpfung</b>	ca. 2,1 Mrd. €	ca. 2,4 Mrd. €

Quelle: NKU; ISL-Prognose; Schiffsverkehrsgutachten; eigene Berechnungen.

Ohne Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe würden auf dem Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg im Jahr 2015 ca. 15.200 (Metropolregion ca. 17.700) Personen weniger hafenabhängig beschäftigt sein als bei Durchführung der Fahrrinnenanpassung. Der Verlust an hafenabhängiger Wertschöpfung belief sich in Hamburg auf 2,1 Mrd. € (Metropolregion 2,4 Mrd. €). Diese Effekte betragen jeweils ca. 11 % des Potenzials an Arbeitsplätzen und Wertschöpfung im Jahr 2015.

Diese negativen wirtschaftlichen Effekte beziffern nur den Beginn einer Abwärtsspirale. Sollten dem Hamburger Hafen durch unzureichende Zufahrtsbedingungen wie oben skizziert Umschlagsmengen verloren gehen, würden nachfolgend auch komplementäre Leistungen wie Lotsendienste, Feederabfahrten etc. eingeschränkt, was weitere Ladungsumlenkungen zur Folge haben könnte.

### 5.3 Notwendiger Ausbau

Angesichts des drohenden Umschlagsverlustes und den damit verbundenen negativen wirtschaftlichen Folgen für Hamburg ist der geplante Ausbau der Fahrrinne dringend erforderlich, um Containerschiffen mit einem Tiefgang von bis zu 13,50 m den tideunabhängigen Verkehr auf Unter- und Außenelbe zu ermöglichen. Tideabhängig wird es nach dem Ausbau für Containerschiffe möglich sein, den Hamburger Hafen mit einem Tiefgang von bis zu 14,50 m zu verlassen (siehe Vorhabensbeschreibung). Wartezeiten werden für Containerschiffe bis zu einem tatsächlichen Tiefgang von etwa 13,50 m nach einem Ausbau also nicht mehr auftreten, und auch im tideabhängigen Verkehr werden deutlich höhere Tiefgänge möglich sein, bevor die für eine Reederreaktion kritische Wartezeit von 90 Minuten erreicht sein wird. Die Länge des zur Verfügung stehenden Tidefensters ist 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 ca. 2 Stunden. Eine solche Länge des Tidefensters lag schon der Bemessung der vorherigen Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe zu Grunde.

Positive Effekte wird der Ausbau der Fahrrinne auch für den Massengutumschlag haben. Anders als beim Containerumschlag ist aber nicht davon auszugehen, dass ein Verzicht auf den Ausbau der Fahrrinne zu Umschlagsverlusten führen würde. Massengut ist zum einen keine Linienschiffahrt und damit nicht gleichermaßen zeitkritisch wie die Containerschiffahrt, und zum anderen ist der Massengutumschlag zumeist in höherem Maße an den jeweiligen Umschlagsort gebunden. Der positive Effekt für den Massengutumschlag wird dadurch eintreten, dass Massengutschiffe höher abgeladen werden können und dadurch Schiffsbewegungen und die damit verbundenen Kosten eingespart werden können.

Der geplante Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe ist daher geeignet

- die in Kapitel 2 beschriebene Bedeutung des Hamburger Hafens für Hamburg und die Metropolregion zu erhalten,
- Voraussetzungen dafür zu schaffen, die in Kapitel 3 beschriebenen Umschlagspotenziale in Hamburg zu realisieren,
- die Anlaufverhältnisse in Hamburg so zu gestalten, dass der Hamburger Hafen auch unter der in Kapitel 4 beschriebenen Schiffsgrößenentwicklung seine Position als bedeutender Weltcontainerhafen behaupten kann und
- das Eintreten der in Kapitel 5 beschriebenen weit reichenden negativen ökonomischen Auswirkungen bei Unterlassung des Ausbaus zu verhindern,

und somit aus volkswirtschaftlicher Sicht dringend geboten.

- **Die Anzahl der Schiffseignisse von Vollcontainerschiffen im Hamburger Hafen mit einem tatsächlichen Tiefgang von mehr als 11,70 m (vorheriger maximaler Tiefgang im tideunabhängigen Verkehr) hat sich von 63 im Jahr 1997 auf 1.391 im Jahr 2005 um den Faktor 22 erhöht.**
- **Eine zunehmende Anzahl von Containerschiffen kann den Hamburger Hafen mit einer hohen Auslastung nur noch tideabhängig oder gar nicht mehr anlaufen. Bei tatsächlichen Tiefgängen im tideabhängigen Bereich entstehen Wartezeiten, die für den Reeder mit Kosten verbunden sind.**
- **In den Hauptkonkurrenzhäfen Hamburgs existieren entweder bereits schon deutlich bessere Anlaufbedingungen als in Hamburg oder es sind weitere Verbesserungen der Zufahrtsbedingungen geplant.**
- **Nehmen Wartezeiten in Umfang und Häufigkeit ein für Reedereien nicht mehr akzeptables Maß an, kommt es zu Umschlagsverlagerungen.**
- **Unter realistischen Annahmen ist bei einem Verzicht auf einen Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe von einem Umschlagsverlust von ca. 2 Mio. TEU auszugehen. Dieses hätte in Hamburg Beschäftigungseinbußen bei den direkt und indirekt hafenabhängig Beschäftigten von ca. 15.200 (ca. 17.700 in der Metropolregion) zur Folge. Entsprechend wäre der Verlust an Wertschöpfung mit ca. 2,1 Mrd. € (2,4 Mrd. € in der Metropolregion) zu beziffern.**
- **Die Massengutschifffahrt wird durch den Fahrrinnenausbau die Möglichkeit haben, große Schiffe stärker auszulasten und damit Schiffsbewegungen und die damit verbundenen Kosten einzusparen.**
- **Nach dem geplanten Ausbau der Fahrrinne können Containerschiffe mit einem Tiefgang von bis zu etwa 13,50 m den Hamburger Hafen tideunabhängig anlaufen und verlassen. Tideabhängig wird es nach dem Ausbau möglich sein, den Hamburger Hafen mit einem Tiefgang von bis zu 14,50 m zu verlassen.**
- **Der geplante Ausbau der Fahrrinne ist erforderlich und geeignet, die beschriebenen negativen Auswirkungen der gegenwärtigen Zufahrtsverhältnisse zu verhindern.**

## 6. Zusammenfassung

- Etwa 156.000 Arbeitsplätze waren im Jahr 2005 in der Metropolregion Hamburg direkt oder indirekt vom Hamburger Hafen abhängig. Davon waren ca. 109.100 bzw. 70 % dem Containerumschlag zuzuordnen.
- In der Metropolregion Hamburg wurden im Jahr 2005 durch den Hafen direkt und indirekt etwa 13,1 Mrd. € Wertschöpfung generiert.
- Im Jahr 2005 wurden für die Freie und Hansestadt Hamburg etwa 848 Mio. € hafensabhängige Steuereinnahmen generiert.
  
- Der Umschlag im Hamburger Hafen hat sich von 1990 bis 2005 mit einer jährlichen Steigerungsrate von durchschnittlich 4,9 % entwickelt. Wachstumsträger war dabei der Containerumschlag mit jährlich durchschnittlich 9,9 % Zuwachs.
- Seit der vorherigen Elbvertiefung weist der Containerumschlag zweistellige Wachstumsraten auf. Insbesondere der Containerumschlag mit Fernost hat dabei zugenommen.
- Der Hamburger Hafen hat seit 1999 in der Hamburg-Antwerpen-Range 6 Prozentpunkte Marktanteil gewonnen.
- Bis 2015 ist von einem Anstieg des Containerumschlags im Hamburger Hafen auf etwa 18 Mio. TEU auszugehen. Dabei wird der Anteil des Fernostverkehrs um gut 5 Prozentpunkte auf über 50 % ansteigen.
  
- Die Zunahme der Schiffgrößen beim Containerumschlag ermöglicht geringere Stückkosten insbesondere beim Transport (Economies of Scale). Voraussetzung zur Realisierung dieser Kostenvorteile ist eine hohe Stellplatzauslastung, die mit hohen tatsächlichen Tiefgängen verbunden ist.
- Die Stellplatzkapazität der Weltcontainerflotte hat in den letzten Jahren überproportional zur Anzahl der Containerschiffe zugenommen.
- Große und damit tief gehende Containerschiffe werden insbesondere im Verkehr zwischen Europa und Fernost eingesetzt. Sowohl Anzahl, als auch Anteil und durchschnittliche Größe der davon Hamburg anlaufenden Containerschiffe haben seit 1999 zugenommen.
- Der Anteil der Containerschiffe ab 3.000 TEU im Verkehr zwischen Fernost und Hamburg, die einen Maximaltiefgang von 13,50 m oder mehr haben, hat von 20,3 % im Jahr 1999 auf 62,8 % im Jahr 2005 um 42,5 Prozentpunkte zugenommen.
- Auch für die Zukunft ist von einer weiteren Zunahme der Bedeutung großer Containerschiffe mit hohen Konstruktionstiefgängen auszugehen.
- Der Anteil des Umschlags großer Containerschiffe liegt deutlich über dem Anteil ihrer Schiffsanläufe.
- Containerschiffe in der Größe des Bemessungsschiffes der Fahrrinnenanpassung mit einem Tiefgang von 14,50 m werden künftig in der für Hamburg wichtigen Ostasienfahrt die Regel sein.
  
- Die Anzahl der Schiffereignisse von Vollcontainerschiffen im Hamburger Hafen mit einem tatsächlichen Tiefgang von mehr als 11,70 m (vorheriger maximaler Tiefgang im tideunabhängigen Verkehr) hat sich von 63 im Jahr 1997 auf 1.391 im Jahr 2005 um den Faktor 22 erhöht.

- Eine zunehmende Anzahl von Containerschiffen kann den Hamburger Hafen mit einer hohen Auslastung nur noch tideabhängig oder gar nicht mehr anlaufen. Bei tatsächlichen Tiefgängen im tideabhängigen Bereich entstehen Wartezeiten, die für den Reeder mit Kosten verbunden sind.
- In den Hauptkonkurrenzhäfen Hamburgs existieren entweder bereits schon deutlich bessere Anlaufbedingungen als in Hamburg oder es sind weitere Verbesserungen der Zufahrtsbedingungen geplant.
- Nehmen Wartezeiten in Umfang und Häufigkeit ein für Reedereien nicht mehr akzeptables Maß an, kommt es zu Umschlagsverlagerungen.
- Unter realistischen Annahmen ist bei einem Verzicht auf einen Ausbau der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe von einem Umschlagsverlust von ca. 2 Mio. TEU auszugehen. Dieses hätte in Hamburg Beschäftigungseinbußen bei den direkt und indirekt hafenabhängig Beschäftigten von ca. 15.200 (ca. 17.700 in der Metropolregion) zur Folge. Entsprechend wäre der Verlust an Wertschöpfung mit ca. 2,1 Mrd. € (2,4 Mrd. € in der Metropolregion) zu beziffern.
- Die Massengutschifffahrt wird durch den Fahrrinnenausbau die Möglichkeit haben, große Schiffe stärker auszulasten und damit Schiffsbewegungen und die damit verbundenen Kosten einzusparen.
- Nach dem geplanten Ausbau der Fahrrinne können Containerschiffe mit einem Tiefgang von bis zu etwa 13,50 m den Hamburger Hafen tideunabhängig anlaufen und verlassen. Tideabhängig wird es nach dem Ausbau möglich sein, den Hamburger Hafen mit einem Tiefgang von bis zu 14,50 m zu verlassen.
- Der geplante Ausbau der Fahrrinne ist erforderlich und geeignet, die beschriebenen negativen Auswirkungen der gegenwärtigen Zufahrtsverhältnisse zu verhindern.

## 7. Darstellung und Bewertung geprüfter Ausbauvarianten

### 7.1 Übersicht über die untersuchten Ausbauvarianten

Ziel der durchgeführten Variantenbetrachtung war es, unter den sich grundsätzlich anbietenden Ausbauvarianten für die Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe eine Zielvariante zu ermitteln, die unter Gewährleistung der notwendigen Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs

- das Ausbauziel bedarfsgerecht erreicht,
- hydrologische und ökologische Beeinträchtigungen so weit wie möglich vermeidet und
- ein volkswirtschaftliches Nutzen-Kosten-Verhältnis mit einer möglichst hohen Rentabilität aufweist.

Die Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe zielt darauf ab, Containerschiffen mit einem max. Tiefgang von 14,50 m einen tideabhängigen Verkehr auf der Unter- und Außenelbe zu ermöglichen. Gleichzeitig sollen künftig Containerschiffe mit Tiefgängen bis zu 13,50 m tideunabhängig, d.h. zu jeder Zeit verkehren können (vgl. Kap. 5.3 und Vorhabensbeschreibung).

Um allein eine Erhöhung des zulässigen Höchststiefgangs für den tideunabhängigen Verkehr auf 13,50 m zu erreichen, müsste die Fahrrinne auf eine annähernd durchgehende Solltiefe von rd. 15,90 m unter Kartennull ausgebaut werden.

Anders gelagert sind die Verhältnisse bei der angestrebten Erhöhung des zulässigen Höchststiefganges für den tideabhängig ausgehenden Verkehr. Um dieses Ausbauziel zu erreichen, ist ein differenzierter Teilausbau der Fahrrinne erforderlich, da Vertiefungen nur in den Bereichen erforderlich sind, in denen das Bemessungsschiff auf der Revierfahrt von Hamburg zur offenen See ein Niedrigwassertal durchquert. Lage, Länge und Ausbautiefe dieser Teilvertiefungsstrecken hängen somit unmittelbar von der Lage und der Länge des für die Abfahrt des Containerschiffes gewährten Startfensters ab.

Die Unterschiede im Längsprofil der Fahrrinnensohle von Unter- und Außenelbe der im folgenden dargestellten Ausbauvarianten ergeben sich also im Wesentlichen daraus, dass jeweils Lage und Länge des Tidefensters für den tideabhängig auslaufenden Verkehr modifiziert wurden. Gleichzeitig kann mit allen Ausbauvarianten ein tideunabhängiger Verkehr mit einem Höchststiefgang von 13,50 m gewährleistet werden.

In einem ersten Schritt wurden zunächst acht Ausbauvarianten entwickelt. In Tab. 7.1-1 sind diese Ausbauvarianten zusammenfassend dargestellt. In Abbildungen 7.1-1 bis 7.1-8 werden die einzelnen Längsprofile grafisch dargestellt. Die Berechnung der Längsprofile dieser Varianten erfolgte nach den in der Machbarkeitsstudie bzw. der Vorhabensbeschreibung dargestellten Grundsätzen, z.B. bezüglich der zu Grunde gelegten Schiffsgeschwindigkeiten.

Tab. 7.1-1: Übersicht über die untersuchten Ausbauvarianten

Variante Nr.	Kurzbeschreibung	Länge Tidefenster (für 14,50 m, ausgehend)	Lage Tidefenster (für 14,50 m, ausgehend)	Ausbaubaggermenge * (in Mio. m <sup>3</sup> )
1	Mit dieser Ausbauvariante wird ausschließlich die Verbesserung des zulässigen Höchsttiefganges für den tideunabhängigen Verkehr auf künftig 13,50 m erreicht. Sie entspricht damit <u>nicht</u> dem Ausbauziel, das auch eine Verbesserung des tideabhängigen Verkehrs auf einen Tiefgang von 14,50 m erfordert. Sie wurde entwickelt, um bei der vergleichenden Bewertung der Ausbauvarianten einen Vergleichsmaßstab für eine <u>Minimalvariante</u> zu gewinnen. (Abb. 7.1-1)	0:00	kein Tidefenster	25,8
2	Diese Ausbauvariante entspricht im Verlauf des Längsprofils in etwa den derzeitigen Fahrrinnenverhältnissen. Das heißt, der Fahrrinnenverlauf entspricht - allerdings um einige Dezimeter vertieft - dem heutigen sog. "Sockelprofil" mit einem Tidefenster um Tnw St. Pauli. (Abb. 7.1-2)	2:30	0:15 vor bis 2:15 h nach Tnw St. Pauli	34,6
2.1	Als eine Untervariante von Variante 2 sollte hier die Minderung des Eingriffs in die Fahrrinne durch eine Verkürzung des Tidefensters geprüft werden. (Abb. 7.1-3)	1:00	1:15 bis 2:15 h nach Tnw St. Pauli	31,7
3	Hier handelt es sich um eine <u>Maximalvariante</u> , die einen tideunabhängigen Höchsttiefgang von 14,50 m ermöglicht. Sie geht damit über das definierte Ausbauziel hinaus. Sie wurde zur vergleichenden Bewertung der Ausbauvarianten als Vergleichsmaßstab für eine Maximalvariante entwickelt. (Abb. 7.1-4)	12:25	14,50 m tideunabhängig	60,2
4	Das Tidefenster dieser Variante ist - bezogen auf Variante 2 - nach hinten verlegt worden. Dadurch, dass die tideabhängig ausgehenden Schiffe den Hamburger Hafen nunmehr deutlich nach Niedrigwasser verlassen, muss im Hamburger Bereich weniger gebaggert werden. (Abb. 7.1-5)	2:00	1:30 bis 3:30 h nach Tnw St. Pauli	36,2



Variante Nr.	Kurzbeschreibung	Länge Tidefenster (für 14,50 m, ausgehend)	Lage Tidefenster (für 14,50 m, ausgehend)	Ausbaubaggermenge * (in Mio. m <sup>3</sup> )
5	Bei dieser Ausbauvariante ist das Tidefenster <u>vor</u> Tnw St. Pauli angeordnet. Dies hat zur Folge, dass unmittelbar unterhalb Hamburgs im Bereich der derzeitigen "Sockelstrecke" das größte Vertiefungsmaß erforderlich ist. (Abb. 7.1-6)	2:00	3:00 bis 1:00 h vor Tnw St. Pauli	43,9
5.1	Hier handelt es sich um eine Untervariante zu Variante 5, bei der das Tidefenster nochmals um 30 Minuten vorverlegt wurde. (Abb. 7.1-7)	2:00	3:30 bis 1:30 h vor Tnw St. Pauli	45,3
6	Bei dieser Ausbauvariante wurde das Tidefenster in den Bereich des <u>Tidehochwassers</u> St. Pauli gelegt. (Abb. 7.1-8)	2:00	0:00 bis 2:00 h nach Thw St. Pauli	49,4
<p>*) Die Ausbaubaggermengen sind der Machbarkeitsuntersuchung der BAW-DH [BAW-DH 2003a] entnommen und wurden mit folgenden Randbedingungen ermittelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.) Seitliche Überbaggerung um jeweils 5 m von See bis Köhlfleet</li> <li>2.) Tiefentoleranz 0,3 m</li> <li>3.) Böschungsneigung mind. 1:10</li> <li>4.) Keine Vertiefung von Übertiefen und übertiefen Riffeltälern</li> </ol> <p>Diese Annahmen berücksichtigen schon erwartete Anpassungen der Böschungen auf die veränderte Tidedynamik und liegen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Tidekennwerte auf der sicheren Seite.</p>				

Abb. 7.1-1: Ausbauvariante 1 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)

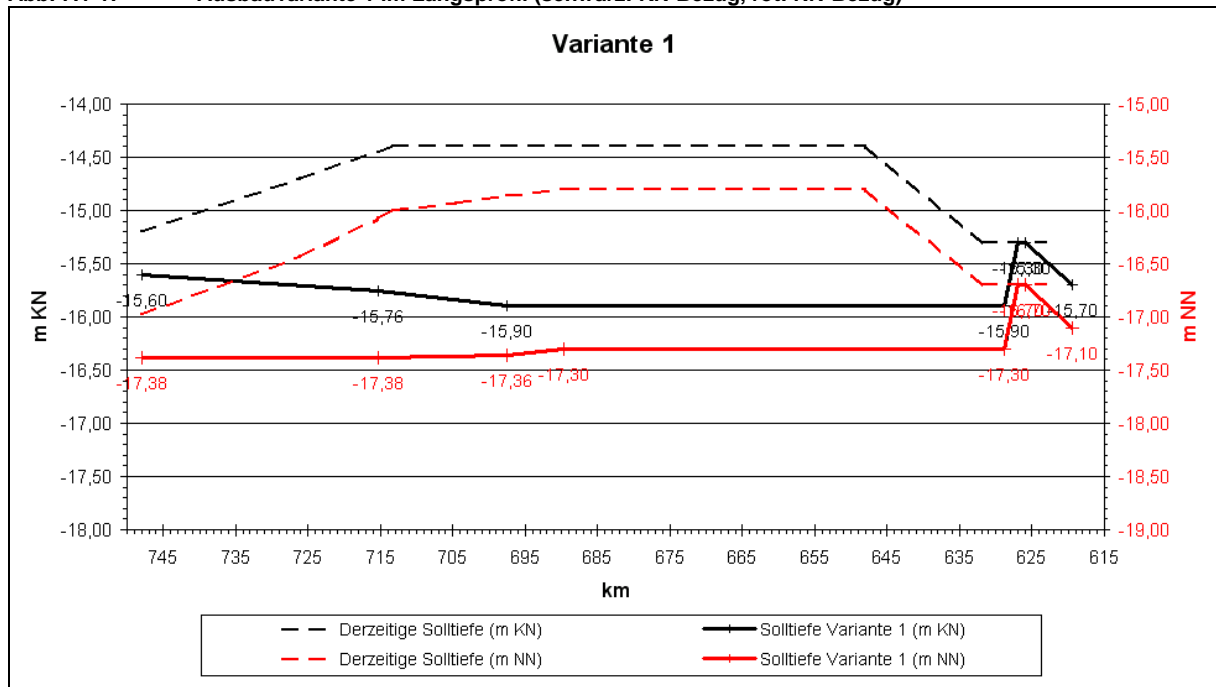


Abb. 7.1-2: Ausbauvariante 2 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)

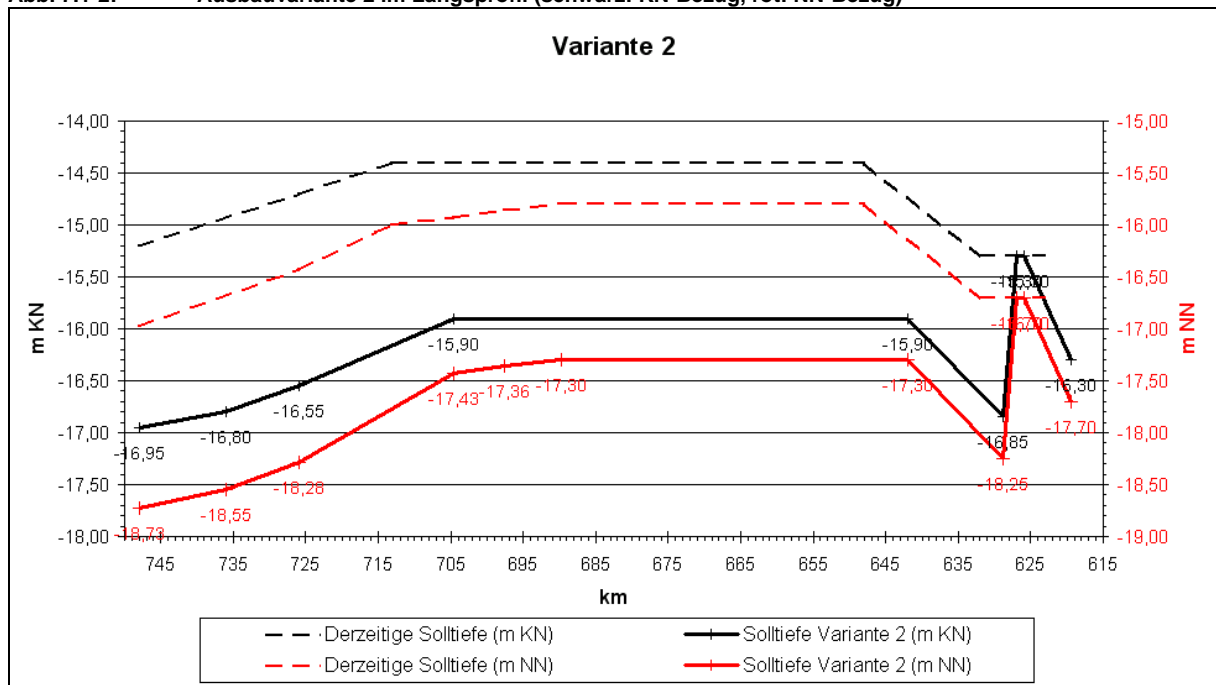


Abb. 7.1-3: Ausbauvariante 2.1 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)

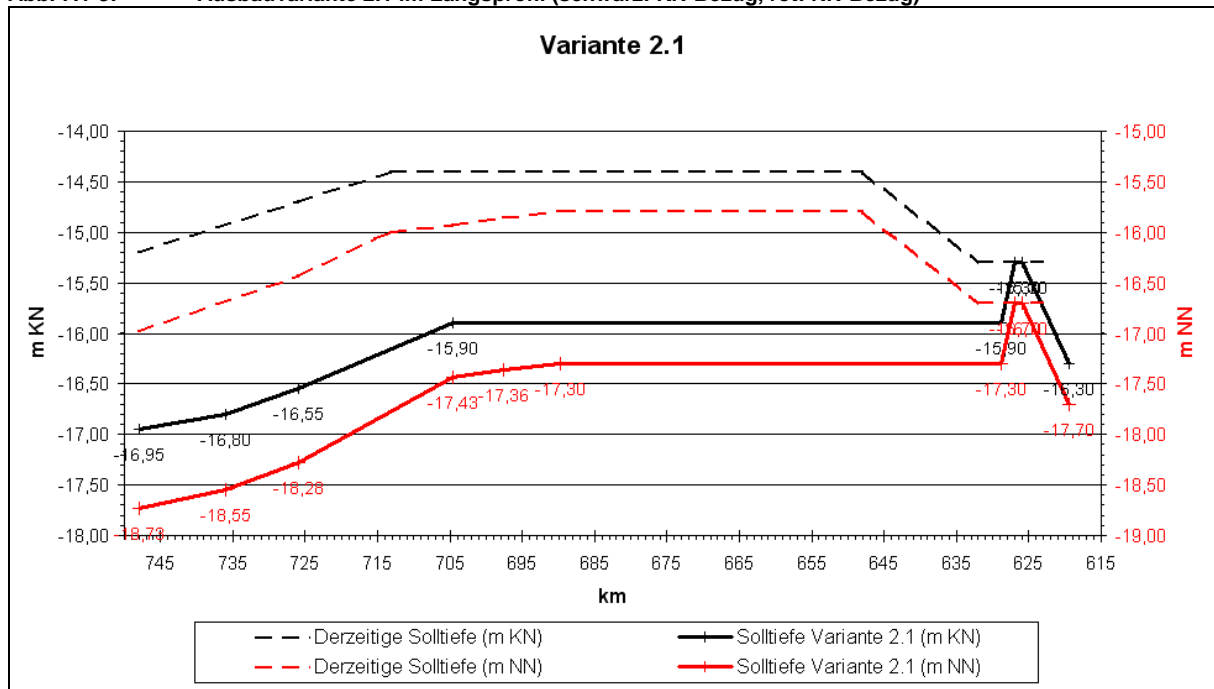


Abb. 7.1-4: Ausbauvariante 3 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)

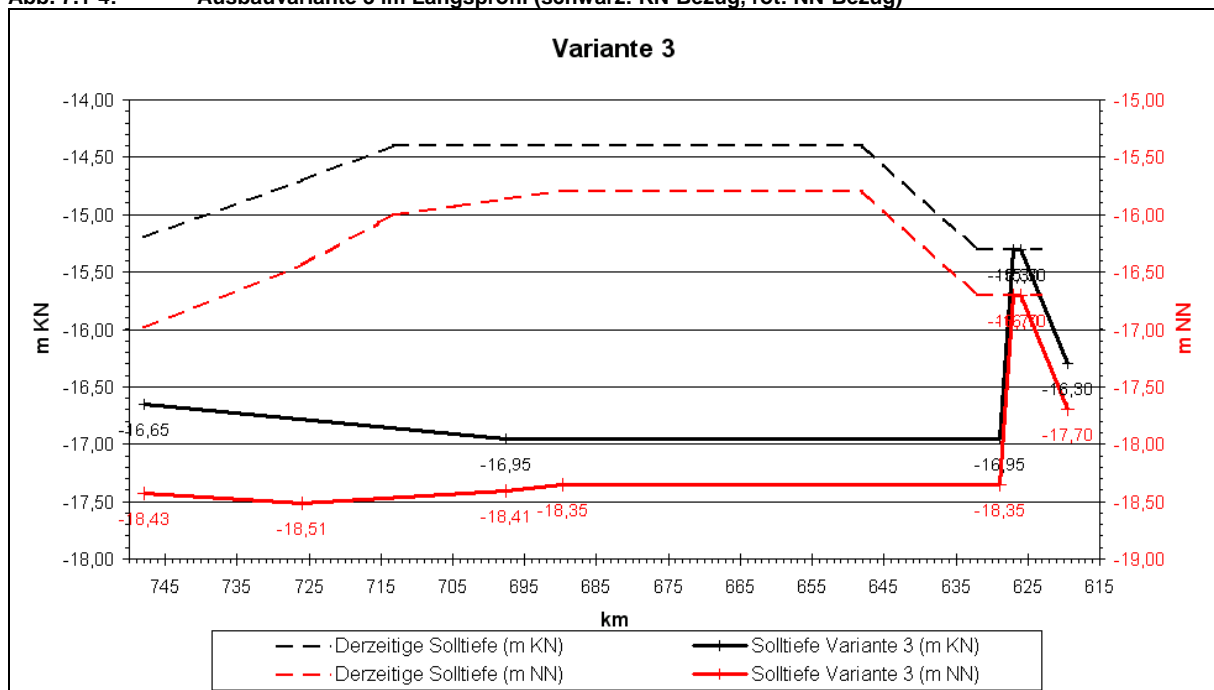


Abb. 7.1-5: Ausbauvariante 4 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)

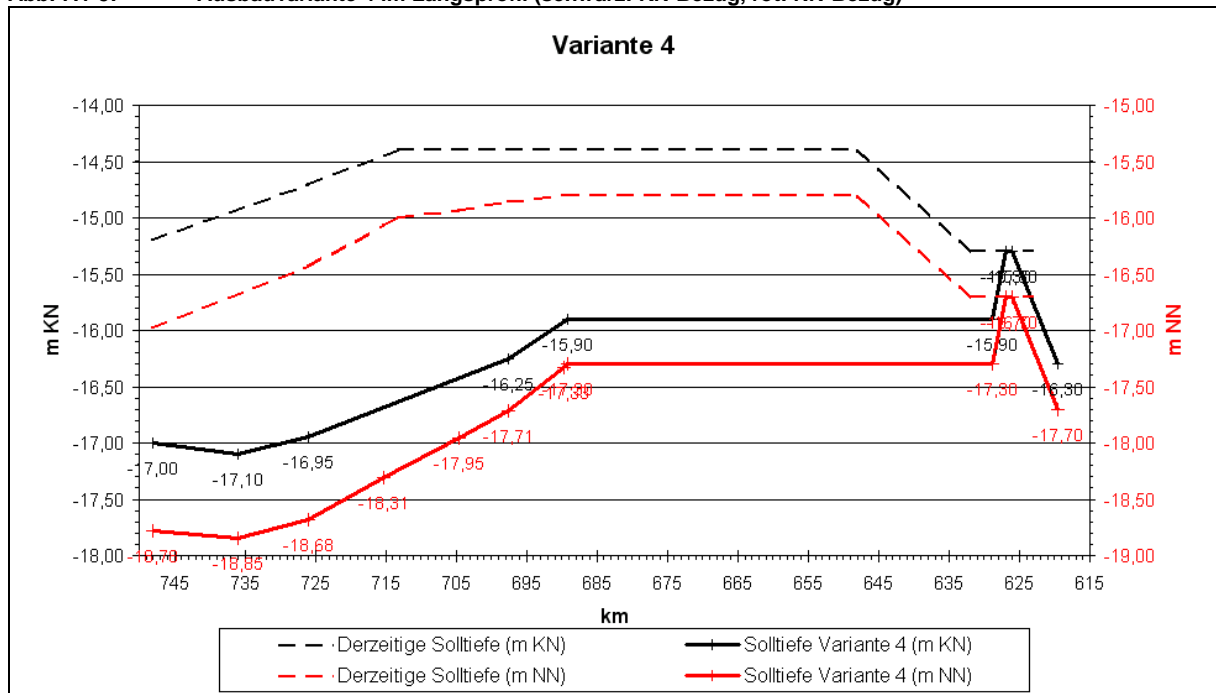


Abb. 7.1-6: Ausbauvariante 5 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)

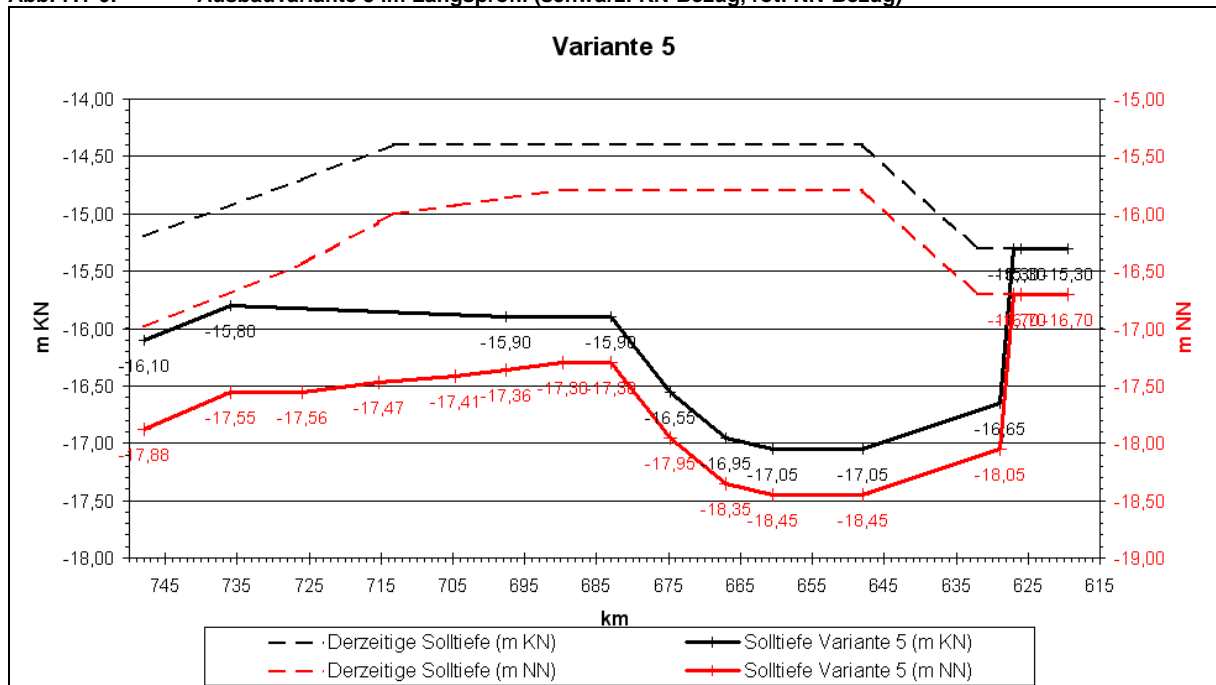


Abb. 7.1-7: Ausbauvariante 5.1 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)

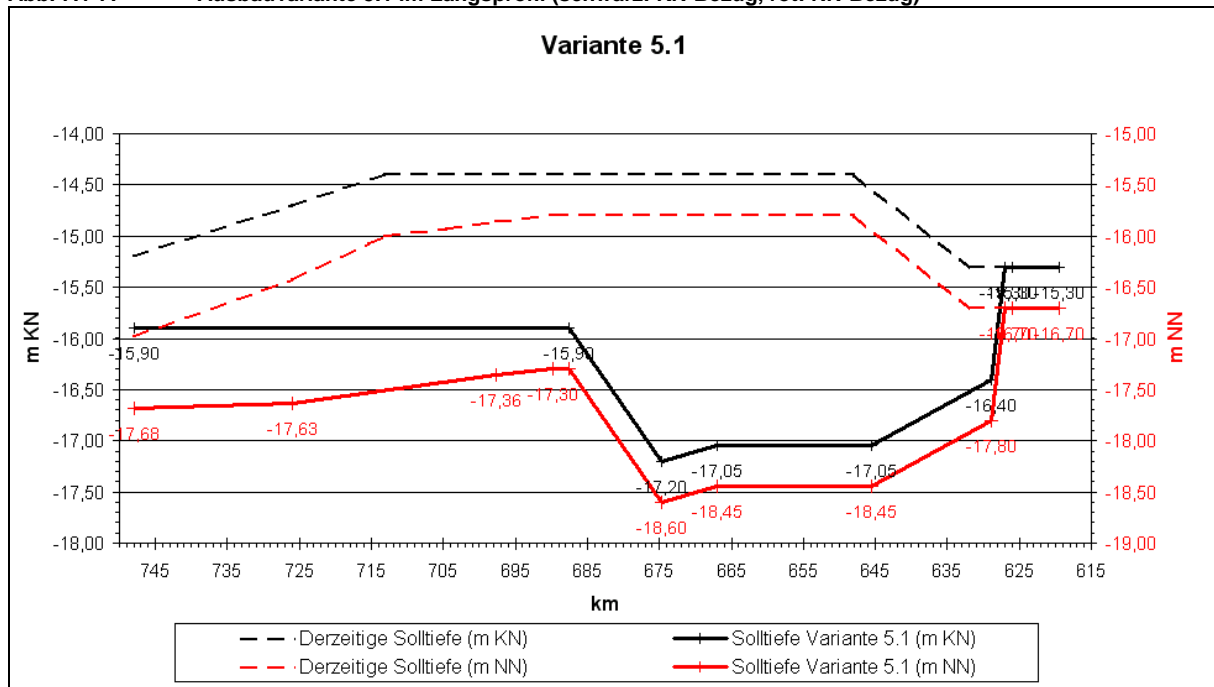
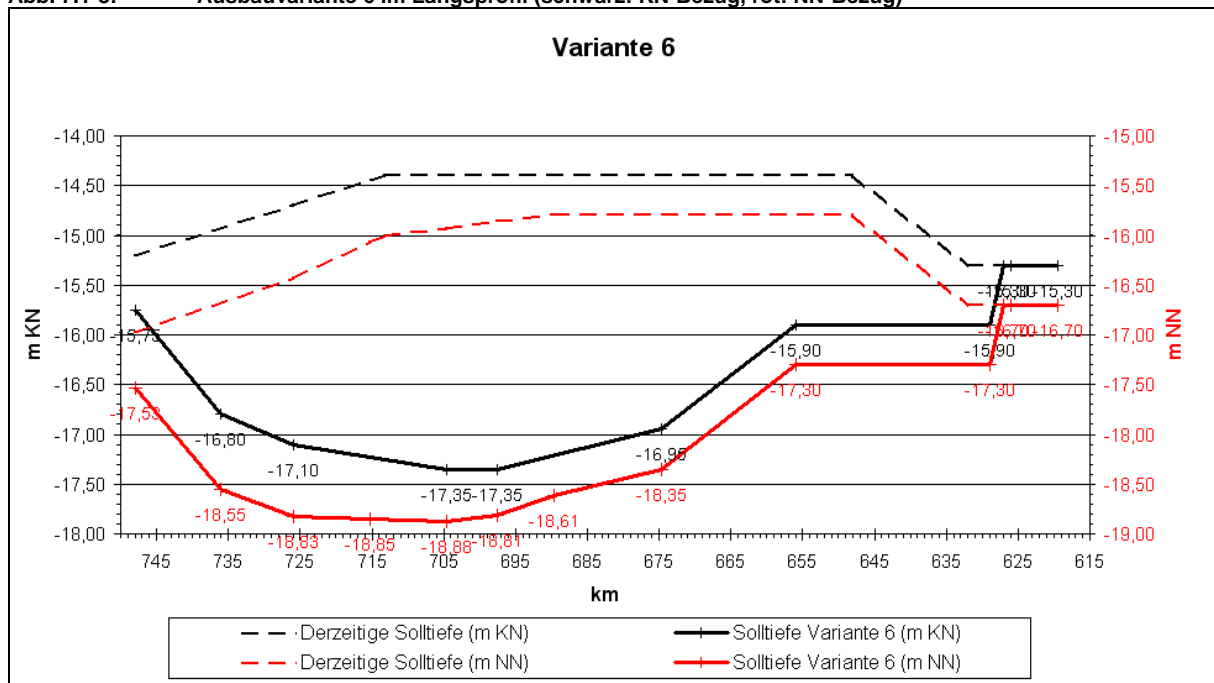


Abb. 7.1-8: Ausbauvariante 6 im Längsprofil (schwarz: KN-Bezug, rot: NN-Bezug)



## 7.2 Bewertung der Ausbauvarianten

Zur Ermittlung einer Zielvariante wurden die dargestellten Ausbauvarianten einer vergleichenden Bewertung unterzogen. Im Mittelpunkt dieser Bewertung standen - bezogen auf die einzelnen Ausbauvarianten - die folgenden Fragestellungen:

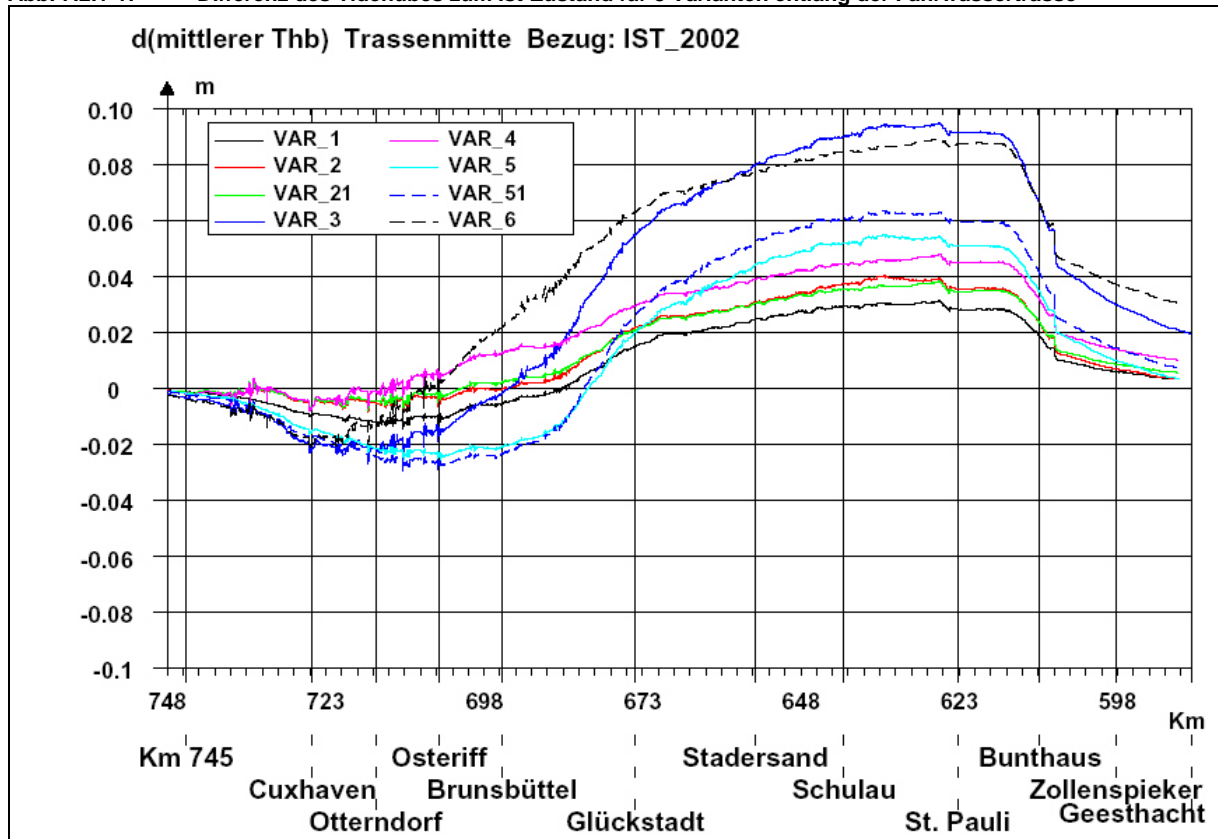
- Welche hydrologischen und ökologischen Folgen der Fahrrinnenanpassung sind ausbaubedingt zu erwarten und sind diese vertretbar?
- Wird mit der Ausbauvariante die Zielsetzung der Fahrrinnenanpassung bedarfsgerecht erreicht?
- Welcher volkswirtschaftliche Nutzen wird mit der Fahrrinnenanpassung erzielt?

### 7.2.1 Hydrologische Folgen

Die hydrologischen Auswirkungen der betrachteten Ausbauvarianten wurden von der Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (BAW-DH) in einer hydrologischen Machbarkeitsuntersuchung ermittelt (BAW-DH 2003a). Untersucht wurden dabei im Wesentlichen die ausbaubedingten Auswirkungen auf die maßgebenden Tidekennwerte wie Tideniedrigwasser (Tnw), Tidehochwasser (Thw), Tidehub (Thb) sowie auf die Strömungsgeschwindigkeiten des Flut- und Ebbestromes. Die Auswirkungen wurden mit einem hoch auflösenden zweidimensionalen hydronumerischen Modell ermittelt. Die dabei gewonnenen Untersuchungsergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Die deutlichsten ausbaubedingten Änderungen der Tidewasserstände wurden bei allen Varianten im Bereich Hamburgs ermittelt. Das Ausmaß der Wasserstandsänderungen wird dabei entscheidend von der Menge des Ausbaubaggers gesteuert. Konsequenterweise ruft Variante 3 als Maximalvariante mit einer max. Tidehubänderung von 10 cm die deutlichsten Änderungen hervor. Variante 1 als Minimalvariante führt demgegenüber lediglich zu einer Änderung des Tidehubs von max. 3 cm (vgl. Abb. 7.2.1-1).

Abb. 7.2.1-1: Differenz des Tidehubes zum Ist-Zustand für 8 Varianten entlang der Fahrwassertrasse



Quelle: BAW-DH 2003a

Ein etwas differenzierteres Bild ergab sich bezüglich der ausbaubedingten Auswirkungen auf die Strömungsverhältnisse. Die mittlere Flutstromgeschwindigkeit nimmt für alle Varianten stromab von Glückstadt zu, wobei die maximalen Zunahmen lokal bei 5 cm/s liegen. Von Stadersand bis nach St. Pauli entstehen größere Abnahmen. Bei den mittleren Ebbestromgeschwindigkeiten ergeben sich stromab von Glückstadt Zunahmen lokal bis zu 6 cm/s und zwischen Stadersand und St. Pauli Abnahmen von 4 bis zu 8 cm/s.

Als ungünstig bewertet wurden solche Varianten, die zu vergleichsweise großen Veränderungen der Strömungskennwerte führen. Auch Varianten, die zu ausgeprägten Gradienten in den auf dem Längsprofil hervorgerufenen Änderungen führen, wurden von der BAW-DH als unvorteilhaft eingestuft. Varianten, die diesen Kriterien unterliegen, sind 3, 6, 5.1 und 2.

Von der weiteren Betrachtung in der hydrologischen Machbarkeitsstudie sind vor diesem Hintergrund folgende Varianten ausgeschlossen worden:

- Var. 5.1, Var. 6, Var. 3 (wegen größerer Änderungen der Tidewasserstände),
- zusätzlich Var. 2 (wegen ungünstiger Änderungen der Tideströmungen)
- sowie Var. 1 (weil die Variante das Ausbauziel für den tideabhängigen Verkehr nicht bedarfsgerecht erfüllt).

Die verbleibenden Varianten 2.1, 4 und 5 sind einer differenzierteren Bewertung im Hinblick auf die ausbaubedingten hydrologischen Auswirkungen unterzogen worden.

In diese Bewertung wurden zum einen die Wasserstandsänderungen in der Hauptelbe verfeinert auf insgesamt fünf Profilen, zum anderen auch die ausbaubedingten Veränderungen der Tidekennwerte in den Nebanelben einbezogen.

Die Ergebnisse dieser verfeinerten Auswertungen zeigen, dass die Variante 5 insbesondere im Hinblick auf die Strömungsänderungen deutlich nachteiliger als die anderen Varianten zu beurteilen ist. Zum einen führt diese Ausbauvariante zu relativ deutlichen Abnahmen der Ebbstromgeschwindigkeiten in den Nebanelben und damit zu einer Verstärkung der flutstromorientierten Transportbilanz von Feststoffen in den Nebengewässern. Zum anderen nehmen durch diese Ausbauvariante die Flutstromgeschwindigkeiten in der Fahrrinne zwischen Stadersand und St. Pauli stärker als bei den anderen betrachteten Varianten ab. Die Ebbstromgeschwindigkeiten nehmen um vergleichbare Beträge ab. Als Folge dieser Strömungsänderungen verstärkt sich bei Variante 5 das Sedimentationspotenzial unterhalb der Delegationsstrecke vergleichsweise deutlich, so dass schließlich auch diese Variante von den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen wurde.

Demgegenüber verändern die Varianten 2.1 und 4 die abiotischen, das Ästuarsystem kennzeichnenden Zustandsgrößen in einem relativ geringen Umfang, so dass diese aus hydrologischer Sicht als machbar beurteilt wurden.

### 7.2.2 Ökologische Folgen

Im Zusammenhang mit den ökologischen Auswirkungen müssen im Wesentlichen zwei zentrale Wirkungspfade berücksichtigt werden:

Zum einen wirkt eine Ausbaumaßnahme direkt durch den unmittelbaren Eingriff des Baggers und durch die Unterbringung des Ausbaubaggergutes.

Zum anderen werden indirekte Auswirkungen hervorgerufen, indem die durch den Ausbau bewirkten hydrologischen Folgen (Änderung der Tidewasserstände, Strömungen, Salzgehalte) ihrerseits zu Änderungen der Lebensraumstruktur der Elbe führen.

Für die Grobabschätzung der ökologischen Folgen einer Vertiefungsmaßnahme ergibt sich aus den genannten Wirkungszusammenhängen, dass das Ausmaß der ausbaubedingten Beeinträchtigungen von Natur und Umwelt im Wesentlichen vom Umfang der durch die Maßnahme beanspruchten Flächen der Gewässersohle und an Land sowie von der Größe der hydrologischen Änderungen gesteuert wird.

Sowohl die Flächeninanspruchnahme als auch die hydrologischen Änderungen korrelieren dabei unmittelbar mit der Menge des Ausbaubaggerguts. Tab. 7.2.2-1 gibt einen Überblick über die von der BAW-DH ermittelten Baggereingriffsflächen der Ausbauvarianten. Variante 1 weist dabei die deutlich geringsten, Variante 3 die größten Baggereingriffsflächen auf; auch die Flächen der übrigen Ausbauvarianten korrespondieren mit den im BAW-Modell ermittelten Baggermengen sowie den ausbaubedingten Wasserstandsänderungen.



**Tab. 7.2.2-1: Baggereingriffsflächen der untersuchten Varianten in Mio. m<sup>2</sup>**

	Var. 1	Var. 2	Var. 2.1	Var. 3	Var. 4	Var. 5	Var. 5.1	Var. 6
Fläche Trasse	17,1	23,0	21,5	30,9	23,5	23,7	24,1	26,3
Fläche Böschung	2,7	3,2	2,9	5,2	3,1	4,4	4,5	3,1
Gesamt	19,8	26,2	24,4	36,1	26,6	28,1	28,6	29,4

Quelle: BAW-DH 2003a

Legt man einer vergleichenden ökologischen Bewertung der Varianten diesen Beurteilungsmaßstab zu Grunde, ergibt sich konsequenterweise ein der in Kap. 7.2.1-1 dargestellten hydrologischen Bewertung im Grundsatz entsprechendes Ergebnis: je größer die Baggermen- gen/Baggereingriffsflächen, desto größer die hydrologischen und auch die ökologischen Auswirkungen einer Ausbauvariante. Insoweit wurden bei der weiteren Variantenbewertung die ausbaubedingten hydrologischen und ökologischen Auswirkungen in einem gemeinsamen Wirkungskomplex berücksichtigt.

### 7.2.3 Nautische und technische Rahmenbedingungen

Ein wesentliches Kriterium zur Bestimmung der Zielvariante ist die Frage, ob und inwieweit die jeweilige Variante aus nautischer Sicht das Ausbauziel bedarfsgerecht erreichen kann. Im Folgenden sollen die Ausbauvarianten vor dem Hintergrund verschiedener nautischer und technischer Rahmenbedingungen, die insbesondere Auswirkungen für den tideabhängigen Verkehr haben, beurteilt werden. In den Vergleichsvarianten 1 und 3 ist für die Containerschiffahrt kein tideabhängig ausgehender Verkehr vorgesehen. Vor diesem Hintergrund sind sie von dieser Bewertung ausgenommen worden.

#### Vorflutrestriktion (Flutstromrestriktion) im Hamburger Hafen

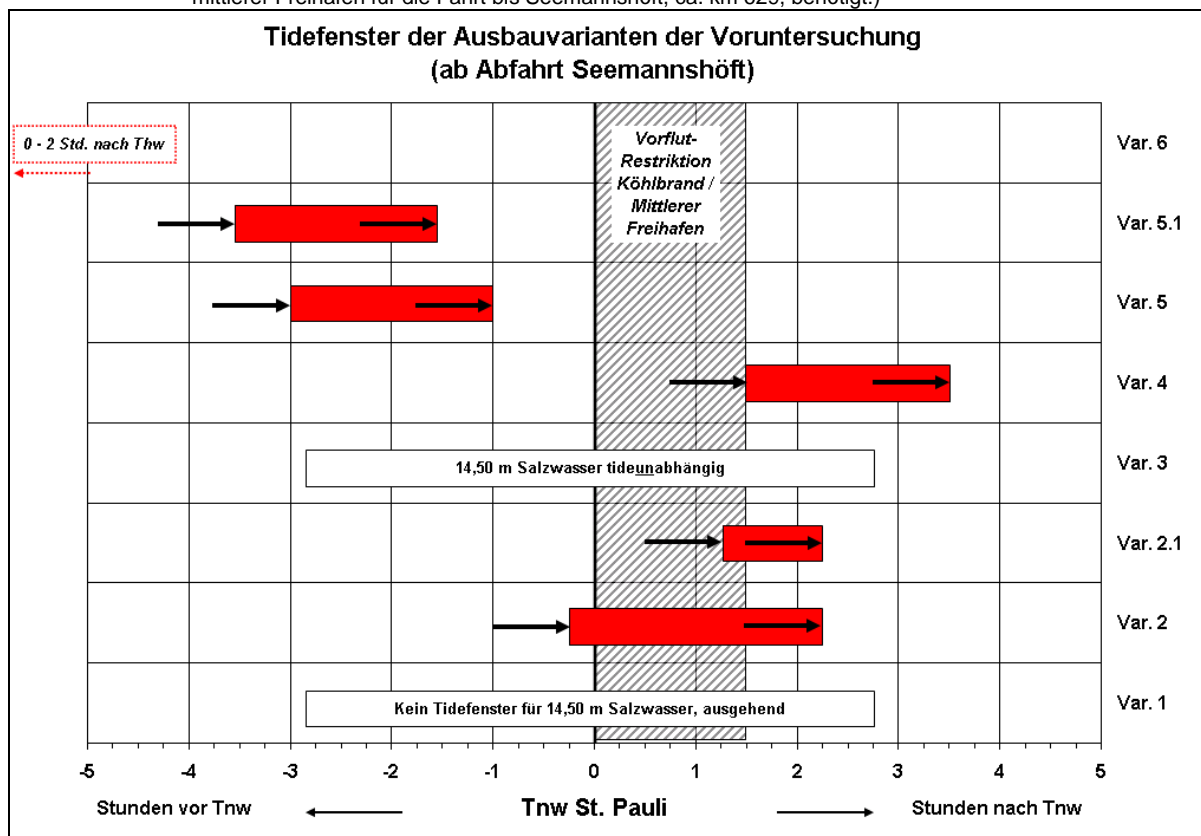
Auf Grund der lokalen Strömungsverhältnisse wird eine Einfahrt bzw. Ausfahrt in den Köhlbrand vom bzw. zum Containerterminal Altenwerder sowie den mittleren Freihafen in der ersten Flutphase von 0 bis 1,5 h nach Tnw St. Pauli für Schiffe L > 290 m (Köhlbrand) bzw. L > 250 m (mittlerer Freihafen) derzeit nicht zugelassen. Es ist nicht absehbar, ob und inwieweit diese Flutstromrestriktion zukünftig zurückgenommen oder modifiziert werden kann. Mittelfristig könnten sich die Verhältnisse zumindest bezüglich des mittleren Freihafens auf Grund des geplanten Umbaus des dortigen Einfahrtbereichs (vgl. Vorhabensbeschreibung) verbessern.

Bezogen auf den tideunabhängigen Verkehr des Bemessungsschiffes ergaben sich aus der Flutstromrestriktion keine unterschiedlichen Bewertungen der Ausbauvarianten.

Anders gelagert ist dies für den tideabhängig ausgehenden Verkehr des voll abgeladenen Bemessungsschiffes, da sich die Flutstromrestriktion auf Lage und Länge der Startfenster der einzelnen Varianten unterschiedlich auswirkt. In Abb. 7.2.3-1 ist dieser Zusammenhang graphisch aufbereitet worden. Demnach berühren die Varianten 2 und 2.1 und 4 mit ihren Startfenstern den zeitlichen Bereich der Vorflutrestriktion. Dies hat zur Folge, dass dem voll abgeladenen Bemessungsschiff in den genannten Terminalbereichen das Startfenster nicht

in seiner vollen Länge zur Verfügung steht. Bei Variante 4 steht ein rd. 1¼-stündiges und damit noch auskömmliches Startfenster zur Verfügung. Bei den Varianten 2 und 2.1 würde sich das Startfenster so verkürzen, dass lediglich eine zeitliche Punktabfahrt ermöglicht wird<sup>24</sup>. Die notwendige Länge des Tidefensters von 2 Stunden würde damit für die Terminalbereiche Mittlerer Freihafen und Altenwerder deutlich unterschritten. Dies würde bedeuten, dass lediglich der Terminalbereich Waltershofer Häfen in einem ausreichend langen Tidefenster von tideabhängig verkehrenden Containerschiffen verlassen werden könnte. Eine erhebliche Einschränkung der Leichtigkeit des Containerschiffsverkehrs und damit der Wettbewerbsfähigkeit des Hafens insgesamt wären die Folge. Angesichts dieser Einschränkungen sind beide Varianten als nicht bedarfsgerecht beurteilt worden.

**Abb. 7.2.3-1: Zeitliche Lage der Tidefenster der Ausbauvarianten und der Vorflutrestriktion Köhlbrand / mittlerer Freihafen.** (Die schwarzen Pfeile in der Abbildung symbolisieren den ungefähren Zeitraum (etwa 45 Minuten), den ein tideabhängig ausgehendes Containerschiff vom Ablegen an den Terminals Altenwerder bzw. mittlerer Freihafen für die Fahrt bis Seemannshöft, ca. km 629, benötigt.)



### Tiefenrestriktion BAB-Elbtunnel

Die derzeit über dem Schutzbauwerk des Hamburger Autobahn-Elbtunnels vorhandene Fahrrinnenbreite von 260 m (bei einer Fahrrinntiefe von NN -16,70 m) ist für große Schiffe nach/von Altenwerder auf Grund der Kurvenfahrt in bzw. aus dem Köhlbrand die nautisch notwendige Mindestbreite. Aufgrund des Verlaufs des BAB-Elbtunnels könnte bei einer wei-

<sup>24</sup> Bei Variante 2 ergibt sich die Punktabfahrt nur in Verbindung mit der Tiefenrestriktion BAB-Elbtunnel.

teren Vertiefung der Fahrrinne diese erforderliche Fahrrinnenbreite nicht hergestellt werden. Deshalb ist ein Ausbau der Fahrrinne im Bereich des BAB-Elbtunnels nicht vorgesehen.

Die Tiefenrestriktion ist allein für den tideabhängigen Verkehr des Bemessungsschiffes von Bedeutung. Grundsätzlich kann das voll abgeladene Bemessungsschiff den BAB-Elbtunnel in der Zeit von 3 Stunden vor bis 1,5 Stunde nach Niedrigwasser St. Pauli nicht überqueren. Bezogen auf die Ausbauvarianten bedeutet dies, dass die Varianten 2, 2.1, 4, 5 und 5.1 auf Grund der Lage ihrer Startfenster durch diese Restriktion betroffen sind.

Konkrete Folge ist, dass die Länge des Startfensters dieser Varianten für die östlich des BAB-Elbtunnels gelegenen Terminalbereiche (Containerterminal Altenwerder und mittlerer Freihafen) verkürzt wird. Bei den Varianten 2 und 2.1 wirkt sich diese Verkürzung so aus, dass lediglich eine zeitliche Punktabfahrt des Bemessungsschiffes möglich sein wird. Beide Varianten müssen daher auch hinsichtlich der zu beachtenden Höhenlage des BAB-Elbtunnels als nicht bedarfsgerecht beurteilt werden. Bei Variante 5 wird das ursprünglich zweistündige Startfenster auf eine Länge von etwa 45 Minuten beschränkt, so dass diese Variante allenfalls als eingeschränkt bedarfsgerecht zu bewerten ist. Bei Variante 5.1 wird das Startfenster durch die Höhenlage des BAB-Elbtunnels auf eine noch hinnehmbare Länge von etwa 1¼ Stunden reduziert. Bei Variante 4 fällt die geringe Beeinträchtigung von etwa ¼ Stunde mit der Einschränkung durch die Flutstromrestriktion zusammen, so dass ein 1¼ - stündiges Startfenster verbleibt.

### Begegnungsproblematik

Im Streckenabschnitt zwischen der Störkurve und der Landesgrenze Hamburgs bei Tinsdal mit einer derzeitigen Regelbreite der Fahrrinne von 300 m besteht ein Begegnungs- und Überholverbot für Fahrzeuge mit addierten Schiffsbreiten von 90 m und mehr (siehe auch Vorhabensbeschreibung). Für das Bemessungsschiff mit einer Breite von 46 m würde dies auf Grund der addierten Breiten von 92 m ein Begegnungsverbot untereinander bedeuten. Ein uneingeschränkter tideunabhängiger Verkehr des Bemessungsschiffes wäre nicht gegeben. Bei einer Länge dieses für das Bemessungsschiff einschiffigen 300 m breiten Streckenabschnittes von rd. 60 km können daraus Wartezeiten von bis zu drei Stunden entstehen.

Ebenfalls zu berücksichtigen ist insbesondere die mit großen Tiefgängen tideabhängig einlaufende Massengutschiffahrt, da die Schiffsbreiten bei diesen Massengutschiffen i. d. R. noch deutlich über der Breite des Bemessungsschiffes liegen. Bei der vorherigen Fahrrinnenanpassung ist deshalb auch die Begegnung des Panmax-Containerschiffes mit dem einlaufenden Massengutschiff der Regelfall der Begegnung gewesen.

Diese mit dem Hochwasser einlaufenden Massengutschiffe könnten sich auf Grund 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. Die Begegnung dieser eine Stunde vor Hochwasser Hamburg erreichenden Massengutschiffe mit tideabhängig auslaufenden Schiffen würde je nach Lage des Startfensters in unterschiedlichen Bereichen der Unterelbe stattfinden.

Bei den Varianten 2 und 2.1 würden sich tideabhängig einlaufende Massengutschiffe mit tideabhängig auslaufenden Containerschiffen zwischen km 670 (Bielenberg) und km 643

(Hamburger Yachthafen, Wedel) bzw. zwischen km 656 (Stadersand) und km 643 (Hamburger Yachthafen) begegnen. Die Begegnung würde damit oberhalb der Störkurve stattfinden und damit in einem Bereich, in dem die Fahrrinne nach den in der Vorhabensbeschreibung erläuterten Ansätzen eine Regelbreite von 320 m haben wird. Begegnungen des Bemesungsschiffes mit Massengutschiffen werden in diesem Streckenabschnitt jedoch nicht zulässig sein. Ähnlich kritisch stellt sich diese Problematik bei Variante 4 dar, da bei dieser Variante die Begegnung ebenfalls oberhalb der Störkurve, allerdings noch weiter stromauf zwischen km 650 (Lühesand-Nord) und km 633 (Mühlenberg) stattfinden würde.

Die Varianten 5, 5.1 und 6 bieten bezüglich der Begegnungsproblematik deutlich bessere Konditionen. Bei den Varianten 5 und 5.1 findet die tideabhängige Begegnung zwischen Container- und Massengutschiff zwischen km 667 und km 701 bzw. km 672 und km 709 statt. Die Begegnungsbereiche beider Varianten liegen damit zumindest in großen Teilen unterhalb der Störkurve, so dass bei entsprechender Verkehrslenkung eine Begegnung im Fahrrinnenbereich mit 400 m Regelbreite ermöglicht werden könnte.

Durch das Tidfenster der Variante 6 (0 bis 2 Std. nach Thw St. Pauli) wird erreicht, dass es zu keiner tideabhängigen Begegnung zwischen Container- und Massengutschiff kommt, da das tideabhängig ausgehende Containerschiff den Hamburger Hafen erst dann verlassen kann, wenn das tideabhängig einkommende Massengutschiff den Hamburger Hafen zuvor (ca. 0,5 Std. vor Thw St. Pauli) bereits erreicht hat.

Zusammenfassend ergibt sich für die Berücksichtigung der nautischen Rahmenbedingungen bei der Beurteilung der Ausbauvarianten folgendes Bild:

Im Hinblick auf die Vorflutrestriktion und die Tiefenrestriktion durch den BAB-Elbtunnel müssen die Varianten 2, 2.1 und 5 als nicht bedarfsgerecht beurteilt werden, da sie für den tideabhängig ausgehenden Containerschiffsverkehr von den Terminalbereichen Altenwerder und mittlerer Freihafen nur sehr kurze und damit unzureichende Tidfenster bieten. Bei den Varianten 4, 5.1 und 6 wirken die genannten Restriktionen nicht (Variante 6) oder nur eingeschränkt, so dass diese Varianten diesbezüglich die Zielsetzung der Fahrrinnenanpassung erfüllen. Hinsichtlich der Begegnungsproblematik tideabhängig ausgehender Containerschiffe und tideabhängig einkommender Massengutschiffe waren die Varianten 2, 2.1 und 4 eher kritisch zu beurteilen, da sie derartige Begegnungen in vergleichsweise schmalen Fahrrinnenbereichen nicht zulassen und es daher in diesen Fällen zu deutlichen Erhöhungen der Wartezeit für den tideabhängig ausgehenden Verkehr kommen kann.

## 7.2.4 Wirtschaftlichkeitsuntersuchung

Die Nutzen-Kosten-Untersuchung hat ergeben, dass alle untersuchten Ausbauvarianten volkswirtschaftlich rentabel sind. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen waren die Varianten 2.1 und 5 bereits aus nautischen Gründen von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen worden, so dass sie in der Nutzen-Kosten-Untersuchung keine Berücksichtigung mehr fanden.

Die Tabelle 7.2.4-1 gibt eine Übersicht über die in der NKU ermittelten positiven und negativen Nutzen, die Investitionskosten sowie die sich hieraus ergebenden Nutzen-Kosten-Verhältnisse.

Den Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen liegt die Annahme zu Grunde, dass ein gleichwertiger Ausbau der Außenweser erfolgt ist. Mit der Einbeziehung dieser Interdependenz wird eine mögliche Überschätzung der Nutzen vermieden.

Entsprechend der Methodik der Bundesverkehrswegeplanung werden die folgenden Nutzenkategorien berücksichtigt:

- Verbilligung des Schiffsbetriebs im Massengutverkehr durch eine verbesserte Auslastung der Schiffe;
- Verbilligung des Schiffsbetriebs im Containerverkehr (Reduzierung der Fahrtkosten durch das Vermeiden eines Doppelanlaufs von Häfen in der Nordrange);
- Verbilligung des Schiffsbetriebs durch Reduzierung von Wartezeiten;
- Transportkosteneinsparung aus vermiedenen Verkehrsverlagerungen;
- veränderte Unterhaltungskosten (negative Nutzen, wenn die Kosten größer sind als im Vergleichsfall);
- zusätzliche Beschäftigung während der Investitionsphase;
- vermiedene Beschäftigungsverluste aus Verkehrsverlagerungen;
- Nutzen aus verminderten CO<sub>2</sub>- und NO<sub>x</sub>-Emissionen
- Förderung des internationalen Leistungsaustausches (Bonus dafür, dass die Fahrrinnenanpassung weitestgehend dem internationalen Handel zu Gute kommt).

Auffallend ist, dass bei der Nutzenkategorie „Verbilligung des Schiffsbetriebs durch Reduzierung von Wartezeiten“ bei den meisten Varianten ein negativer Nutzen ermittelt wurde. Dies liegt darin begründet, dass Containerschiffe im Ist-Zustand z. T. den Hafen Rotterdam innerhalb eines Umlaufs in der Nordseerange zweimal anlaufen und die dazwischen liegenden Häfen mit geringeren Tiefgängen ohne Wartezeitenverluste bedient werden können. Wenn durch eine weitere Vertiefung der Fahrrinne diese sehr kostenintensiven Doppelanläufe vermieden werden können, kann dies gleichzeitig auch zu einer Zunahme der Wartezeiten führen.

Bezüglich der in Tab. 7.2.4-1 aufgeführten Investitionskosten ist darauf hinzuweisen, dass diese gemäß der methodischen Vorgaben der Bundesverkehrswegeplanung um die Mehrwertsteuer bereinigt sind, sich auf den Preisstand 1998 beziehen, und mit dem volkswirtschaftlichen Zinssatz von 3 % auf den Bewertungszeitpunkt 2000 diskontiert wurden.

Bezogen auf die Annahmen des sog. Basisszenario<sup>25</sup> hat die Variante 4 das höchste Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) von 13,8 und weist damit auch die höchste volkswirtschaftliche Rentabilität auf. Das zweithöchste NKV wird mit 12,4 für Variante 2 erzielt. Das schlechteste NKV wird mit 8,4 für Variante 3 erreicht. Die Varianten 1 und 3 haben lediglich zu Vergleichszwecken als nicht bedarfsgerechte Minimal- bzw. Maximallösungen in der Variantenbetrachtung Berücksichtigung gefunden. Relativ hohe Nutzen-Kosten-Verhältnisse zeigen auch die Varianten 2 und 6, die daher hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Rentabilität ebenfalls als günstig zu beurteilen sind.

**Tab. 7.2.4-1: Nutzen und Kosten der Varianten der Fahrrinnenanpassung in Mio. € zum Preisstand 1998 - Barwerte auf 2000 diskontiert**

<b>Nutzen/Kosten</b>	<b>Var. 1</b>	<b>Var. 2</b>	<b>Var. 3</b>	<b>Var. 4</b>	<b>Var. 5</b>	<b>Var. 6</b>
Nutzen durch Vermeidung von Doppelanläufen	469,7	469,7	546,8	469,7	469,7	469,7
Nutzen durch Vermeidung von Wartezeiten	-15,5	-9,0	8,6	-8,7	-9,9	-4,2
Nutzen durch Verbesserung der Auslastung im Massengutverkehr	242,0	324,1	337,4	324,9	244,9	237,3
Nutzen durch vermiedene Verkehrssumlenkung	276,0	472,1	641,3	488,6	472,1	561,2
Nutzen durch veränderte Unterhaltungskosten	-6,7	-7,8	-11,6	-7,8	-9,7	-10,0
Nutzen durch regionale Beschäftigung während der Bauphase	1,8	2,4	4,4	2,2	3,2	2,8
Nutzen durch regionale Beschäftigung während der Betriebsphase	210,6	359,7	487,8	372,2	359,7	427,1
Nutzen durch verminderte CO <sub>2</sub> - und NO <sub>x</sub> -Emissionen	529,6	714,3	811,0	720,3	594,5	604,6
Nutzen durch Förderung des internationalen Leistungsaustausches	97,2	125,7	153,4	127,4	117,7	126,4
<b>Summe Nutzen</b>	<b>1.804,7</b>	<b>2.451,2</b>	<b>2.979,2</b>	<b>2.488,8</b>	<b>2.242,2</b>	<b>2.414,9</b>
Investitionskosten (ohne Mehrwertsteuer)	147,9	198,0	354,6	180,2	262,7	225,1
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>12,2</b>	<b>12,4</b>	<b>8,4</b>	<b>13,8</b>	<b>8,5</b>	<b>10,7</b>

Quelle: NKU 2004

Im Ergebnis der NKU sprach der Gutachter die Empfehlung aus, die Fahrrinnenanpassung entsprechend der Variante 4 zu realisieren.

<sup>25</sup> Das Basisszenario geht im Hinblick auf die künftige Entwicklung des Güterumschlages von der sog. Basisprognose aus. Grundlage dieser Basisprognose ist die BVWP-Prognose (1999) von PLANCO und eine von der Freien und Hansestadt Hamburg beauftragten Umschlagsprognose von ISL aus dem Jahre 2003. Darüber hinaus wird eine reaktionsfreie Wartezeit im Containerverkehr (Summe ein- und ausgehender Verkehr) von bis zu 90 Minuten und eine Soll-Schiffsauslastung im Containerverkehr von 92 % für den See-Eingang und von 95 % für den See-Ausgang zu Grunde gelegt.

### 7.3 Gesamtbewertung

Einer Gesamtbewertung der Ausbauvarianten wurden die folgenden Zielstellungen zu Grunde gelegt:

1. Vermeidung gravierender bzw. unvertretbarer ausbaubedingter hydrologischer/ökologischer Auswirkungen der Fahrrinnenanpassung durch die betrachtete Ausbauvariante.
2. Angemessene Berücksichtigung der nautischen Rahmenbedingungen durch die Ausbauvariante, so dass ein bedarfsgerechter Containerschiffsverkehr ermöglicht wird.
3. Eine möglichst hohe volkswirtschaftliche Rentabilität.

Um diese Bewertung einfach und nachvollziehbar durchzuführen, wurde eine grobe Bewertungsmatrix entwickelt (vgl. Tab. 7.3-1). Diese bemisst den Erfüllungsgrad der o.g. Zielstellungen in einer dreistufigen Bewertungsskala von 0 bis 2.

**Tab. 7.3-1: Gesamtbewertung der Ausbauvarianten (0 = ungenügender, 1 = ausreichender und 2 = günstiger Zielerfüllungsgrad; - = in der NKU nicht berücksichtigt)**

Variante Nr.	Vermeidung negativer hydrologischer und ökologischer Wirkungen	Berücksichtigung nautischer Rahmenbedingungen	Volkswirtschaftliche Rentabilität	Summe
2	1	0	2	<b>3</b>
2.1	2	0	-	<b>2</b>
4	2	1	2	<b>5</b>
5	1	0	-	<b>1</b>
5.1	0	2	1	<b>3</b>
6	0	2	2	<b>4</b>

Die Bewertung der einzelnen Ausbauvarianten ergibt sich aus den in den Kapiteln 7.2.1 bis 7.2.4 erläuterten Einzelbewertungen. Da die Varianten 1 und 3 lediglich zu Vergleichszwecken im Rahmen der Untersuchungen betrachtet wurden, sind sie in der Gesamtbewertung nicht berücksichtigt worden.

Grundsätzlich waren nur solche Ausbauvarianten weiter zu verfolgen, die in allen Bewertungskategorien mindestens einen ausreichenden Zielerfüllungsgrad erbringen. Diese Voraussetzung erfüllt allein die Ausbauvariante 4.

Im Hinblick auf den hydrologischen/ökologischen Wirkungskomplex und die volkswirtschaftliche Rentabilität weist diese Variante sogar einen günstigen Zielerfüllungsgrad auf und übertrifft diesbezüglich alle anderen Ausbauvarianten. Lediglich bezüglich der zu berücksichtigenden nautischen Rahmenbedingungen zeigt diese Variante auf Grund der oben erläuterten Begegnungsproblematik nur einen ausreichenden Zielerfüllungsgrad.

Aus der vergleichenden Bewertung der Ausbauvarianten ergab sich somit, dass allein die Variante 4 planerisch weiter zu verfolgen war.

## 7.4 Weiterführende planerische Überlegungen zur Zielvariante

Die abschließende Entwicklung einer Zielvariante basierte daher auf Ausbauvariante 4. Im Zuge dieser weiterführenden planerischen Überlegungen hat sich jedoch insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung der bereits in Kapitel 7.2.3 erläuterten Begegnungsproblematik weiterer Optimierungsbedarf ergeben.

Dieser beruht zum einen darauf, dass sich bei Variante 4 ein tideabhängig einkommendes Massengutschiff und ein tideabhängig ausgehendes Containerschiff zwangsläufig unmittelbar unterhalb des Hamburger Hafens begegnen würden. Da eine solche Begegnung bei der in diesem Bereich vorgesehenen Fahrrinnenbreite von maximal 320 m mit Sicherheit nicht zulässig sein wird, würde dies zur Folge haben, dass das ausgehende Containerschiff die Ankunft des Massengutschiffes vor seiner eigenen Abfahrt abwarten müsste. Dies hätte für das Containerschiff eine zusätzliche Wartezeit von max. 11 Stunden zur Folge.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass auch der tideunabhängige Verkehr durch die geschilderte Begegnungsrestriktion Behinderungen hinnehmen müsste. Zwar könnten die beteiligten Schiffe in ihrer Abfahrt so gesteuert werden, dass die Begegnungen unterhalb von km 680 (Störkurve) im Streckenabschnitt mit einer Regelbreite der Fahrrinne von 400 m stattfinden. Für das tideunabhängig ausgehende Containerschiff könnte dies gleichwohl zusätzliche Wartezeiten von bis zu 3 Stunden mit sich bringen. Diese Behinderungen für den tideunabhängigen Verkehr würden auch bei allen anderen Ausbauvarianten auftreten.

Im Zuge der Variantendiskussion hatten die geschilderten Restriktionen zunächst vor allem deswegen kein entscheidungserhebliches Gewicht, da es sich bei derartigen Begegnungen um Einzelfälle handelt. Die dadurch hervorgerufenen Behinderungen der Schifffahrt wurden daher zunächst als hinnehmbar unterstellt.

Dieser Beurteilung stehen allerdings einige zunächst nicht berücksichtigte Aspekte entgegen:

So war bereits unmittelbar nach der letzten Fahrrinnenanpassung festgestellt worden, dass die erzielten Tiefgangsverbesserungen nicht nur von der Containerschifffahrt, sondern auch von der Massengutschifffahrt genutzt wurden. Dies hatte zur Folge, dass im Anlauf auf den Hamburger Hafen vermehrt größere und damit auch breitere Massengutschiffe (Breite > 45 m) eingesetzt wurden. Hatten 1998 noch 6 derartig breite Massengutschiffe (einschl. Tankschiffe) den Hamburger Hafen angelaufen, betrug deren Zahl im Jahr 2005 bereits 33. Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend durch einen weiteren Fahrrinnenausbau und die damit auch für die Massengutschifffahrt verbundenen Tiefgangsverbesserungen fortsetzt. Gleichzeitig hat auch die Zahl der den Hamburger Hafen anlaufenden Containerschiffe mit großen Schiffsbreiten drastisch zugenommen. So hat sich die Zahl der Vollcontainerschiffe mit Breiten von mehr als 40 m von 58 im Jahr 1998 auf 433 im Jahr 2005 gesteigert. Auch die Ordertätigkeit der großen Reedereien zeigt, dass sich der Trend zu Schiffen mit großen Breiten fortsetzt. Darüber hinaus zeigt die Entwicklung der vergangenen Jahre, dass auch der tideabhängig ausgehende Containerschiffsverkehr zugenommen hat. Betrug die Anzahl tideabhängig ausgehender Containerschiffe im Jahr 1999 noch 1, ist sie auf 142 im Jahr 2005 angestiegen. Es ist zu erwarten, dass angesichts der geschilderten Entwicklungen kritische Begegnungen mit den damit verbundenen Wartezeiten häufiger auftreten werden.



In diesem Fall ist davon auszugehen, dass dies seitens der Schifffahrt als eine deutliche Einschränkung der Leichtigkeit des Schiffsverkehrs auf der Unter- und Außenelbe wahrgenommen wird. Dabei ist insbesondere auch zu berücksichtigen, dass die in enge Fahrpläne eingebundenen Container-Reedereien aller Erfahrung nach auf unvorhergesehene bzw. plötzlich auftretende Restriktionen sehr empfindlich reagieren. Hier reichen schon relativ wenige Ereignisse aus, um dem Ruf des Hamburger Hafens als verlässliches Glied der internationalen Transportkette ernsthaften Schaden zuzufügen.

In der Summe wird dies zu einer deutlichen Einschränkung der Verlässlichkeit und damit der Wettbewerbsfähigkeit des Hamburger Hafens führen. Dies wird sich mit Sicherheit auch in Ladungsverluste und damit Umschlagsverlusten niederschlagen, da davon auszugehen ist, dass die Containerreedereien noch mehr als zuvor die Nutzung der tideabhängigen Abfahrtsmöglichkeiten vermeiden werden.

Vor diesem Hintergrund wurde die Variante 4 weiter entwickelt. Eine sog. Begegnungsstrecke wurde unmittelbar unterhalb des Hamburger Hafens zwischen km 644 (Ausgang Lühekurve) und km 636 (Blankenese) geschaffen. Im Bereich der Begegnungsstrecke ist eine Fahrrinnenbreite von rd. 385 m vorgesehen. Durch diese Fahrrinnenbreite und durch die Lage der Begegnungsstrecke im Längsprofil der Fahrrinne können sich tideabhängig einkommende Massengutschiffe und tideabhängig ausgehende Containerschiffe begegnen. Damit ist gewährleistet, dass die für diesen Begegnungsfall ohne die Begegnungsstrecke zu erwartenden erheblichen zusätzlichen Wartezeiten für das Containerschiff nicht auftreten. Aber auch tideunabhängig verkehrende Großcontainerschiffe profitieren von der Begegnungsstrecke, da ihnen für Begegnungen mit Massengutschiffen neben dem Streckenabschnitt unterhalb der Störkurve nun ein weiterer Begegnungsbereich zur Verfügung steht und zusätzliche Wartezeiten vermieden werden.

Ergänzende hydrologische Untersuchungen der Bundesanstalt für Wasserbau haben ergeben, dass auch die modifizierte Variante 4 mit Begegnungsstrecke (Variante 4.4) bezüglich des hydrologisch-ökologischen Wirkungskomplexes als machbar zu beurteilen ist<sup>26</sup>.

Durch die Weiterentwicklung der Variante 4 zur Zielvariante 4.4 ist es gelungen, die hydrologischen Auswirkungen weiter zu minimieren. Aus nautischer Sicht konnte im Vergleich zu Variante 4 die Problematik bei der Begegnung des Bemessungsschiffes mit Massengutschiffen, deren Breite 46 m überschreitet, mit der Entwicklung einer Begegnungsstrecke bedarfsgerecht gelöst werden

Die Variante 4.4 ist daher die Grundlage der weiterführenden technischen Detailplanung des Fahrrinnenausbaus und wird im Erläuterungsbericht, Teil B.2 (Beschreibung des Vorhabens/Technische Planung), ausführlich dargestellt.

---

<sup>26</sup> 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.



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

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

Hamburg, den 19. Dezember 2006

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 19. Dezember 2006

Bearbeitet:

gez. Ferk  
Dipl. - Geogr.

Aufgestellt:

gez. Oellerich  
Dipl. - Biol.

## 8. Schriftenverzeichnis

**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.

**Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2003a):** Gutachten 'Machbarkeit einer weiteren Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe'. Hamburg, Juli 2003.

**Bundesanstalt für Wasserbau, Dienststelle Hamburg (2003b):** Gutachten 'Systemanalysen zur hydraulischen Kompensation nachteiliger Entwicklungen der kennzeichnenden Tidewasserstände'. Hamburg, Juli 2003.

**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.

**Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (2004):** Dynamisierung der außenhandelsbasierten Umschlagprognose des Hafens Hamburg. Bremen, November 2004.

**Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (2006):** Untersuchung des zukünftigen seewärtigen Schiffsverkehrs der Außen- und Unterelbe. (Statische Untersuchung). Bremen 2006.

**Planco Consulting GmbH (2004):** Nutzen-Kosten-Untersuchung zum Fahrrinnenausbau der Unter- und Außenelbe. Essen, Januar 2004.

**Planco Consulting GmbH (2006):** Fortschreibung der Berechnungen zur Regional- und gesamtwirtschaftlichen Bedeutung des Hamburger Hafens im Jahr 2001. Essen, Juli 2006.

**Projektbüro Fahrrinnenanpassung (2006):** Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt. Erläuterungsbericht, Teil B.2: Beschreibung des Vorhabens (Technische Planung). Hamburg, 2006.

**Projektgruppe Voruntersuchung Fahrrinnenanpassung (2004):** Machbarkeitsstudie zur weiteren Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe (Arbeitsfassung). Hamburg 2004.