



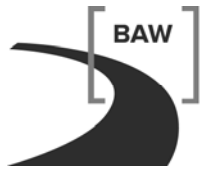
Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock

**Prognose der ausbaubedingten Änderungen
der schiffserzeugten Belastungen**

Stellungnahme zur URE

A 395 503 10184



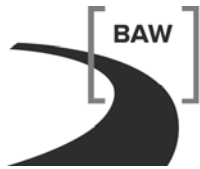
Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock

**Prognose der ausbaubedingten Änderungen
der schiffserzeugten Belastungen**

Stellungnahme zur URE

A 395 503 10184



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock

Prognose der ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen

Stellungnahme zur URE

Auftraggeber: Wasser- und Schifffahrtsamt Stralsund
Wamper Weg 5
18439 Stralsund

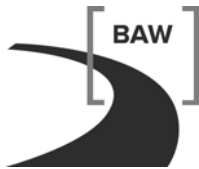
Auftrag vom: 03.02.2010, Az. 231.2_Wa2/1-4 II

Auftrags-Nr.: BAW-Nr. A 395 503 10184

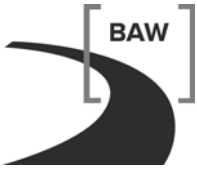
Aufgestellt von: Abteilung: Wasserbau im Küstenbereich
Referat: Ästuarsysteme I (K2)
Bearbeiter: Dr.-Ing. K. Uliczka

Hamburg, im Dezember 2010

Das Gutachten darf nur ungekürzt vervielfältigt werden. Die Vervielfältigung und eine Veröffentlichung bedürfen der schriftlichen Genehmigung der BAW.



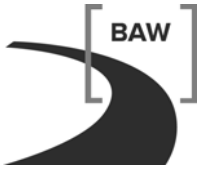
| Inhaltsverzeichnis | | Seite |
|---------------------------|--|--------------|
| 1 | Veranlassung und Bearbeitungskonzept | 1 |
| 2 | Physikalische Zusammenhänge | 2 |
| 3 | Ausbaubedingte Änderungen der schiffserzeugten Belastungen | 5 |
| 3.1 | Istzustand | 5 |
| 3.2 | Prognose der ausbaubedingten Änderungen | 5 |
| 3.2.1 | Vorhandene Modellversuche der BAW | 5 |
| 3.2.2 | Änderung der ausbaubedingten Teilquerschnittsverhältnisse | 7 |
| 3.2.3 | Verknüpfung der Prognoseverfahren | 10 |
| 4 | Schlussfolgerungen und Empfehlungen | 12 |
| 5 | Literaturverzeichnis | 14 |



Bildverzeichnis

Seite

| | |
|--|----|
| Bild 1: Seitliche Ansicht der Schiffswellensysteme in tiefen- und seitlich begrenztem Flachwasser | 3 |
| Bild 2: Resultierende schiffserzeugte Verdrängungsströmung (schematisch) in tiefen- und seitlich begrenztem Flachwasser | 3 |
| Bild 3: Geschwindigkeitsabhängige ausbaubedingte Änderung des Absunks infolge Tiefgangszunahme des Tankers T45 um $\Delta t = + 2$ m auf Basis der Modellversuche der BAW in 1994/95 ([1] u. [2], BAW, 1995) | 6 |
| Bild 4: Querschnittsverhältnisse n des Istzustands mit Tanker T45 und Ausbauzustand mit T48 sowie Differenzen T48-T45 | 7 |
| Bild 5: Teilquerschnittsverhältnisse n_T auf der <u>Westseite</u> der Zufahrt mit Istzustand / T45 sowie Ausbauzustand / T48 sowie Differenzen Δn_T für T48-T45 | 9 |
| Bild 6: Teilquerschnittsverhältnisse n_T auf der <u>Ostseite</u> der Zufahrt mit Istzustand / T45 sowie Ausbauzustand / T48 sowie Differenzen Δn_T für T48-T45 | 10 |
| Bild 7: Prognose der geschwindigkeitsabhängigen ausbaubedingten Änderungen des Absunks auf Basis der Modellversuche [1] u. [2] sowie der Änderungen der Teilquerschnittsverhältnisse (IST / T45 zu AUSBAU / T48) | 11 |



1 Veranlassung und Bearbeitungskonzept

Im Februar 2010 erhielt die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Abteilung Wasserbau im Küstenbereich den Auftrag vom Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Stralsund, für den Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock auf eine Tiefe von 16,60 m unter NN eine Machbarkeitsstudie für die darauf aufbauende Umwelt-Risiko-Einschätzung (URE) zu erstellen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie waren durch die BAW u.a. folgende Themenblöcke hinsichtlich ihrer ausbaubedingten Änderungen abzuarbeiten:

- Wasserstands-, Strömungs- und Salinitätsänderungen
- Änderungen der schiffserzeugten Belastungen durch Ausbau und Schiffsgröße
- Morphologische Änderungen und Einschätzung der zukünftigen Unterhaltung.

Die vorliegende Stellungnahme behandelt ausschließlich die Untersuchungen zum Teilaspekt der schiffserzeugten Belastungen. In der Machbarkeitsstudie der BAW werden im Wesentlichen die ausbaubedingten Änderungen der anderen abiotischen Systemparameter behandelt.

Bei der BAW lagen umfangreiche Erfahrungen zum Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock vor, da im Rahmen des letzten Ausbaus der Zufahrt auf eine Fahrrinntiefe von etwa $h = 15$ m inklusive Fahrrinnenverbreiterung u.a. ein Gutachten zu den ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen auf der Grundlage von Untersuchungen in einem physikalischen Maßstabsmodell erstellt wurde [2]. In diesem Zusammenhang wurden auch Untersuchungen zu weitergehenden Ausbauplanungen vorgenommen, auf die u.a. in dieser Stellungnahme zurück gegriffen werden konnte.

Methodisch wurde für diese Stellungnahme wie folgt vorgegangen: Die für die URE erstellte Prognose der ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen für den jetzt vorgesehenen Ausbau der Fahrrinne auf rund $h = 16,6$ m basierte zum einen auf Erfahrungen aus den maßstäblichen Modellversuchen in der BAW im Jahr 1994/95, die im Auftrag des WSA Stralsund im „Ergebnisbericht – Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock – Ermittlung und Bewertung ausbaubedingter Änderungen von schiffserzeugten Belastungen“ dokumentiert sind [1]. Zum anderen wurden zur Prognose zusätzlich Betrachtungen der Teilquerschnittsverhältnisse herangezogen, da die zukünftig vorgesehene Schiffsbreite über der damals untersuchten Fahrzeuge liegen wird. Durch eine Verknüpfung beider Verfahren konnte eine Abschätzung der ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen vorgenommen werden.

Dieses Vorgehen führt zu Ergebnissen, die nicht auf der sicheren Seite liegen, sondern eher als zu erwartende Größenordnung zu bewerten sind, weil bei der Prognose der schiffser-

zeugten Belastungen auf Basis der Teilquerschnittsverhältnisse nur ein linearer (nicht überproportionaler) Zusammenhang betrachtet wird.

2 Physikalische Zusammenhänge

Die grundsätzlichen physikalischen Zusammenhänge der Wellen- und Strömungsverhältnisse um ein fahrendes Schiff im Flachwasser wurden seit Anfang des letzten Jahrhunderts in verschiedensten Veröffentlichungen behandelt und mit Stand etwa 2006 im Gutachten der BAW zur weiteren Fahrrinnenanpassung der Unter- und Außenelbe aufgearbeitet [3]. Im Folgenden werden die physikalischen Grundlagen kurz zusammengefasst.

Die langperiodischen Schiffswellen- und Strömungssysteme sind gekennzeichnet durch

- den Bugstau s_B direkt am Schiffskörper,
- den Absunk z_A seitlich am Schiff (auch: Sog),
- die Heckwelle als Teil des durch den Absunk angeregten langperiodischen Primärwellensystems H_P (auch: Schwall),
- Periode des Primärwellensystems T_{Hp} (wenn analysierbar)
- Sunkzeit T_{SU} (Bugstau bis max. Absunk)
- Stiegzeit T_{ST} (Max. Absunk bis Primärwelle)

sowie

- die Rückströmung v_R , mit ihren Komponenten in Abhängigkeit von Bugstau, Absunk und Heckwelle.

Die Wasserspiegeländerungen in tiefen- und seitenbegrenztem Fahrwasser, wie sich das Wellenbild für einen Betrachter am Ufer darstellt, sind als Seitenansicht schematisch in Bild 1 erläutert. In ihrer zeitlichen Abfolge werden für einen am Ort stehenden Betrachter folgende Änderungen des Ruhewasserspiegels deutlich: Bugstau, Absunk als Differenz von Bugstau (oder Schwallwelle) und maximalem Wasserspiegelabfall, Primärwelle (als Heckwelle) sowie das die ausschwingende Primärwelle überlagernde Sekundärwellensystem.

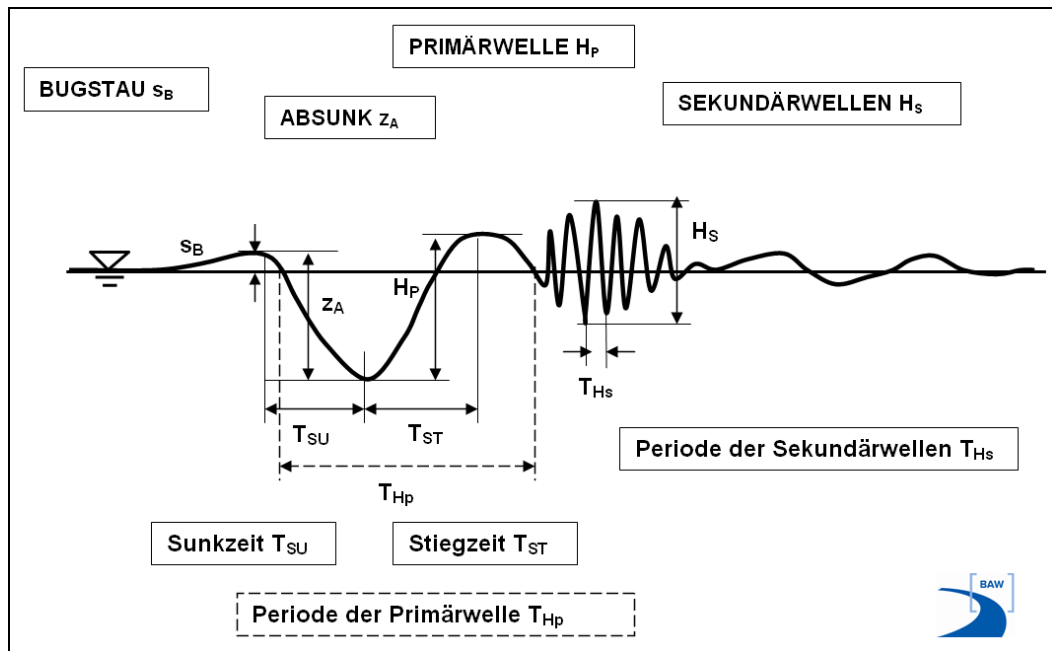


Bild 1: Seitliche Ansicht der Schiffswellensysteme in tiefen- und seitlich begrenztem Flachwasser

Die resultierende schiffserzeugte Verdrängungs-(Rück-)strömung in Schiffsnähe ist mit ihren Einzelkomponenten schematisch in Bild 2 dargestellt. Im ufernahen Flachwasserbereich, Seitenarmen und anliegenden Hafenbecken können die schiffserzeugten Wasserspiegeländerungen und Strömungen entsprechend den lokalen geometrischen Bedingungen zu Sog- und Schwallerscheinungen (hier: Absenk und Primärwelle) führen.

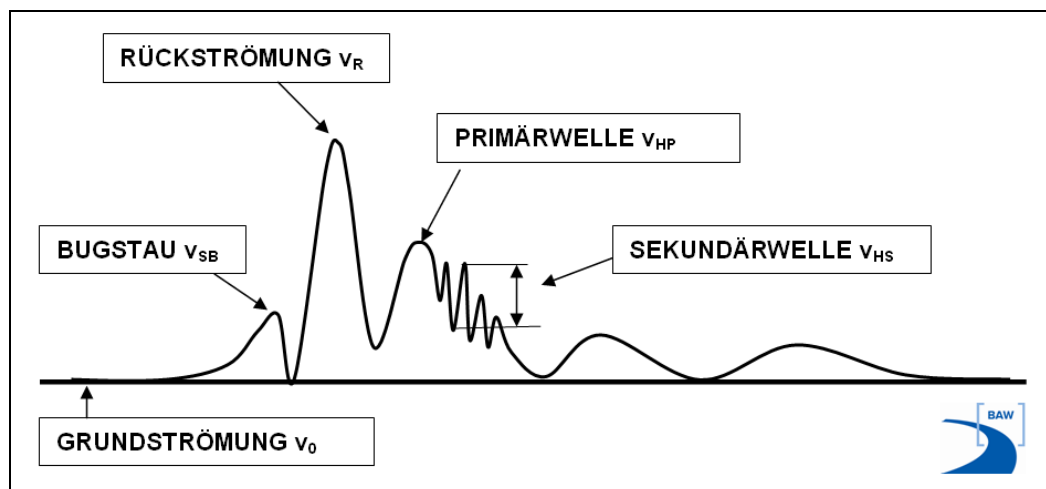


Bild 2: Resultierende schiffserzeugte Verdrängungsströmung (schematisch) in tiefen- und seitlich begrenztem Flachwasser

Die kurzperiodischen Anteile der schiffserzeugten Belastung (vergl. Bild 1) sind definiert als

- die kurzperiodischen Sekundärwellen H_S
- Periode der Sekundärwellen T_{H_S}

mit den welleninduzierten kurzperiodischen oszillierenden Strömungen, die die langperiodischen Belastungen je nach Wellenlaufgeschwindigkeit zeitlich und räumlich überlagern.

Die Größen der von fahrenden Schiffen erzeugten Wasserspiegelschwankungen und Strömungen sind eine Funktion

- von Schiffsgeschwindigkeit v_S und Passierabstand L
- der Schiffsabmessungen (Länge l , Breite b , Tiefgang t , eingetauchter Hauptspantquerschnitt A_S , Blockfaktor c_B)
- vom Gesamtwiderstand des Schiffes $R_{T,K}$, (Schiffsform)
- der Fahrwasserverhältnisse (Wasserspiegelbreite B , Sohlbreite B_S , Wassertiefe h , Querprofilform und -fläche A sowie Teilquerschnitt A_T , Uferform und Böschungsneigung 1:m)
- der Strömungsverhältnisse in der Wasserstraße v_0 (z.B. v_e oder v_f)
- sonstiger Einflüsse, wie z.B. Krümmungsradius D , Driftwinkel β , Antriebsart,
- Dichte des Wassers.

Anhand von Veröffentlichungen und eigener Untersuchungen haben sich als wesentliche Parameter für die schiffserzeugten Belastungen in inhomogenen Seeschiffahrtsstraßen

- die Schiffsgeschwindigkeit v_S ,
- der Passierabstand vom Ufer L ,
- das Teilquerschnittsverhältnis n_T als Funktion des Passierabstands L
($n_T = A_T / 0,5 A_S$) für die asymmetrische Belastung der Ufer und
- das Verhältnis von Gesamtwassertiefe zum Tiefgang h/t

herausgestellt.

In Abhängigkeit von Wassertiefe und Wellenlänge werden die schiffserzeugten Wellen - wie auch natürlicher Seegang - durch Sohlreibung, Umformungsprozesse wie Refraktion (Wellenbeugung), Strömungsrefraktion und Shoaling (Wellenaufsteilen), Teilreflexion sowie durch Wellenbrechen und die entsprechende Energiedissipation beeinflusst. Im Nahbereich von Bauwerken werden Umformungsprozesse wie Wellendiffraktion (Wellenbeugung) wirksam.

3 Ausbaubedingte Änderungen der schiffserzeugten Belastungen

3.1 Istzustand

Nach dem letzten Ausbau der Zufahrt zum Seehafen wurden in den Jahren 1999/2000 Beweissicherungsmessungen u.a. zur schiffserzeugten Belastung der Seehafenzufahrt vorgenommen [4]. Die Festlegung der Schiffsgröße des Istzustands kann allerdings wegen der veränderten Flottenstruktur seit dem Jahr 2000 nicht auf Basis dieser Messungen erfolgen.

Die Statistiken des WSA Stralsund von Schiffspassagen der Zufahrt zum Seehafen Rostock aus [6] zeigten über die letzten Jahre von 2005 bis 2010, dass die größten Massengutschiffe im Wesentlichen Breiten um 44 m bis hin zu maximal $b = 44,8$ m hatten. Im Jahr 2010 passierten Schiffe die Seehafenzufahrt mit Breiten zwischen $43 \text{ m} < b < 45 \text{ m}$ bei Tiefgängen zwischen $12 \text{ m} < t < 13 \text{ m}$, was den Abmessungen der in [2] untersuchten größten Fahrzeugen entsprach. Somit konnten für die Prognose der ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen die Versuchsserien der BAW von 1994/95 in [2] mit dem Massengutschiff als Istzustand (Referenzzustand) zu Grunde gelegt werden.

3.2 Prognose der ausbaubedingten Änderungen

3.2.1 Vorhandene Modellversuche der BAW

Für die Prognose der ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen des letzten Ausbaus der Zufahrt zum Seehafen Rostock wurden von der BAW umfangreiche Untersuchungen in einem physikalischen Maßstabsmodell 1:40 vorgenommen. Diese Modellversuche sowie deren Ergebnisse sind detailliert im Gutachten „Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock - Ermittlung und Bewertung ausbaubedingter Änderungen von schiffserzeugten Belastungen“ [2] dargestellt.

Das von der BAW für den letzten Ausbau der Zufahrt untersuchte Massengutschiff (Bezeichnung T45) hatte die Abmessungen von $l = 288$ m, $b = 44,7$ m, ca. 120.000 tdw und wurde u.a. mit einem Tiefgang von $t = 13$ m für eine Wassertiefe von $h = 15$ m (IST = heutiger Maximaltiefgang, $c_B = 0,811$, [2]) sowie mit einem Tiefgang von $t = 15$ m bei $h = 16,6$ m (AUSBAU, $c_B = 0,817$) gefahren [1].

Auf Basis der Modellversuche der BAW ist eine abgesicherte Prognose allerdings wegen des verwendeten Fahrzeugs nur für eine Tiefgangserhöhung um $\Delta t = + 2$ m ohne Berücksichtigung der Zunahme der Schiffsbreite möglich. Die Belastungsänderungen des schiffserzeugten Absunks für diese Randbedingungen werden für den Bereich der annähernd engsten

Querschnitte anhand der Grafik in Bild 3 verdeutlicht (Positionen: Ostufer Hotel o6, Fähre West n4', Fähre Ost o8', Passagierkai n5).

Entsprechend den Auftragungen des geschwindigkeitsabhängigen, schiffserzeugten **langperiodischen** Wasserspiegelabsunks kann prognostiziert werden, dass allein aufgrund einer Tiefgangszunahme um $\Delta t = + 2 \text{ m}$ bei gleichzeitiger Vertiefung der Fahrrinne um etwa $\Delta h = + 1,6 \text{ m}$ keine Erhöhung der Wellenbelastung des Seekanals zu erwarten ist, da die Fahrrinnenvertiefung die Tiefgangszunahme in etwa kompensiert und somit die Messwerte aus dem physikalischen Modell unabhängig von der Schiffsgeschwindigkeit jeweils annähernd in der gleichen Größenordnung lagen (Bild 3). Bei Schiffsgeschwindigkeiten deutlich über $v_s > 6 \text{ kn}$ war eine höhere Streuung der Messwerte, aber keine eindeutige Belastungsänderung festzustellen.

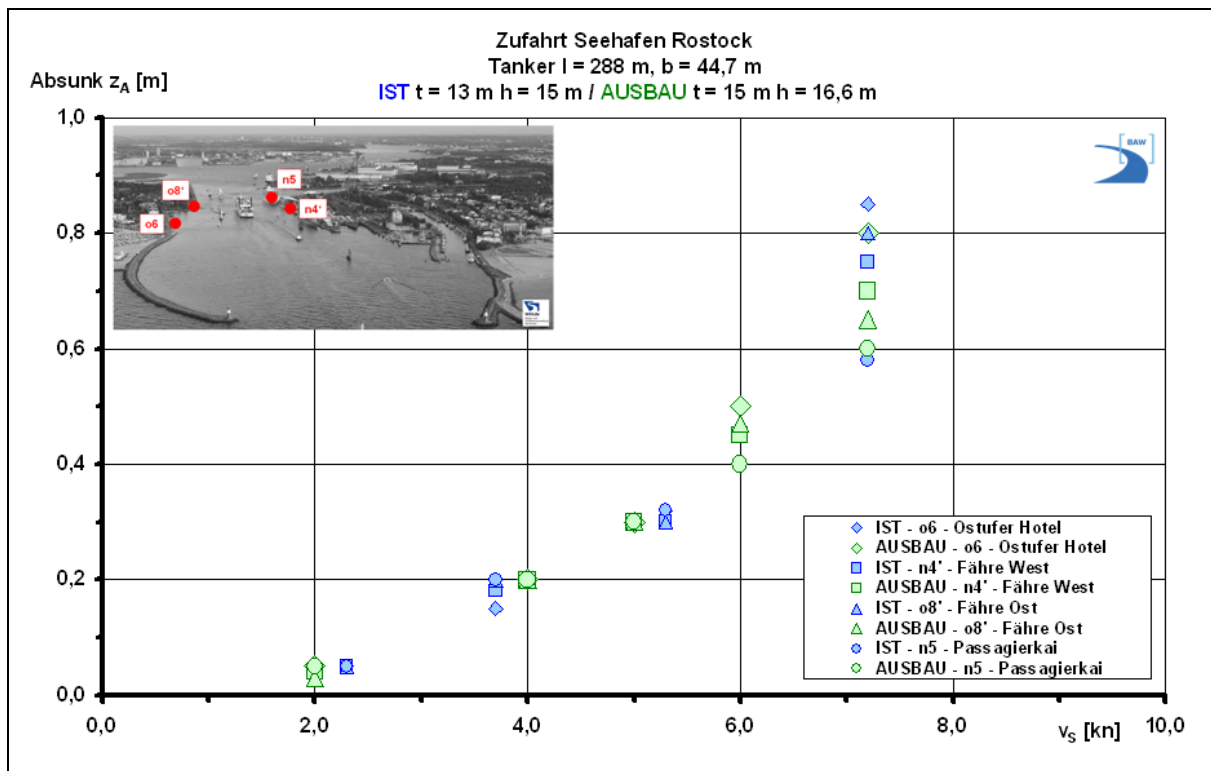


Bild 3: Geschwindigkeitsabhängige ausbaubedingte Änderung des Absunks infolge Tiefgangszunahme des Tankers T45 um $\Delta t = + 2 \text{ m}$ auf Basis der Modellversuche der BAW in 1994/95 ([1] u. [2], BAW, 1995)

3.2.2 Änderung der ausbaubedingten Teilquerschnittsverhältnisse

Eine über die reine Tiefgangszunahme hinaus gehende Prognose der schiffserzeugten **langperiodischen** Belastungsänderung, bei der auch die Breitenzunahme der größten Schiffseinheiten berücksichtigt wird, kann aus der Änderung der Querschnitts- bzw. der Teilquerschnittsverhältnisse von Wasserstraßenquerschnitt zu eingetauchtem Schiffsquerschnitt abgeleitet werden. Die Breitendifferenz des damals untersuchten Fahrzeugs T45 ($b = 44,7 \text{ m}$) zum zukünftigen Bemessungsschiff T48 ($b = 48 \text{ m}$) beträgt rund $\Delta b = +3 \text{ m}$.

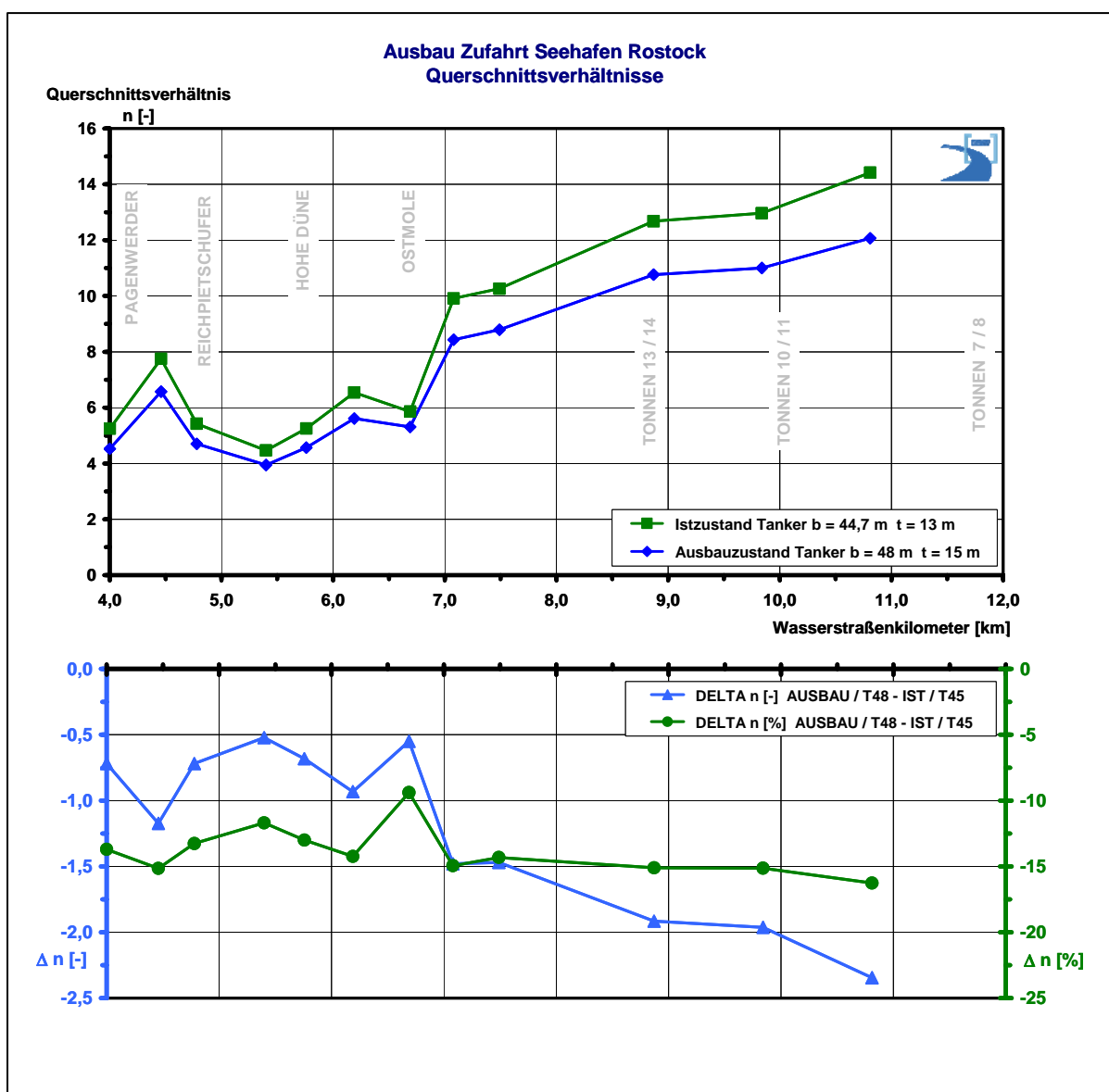


Bild 4: Querschnittsverhältnisse n des Istzustands mit Tanker T45 und Ausbauzustand mit T48 sowie Differenzen T48-T45

Die Ermittlung der Querschnittsverhältnisse n entlang der Ausbaustrecke bezieht sich auf die Wasserstraßenfläche (A), deren Breite sich maximal aus Fahrrinne und ± 200 m zusammensetzt, sowie dem Hauptspantquerschnitt (A_S) des jeweiligen Fahrzeugs ($n = A / A_S$).

In Bild 4 sind die Querschnittsverhältnisse n entlang der Ausbaustrecke von km 4 bis km 12 zum einen für den Istzustand (Tanker mit $b = 44,7$ m = T45) und zum anderen für den Ausbauzustand (T48) aufgetragen. Im unteren Bildabschnitt sind die Differenzen zwischen den jeweiligen Querschnittsverhältnissen dargestellt. In den engsten Querschnitten zwischen etwa Pagenwerder Süd und Hohe Düne (km 4 bis km 6) sind im Mittel Abnahmen von $\Delta n = -0,8$ [-], also etwa -13,5 % zu erwarten. Diese Werte gelten bei der Betrachtung des Gesamtquerschnitts ohne die Berücksichtigung einer außermittigen Fahrt des Bemessungsschiffs.

Da aber ein Schiff aufgrund hydrodynamischer Umströmungsprozesse eine Wasserstraße nicht durchgehend mittig befahren kann und zudem das Bemessungsschiff die Wasserstraße aufgrund der geplanten geringen Kieffreiheit (UKC) quasi teilt, führt auch schon ein gering außermittiger Kurs zu beidseitig unterschiedlichen langperiodischen Uferbelastungen. Deswegen sind die Teilquerschnittsverhältnisse bei einem geringen Fahrabstand zum Ufer jeweils getrennt zu betrachten.

Die Teilquerschnittsverhältnisse n_T ergeben sich aus dem jeweiligen Teilquerschnitt der Wasserstraße bei einem geringen Abstand der Achse des Bemessungsschiffs vom Böschungsfuß von $L_{ACHSE} = 37$ m mit $A_T = f(L, \dots)$ und dem halben Hauptspantquerschnitt $A_S / 2$ des jeweiligen Fahrzeugs: $n_T = 0,5 \cdot A_T / A_S$.

Der Passierabstand vom Böschungsfuß L_{ACHSE} berechnet sich aus der Basisfahrspur nach [5] mit $w_B = 1,8 \cdot b$ (schlechte Manövrierbarkeit), der dann noch verbleibenden halben Fahrinnenbreite ($0,5 \cdot (B_S - w_B)$) mit $B_S =$ Sohlbreite plus der halben Schiffsbreite b :

$$L_{ACHSE} = b / 2 + 0,5 \cdot (B_S - w_B) \quad (1).$$

Die berechneten Teilquerschnittsverhältnisse n_T für den Ist- und Ausbauzustand wurden als Betrag dimensionslos [-], die Änderungen Δn_T zusätzlich als Prozentzahl [%] in den Bildern 5 und 6 für das West- bzw. Ostufer aufgetragen.

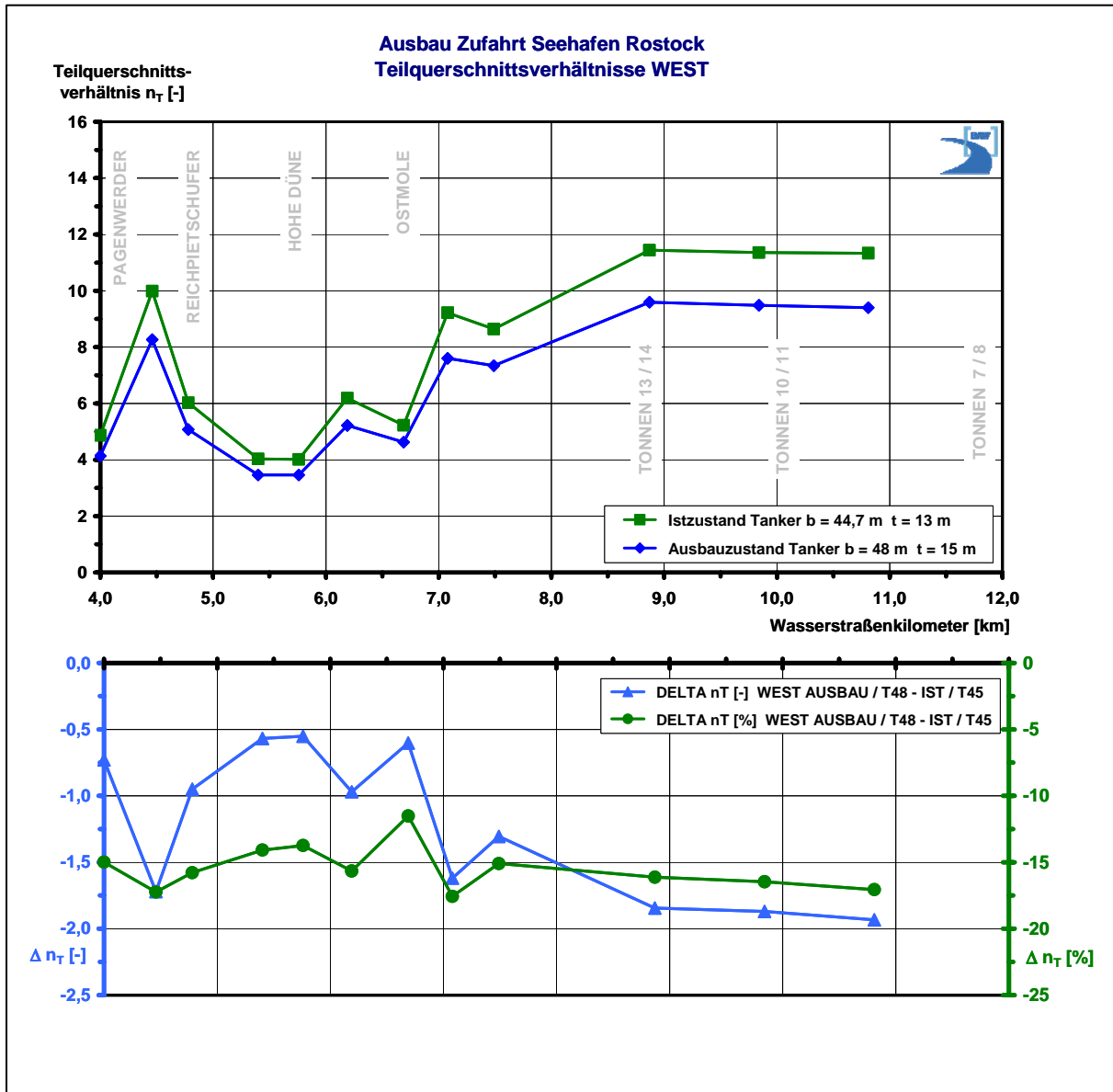


Bild 5: Teilquerschnittsverhältnisse n_T auf der Westseite der Zufahrt mit Istzustand / T45 sowie Ausbauzustand / T48 sowie Differenzen Δn_T für T48-T45

Die Teilquerschnitte nehmen über die Strecke von Pagenwerder Süd bis zur See (etwa km 4 bis km 11) im Mittel um rund -15,5 % auf der Westseite und um etwa -13,5 % auf der Ostseite ab.

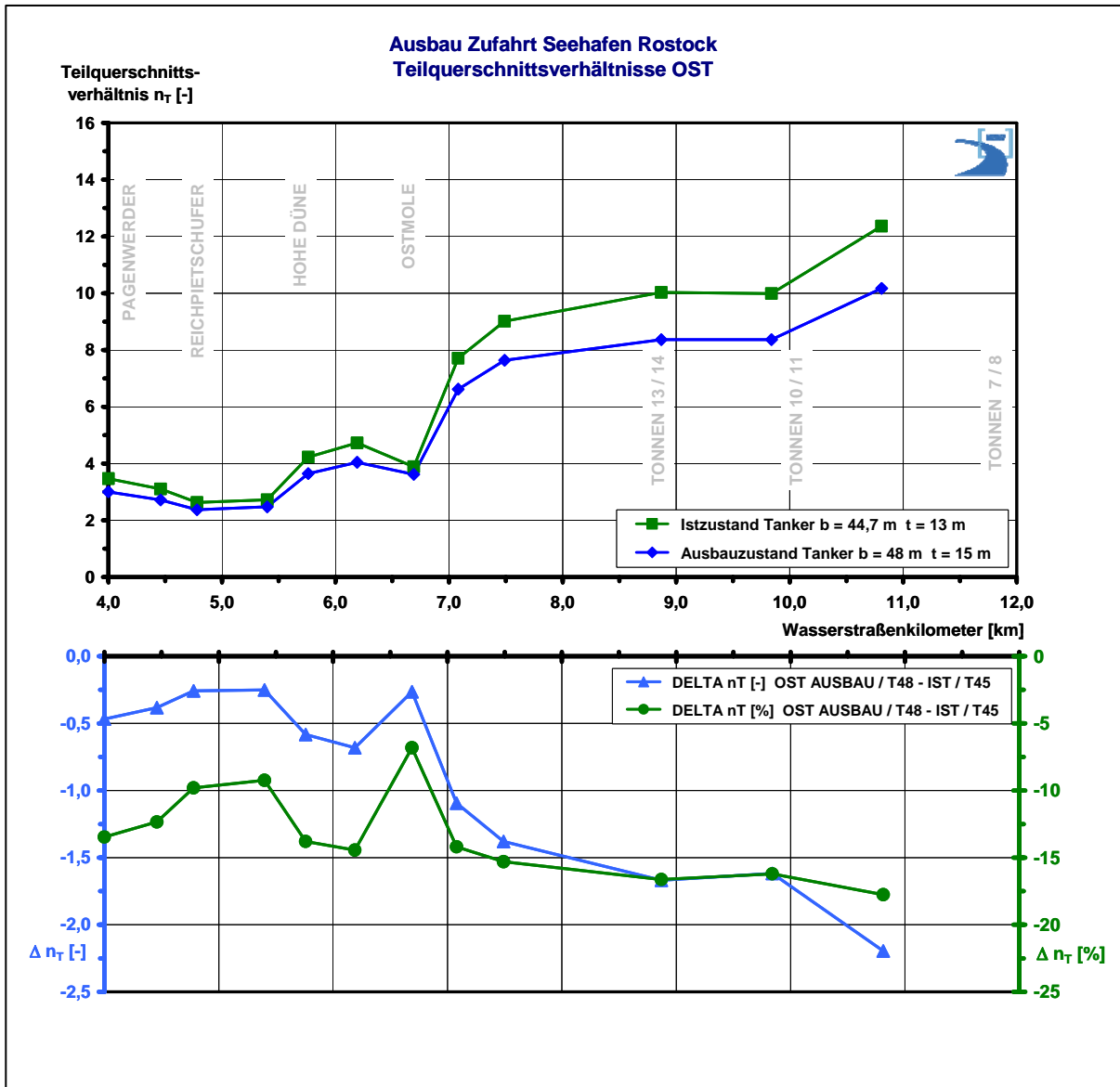


Bild 6: Teilquerschnittsverhältnisse n_T auf der Ostseite der Zufahrt mit Istzustand / T45 sowie Ausbauzustand / T48 sowie Differenzen Δn_T für T48-T45

3.2.3 Verknüpfung der Prognoseverfahren

Als lineare Abschätzung der zukünftigen langperiodischen schiffserzeugten Absunkbelastung sind die prozentuelle Abnahmen der Teilquerschnittsverhältnisse gemäß den Darstellungen der Bilder 5 und 6 als Belastungszunahme der Ufer zu interpretieren.

Demnach sind im Mittel über die Strecke von Pagenwerder Süd bis zur See (etwa km 4 bis km 11) ausbaubedingte **langperiodische** Belastungszunahmen von rund +15,5 % auf der

Westseite und etwa +13,5 % auf der Ostseite zu erwarten. Folglich wären die Ergebnisse der Modellversuche nach [1] mit den Faktoren 1,15 bzw. 1,12 zu multiplizieren.

Wird aber nur der annähernd engste Querschnitt zwischen etwa Pagenwerder Süd und Hohe Düne (rund km 4 bis km 6) als ungünstigster Fall betrachtet, nehmen die Querschnittsverhältnisse im Mittel um rund -15 % auf der Westseite und etwa -12 % auf der Ostseite ab, so dass die Messwerte aus dem Modell - als für eine URE hinreichende Abschätzung - um diese Prozentzahlen, d.h. hier linear mit den Faktoren 1,15 auf der Westseite bzw. 1,12 auf der Ostseite, erhöht werden müssen.

Die dann in der Zufahrt zum Seehafen Rostock zu erwartenden geschwindigkeitsabhängigen Absinkbelastungen sind auf Basis der im physikalischen Modell gemessenen Belastungsänderungen (vergl. Bild 3) unter Berücksichtigung der zukünftigen Tiefgangs- und Breitenzunahme in der folgenden Grafik als AUSBAU T48 mit der Farbe Orange eingetragen (Bild 7).

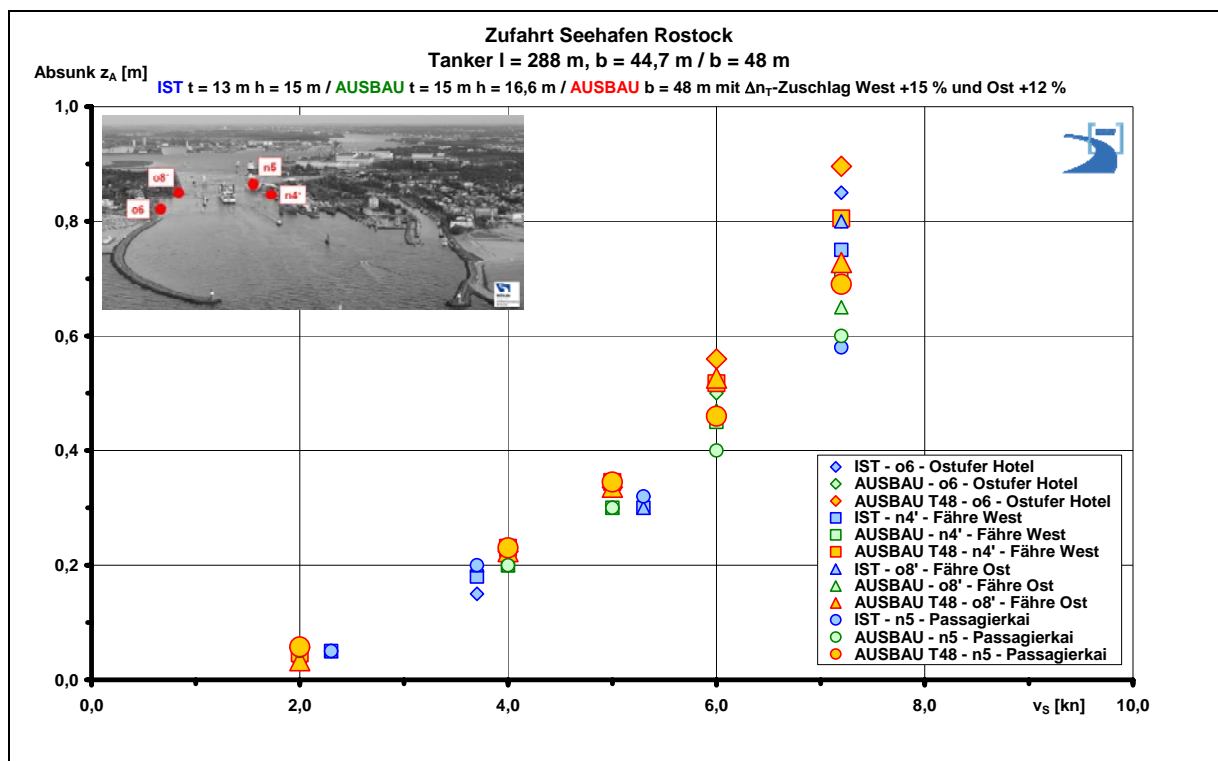


Bild 7: Prognose der geschwindigkeitsabhängigen ausbaubedingten Änderungen des Absunks auf Basis der Modellversuche [1] u. [2] sowie der Änderungen der Teilquerschnittsverhältnisse (IST / T45 zu AUSBAU / T48)

Diese langperiodischen Belastungsänderungen sind aufgrund des linearen Berechnungsverfahrens nur als Abschätzung in der richtigen Größenordnung zu betrachten, da die physikalischen Zusammenhänge zwischen Schiffsgröße, Wasserstraße, Passierabstand und Schiffsgeschwindigkeit als nichtlinear zu bewerten sind. Für eine URE ist eine lineare Abschätzung der ausbaubedingten schiffserzeugten Belastungsänderungen hinreichend. Für eine Haupt-

untersuchung sind die ausbaubedingten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen detailliert nach Stand von Technik und Wissenschaft herauszuarbeiten.

Ebenso wie eine Zunahme des geschwindigkeitsabhängigen langperiodischen Absunks von +15 % bzw. +12 % im engsten Fahrwasser der westlichen bzw. östlichen Seezufahrt ist mit einem dortigen Anstieg der Primärwellenbelastung sowie der geschwindigkeitsabhängigen Verdrängungsströmung in etwa gleicher Größenordnung zu rechnen.

4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Für eine erste Abschätzung der ausbaubedingten Änderungen der langperiodischen schiffserzeugten Belastungen ist es aus Erfahrung von bisherigen Untersuchungen der BAW hinreichend, eine Belastungsänderung aufgrund des Vergleichs der Teilquerschnittsverhältnisse im engsten Fahrwasser mit den jeweils größten Fahrzeugen des Ist- und Ausbaustands zu prognostizieren.

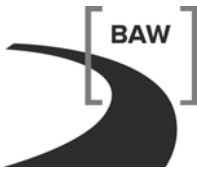
Auf Basis der Ergebnisse von maßstäblichen physikalischen Modellversuchen der BAW im Rahmen der Untersuchungen zum letzten Ausbau sowie der zukünftigen Verringerung der Teilquerschnittsverhältnisse werden ausbaubedingte, schiffserzeugte **langperiodische** Belastungszunahmen (Wellen und Strömung) von etwa +15 % am Westufer und von rund +12 % am Ostufer der Zufahrt zum Seehafen Rostock von See bis etwa km 4 (Pagenwerder Süd) erwartet.

In den angrenzenden Hafenanlagen und dem Alten Strom sowie an natürlichen und künstlichen Uferstreifen sind gleichermaßen gemäß den lokal relevanten Wellenumformungsprozesse (u.a. Shoaling, Reflexion, Refraktion, Diffraktion, Energiedissipation) entsprechende prozentuale Erhöhungen der schon heute auftretenden schiffserzeugten Wellen und Beckenschwingungen zu erwarten.

In den Wendeböden und der Zufahrt zum Öl- und Chemiehafen zwischen km 4,0 und km 2,0 ist wegen der sehr geringen Fahrgeschwindigkeit der Massengutschiffe mit keinen messbaren schiffserzeugten Belastungszunahmen zu rechnen.

Aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeiten der großen Massengutschiffe in der gesamten Zufahrt zwischen äußerem Molensystem (km 7) und Ölhafen (km 2,0) sind durch die prognostizierten langperiodischen Belastungserhöhungen keine messbaren Änderungen der schiffserzeugten **kurzperiodischen** Sekundärwellen zu erwarten.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die prognostizierten Änderungen der schiffserzeugten Belastungen nicht auf der sicheren Seite liegen, sondern als zu erwartende Größenordnung zu bewerten sind, weil bei der Prognose der schiffserzeugten Belastungen auf Basis der Teilquerschnittsverhältnisse nur ein linearer Zusammenhang angenommen wurde, tatsächlich aber nichtlineare Wechselwirkungen bestehen.



Die bisher schon verkehrende Schifffahrt wird nach Ausbau des Seekanals bei gleichbleibendem Fahrverhalten wegen des zukünftig geringeren Wasserstraßenwiderstands geringfügig schneller fahren, aber keine Zunahme der Belastung bewirken.

Für eine abgesicherte Prognose der schiffserzeugten Belastungen nach Stand von Technik und Wissenschaft werden im Rahmen der Hauptuntersuchungen folgende Arbeitsschritte empfohlen und sind mit entsprechendem Vorlauf in Auftrag zu geben:

- Beweissicherungsmessungen u.a. zur schiffserzeugten Belastung (Wellen und Strömung) an Positionen besonders betroffener Anlieger entlang der Zufahrt zum Seehafen Rostock vor und nach der Ausbaumaßnahme über einen repräsentativen Zeitraum (Korrelation aller Wellenereignisse mit den Schiffspassagedaten).
- Erfassung der Schiffsdynamik der tiefgangsrelevanten größten Schiffseinheiten vor dem Ausbau während der ersten Beweissicherungsmessungen zur Abschätzung des Squat- und Trimmverhaltens der Bemessungsfahrzeuge u.a. für die Schiffsführungssimulation. Erneute Messung der Schiffsdynamik des Bemessungsschiffs nach dem Ausbau des Seekanals zur Absicherung der vorgenommenen Prognosen.
- Prognose der Veränderung der Flottenstruktur hinsichtlich der maximalen Größen der Fahrzeuge, aber auch bezüglich der zukünftig am häufigsten verkehrenden (kleineren) und ggf. dann tiefer abladenden Fahrzeuge zur Abschätzung der Belastungszunahme durch den Gesamtverkehr.
- Untersuchungen nach Stand der Technik zur Prognose der ausbaubedingten schiffserzeugten Belastungen u.a. mit den jeweiligen Bemessungsschiffen und den am häufigsten verkehrenden Fahrzeugen.

Die einzelnen Arbeitspakete sind in jeweils eigenständigen, aber teils aufeinander aufbauenden, zitierfähigen Gutachten zu bearbeiten.

Hamburg, den 20.12.2010

Im Auftrag

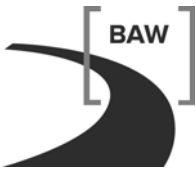
Bearbeiter

gez.

Dipl.-Ing. H. Rahlf
(Baudirektor)

gez.

Dr.-Ing. K. Uliczka
(Wiss. Angestellter)



5 Literaturverzeichnis

- [1] BAW: Ergebnisbericht – Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock – Ermittlung und Bewertung ausbaubedingter Änderungen von schiffserzeugten Belastungen, BAW-Nr. 93 52 3410b, Hamburg, März 1995
- [2] BAW: Gutachten - Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock - Ermittlung und Bewertung ausbaubedingter Änderungen von schiffserzeugten Belastungen, BAW-Nr. 93 52 3410b, Hamburg, Oktober 1995
- [3] BAW: Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt – Ausbaubedingte Änderungen der schiffserzeugten Belastungen, BAW.-Nr. A3955 03 10062-H.1d, Hamburg, September 2006
- [4] IM+P: Ausbau der Zufahrt zum Seehafen Rostock, Durchführung und Auswertung der Beweissicherungsmessungen 1996, 1998/99 + 1999/2000, Bericht Nr. 126, Oldenburg, April 2001
- [5] PIANC: Seehafenzufahrten - Ein Leitfaden zur Bemessung – Übersetzung, Beilage zum Bulletin Nr. 95, PIANC-IAPH Arbeitsgruppe II-30, Bonn, 1997
- [6] WSA Stralsund: Schiffsstatistik 2005 bis 2010 – SPG Schifffahrt Revier Rostock, WSA Stralsund vom 03.12.2010



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Kußmaulstraße 17 · 76187 Karlsruhe
Tel. 0721 97 26-0 · Fax 0721 97 26-45 40

Wedeler Landstraße 157 · 22559 Hamburg
Tel. 040 81 908-0 · Fax 040 81 908-373

Am Ehrenberg 8 · 98693 Ilmenau
Tel. 03677 669-0 · Fax 03677 669-33 33

www.baw.de