

Meßbericht

**Untersuchung der Einwirkung von
schiffahrtsbedingten Erschütterungen
auf die ufernahe Bebauung**

im Rahmen der

**UVU zur Anpassung der Fahrrinne
der Unter- und Außenelbe
an die Containerschiffahrt**

(Stand Juli 1998)

Ingenieurbüro Dr. Kebe und Dipl.-Ing. Rosenquist

Meßbericht

Inhalt Untersuchung der Einwirkung von schiffahrtsbedingten Erschütterungen auf die ufernahe Bebauung im Rahmen der UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt

Auftraggeber Ingenieurbüro Dr. Kramer und Dipl.-Ing. Albrecht
Glockengießer Wall 1
20095 Hamburg

für die

Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord
Gotenstraße 4
20097 Hamburg

Anmerkung Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen.

Datum 10.07.1998

Marc Oliver Rosenquist
Dipl.-Ing.

Bickbargen 130
25469 Halstenbek
Fon (04101) 45 777
Fax (04101) 45 999

Büro Hamburg
Lehmweg 52
20251 Hamburg

Büro Berlin
Wielandstraße 13
10629 Berlin

Vereins- und Westbank
BLZ 200 300 00
Konto 38 40 81

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG UND VERANLASSUNG	1
2	MESSAUFBAU	2
2.1	Meßobjekte	2
2.2	Meßpunkte	2
2.3	Verwendete Geräte	3
3.	MESSUNG	5
3.1	Meßbedingungen	5
3.2	Durchführung der Messungen	6
3.3	Meßprotokoll	7
3.4	Meßpunktkonfigurationen	8
4.	AUSWERTUNG	9
4.1	Bearbeitung der Meßdaten	9
4.2	Darstellung der Ergebnisse	9

ANHANG I

Lageplan
technische Daten zur Schwingungsmesseinrichtung

ANHANG II

Tabellen mit Meßprotokoll und numerischen Ergebnissen

ANHANG III

Auswertung und Darstellung im Zeit- und Frequenzbereich

ANHANG IV

Fotos

1 AUFGABENSTELLUNG UND VERANLASSUNG

Der hierdurch vorgelegte Meßbericht ist im Rahmen des Auftrages der Planungsgruppe Ökologie und Umwelt Nord, 20097 Hamburg an das Ingenieurbüro Dr. Kramer und Dipl.-Ing. Albrecht, Glockengießer Wall 1, 20095 Hamburg erstellt worden.

Veranlassung für die Messungen gaben Einwendungen von Anwohnern und Hauseigentümern im Rahmen der UVU zur Anpassung der Fahrrinne der Unter- und Außenelbe an die Containerschiffahrt. Für die vorliegenden Messungen wurden zwei nebeneinander liegende Gebäude im Strandweg in Hamburg Blankenese ausgewählt. Beide Eigentümer äußern in ihren Einwendungen Befürchtungen einer möglichen Erhöhung von Erschütterungen mit Auswirkungen auf die Bausubstanz.

Es ist Aufgabe der Untersuchungen die infolge Schiffsverkehr auftretenden Erschütterungen zu registrieren und den Übertragungsweg zu ermitteln. Diese Aufgabenstellung erfordert die Durchführung von Messungen mit dem Einsatz einer vielkanaligen Meßapparatur, um die Schwinggeschwindigkeit simultan an mehreren Punkten und in allen drei Raumrichtungen zu erfassen. Zur Identifikation des Übertragungsweges ist gleichzeitig der Luftschall vor einem der Gebäude zu registrieren.

2 MESSAUFBAU

2.1 Meßobjekte

Die Messungen erfolgten an den Meßobjekten Strandweg 43, der Gebäudehälfte Strandweg 45 des Gebäudes mit den Eingängen Strandweg 44 und 45 sowie am Ufer der Elbe (Anhang I, Abb. I-1).

Das Gebäude Strandweg 43 verfügt über ein Keller-, ein Erd-, sowie ein Obergeschoß (Anhang IV, Foto IV-1). Im Haus mit den Eingängen Strandweg 44 und 45 ist mit dem 2. OG ein zusätzliches Wohngeschoß nutzbar (Foto IV-2). Zum Schutz gegen Hochwasser ist vor dem Haus Strandweg 43 eine Hochwasserschutzwand gebaut worden, die Gebäudehälfte Strandweg 45 ist durch spezielle bauliche Sicherungen im unteren Teil des Gebäudes geschützt.

2.2 Meßpunkte

Zur Beurteilung der Gebäudeschwingungen anhand der DIN 4150 "Erschütterungen im Bauwesen", ist es wichtig die Meßobjekte und Meßpunkte in geeigneter Weise festzulegen. Neben den speziellen Kriterien bei baulichen Anlagen wurde die Auswahl der Meßpunkte durch die Beschreibung der Eigentümer von wahrnehmbaren Erschütterungseinwirkungen bestimmt. Es handelt sich dabei um spürbare Deckenschwingungen (MP 7) oder Sekundäreffekte wie klappern von Türen oder Heizkörpern (MP 3, 9 sowie MP 8, 10 und MP 11).

Das Gebäude Strandweg 43 schließt zum Strandweg Richtung Elbe mit einer Hochwasserschutzmauer (Beton) sowie mit einer Garage ab (Abb. I-2). In dem von außen zugänglichen Kellergeschoß, etwa Niveau GOK (Straße Strandweg), wurde der triaxiale Meßpunkt (MP) 1 direkt neben dem aufgehenden Mauerwerk eingerichtet (Foto IV-3). Als weiterer triaxialer Meßpunkt ist MP 2 auf der Hochwasserschutzmauer in einer Höhe von 2,75 m über GOK aufgestellt worden. Die Meßrichtungen sind für alle triaxialen Aufnehmer mit X elbaufwärts, Y hangaufwärts und Z nach oben orientiert.

Im Strandweg 45 wurde uns von den sehr hilfsbereiten Eigentümern der Windfang im Eingangsbereich des Erdgeschosses für den Aufbau der Meßapparatur zur Verfügung gestellt. Von diesem Punkt konnte die Elbe und die Straße Strandweg eingesehen werden (Abb. I-3, Foto IV-8).

In einer von außen zugänglichen Kammer ist der vertikale MP 3 auf dem Boden und alternativ zu diesem der horizontale MP 9 in der Mitte der Tür installiert worden (Abb. IV-6). Die Kammer liegt im hangzugewandten Bereich des Hauses 2 m über GOK etwa auf Erdgeschoßniveau und ist nicht unterkellert (Abb. I-3).

Der triaxiale MP 5 befindet sich im Erdgeschoß hinter dem Treppenhaus am Ende des Flurs auf einem Fliesenboden. Dieser Bereich ist wie die Kammer nicht unterkellert (Abb. I-3).

Im 1. OG (Abb. I-4) befinden sich die vertikalen Meßpunkte MP 7 auf der Wohnzimmerdecke und MP 8 neben der Heizung auf einem Holzdielenboden (Foto IV-7). Der Deckenmeßpunkt konnte aufgrund der Möbelaufstellung und der Raumnutzung nicht in Feldmitte der langen Raumseite positioniert werden, sondern im Abstand von 1,50 m von der Wand. Alternativ zu MP 8 wurde MP 10 horizontal an der betreffenden Heizung befestigt (Abb. I-4). Weiter ist MP 10 im Laufe der Meßwoche gegen den horizontalen MP 11 im 2. OG an der Heizung im Schlafzimmer ausgewechselt worden (Abb. I-4).

In dem elbseitig der Straße Strandweg gelegenen Garten von Haus 45 wurde der triaxiale MP 6 auf Niveau GOK (Straße Strandweg) als Bodenmeßpunkt auf einem Erdspieß unterhalb der Rasendeckschicht eingerichtet (Abb. I-1, Foto IV-4). Das Verbindungskabel wurde vom Garten aus über den Fahnenmast in ausreichender Höhe über die Straße zum Balkon des 1.OG des Hauses 45 gespannt. Der Verkehr auf dem Strandweg konnte ungehindert passieren und es wurden keine Erschütterungen über Störstellen auf der Fahrbahn verursacht.

Zur Messung des Luftschalls wurde am MP 4 ein Mikrofon mit Windball und Stativ (1,50 m Höhe) auf der Garage Strandweg 44 in einem Abstand von 3,50 m zur Gebäudewand und einer Höhe 2,75 m über GOK positioniert (Abb. I-3, Foto IV-5).

2.3 Verwendete Geräte

Für die Messungen wurden zwei Präzisions-Schwingungsmesser vom Typ SMK-801-C nach DIN 45669-A8HV315/1 (Genauigkeitsklasse 1) eingesetzt, welche die gleichzeitige Messung von je acht Kanälen ermöglicht.

Die Unterscheidung der beiden Kanalgruppen wird in der Meßsoftware über die Projektbezeichnung ELBE01A und ELBE01B vorgenommen. Bei der Betrachtung der Auswertung ist daher zusätzlich zur Kanalnummerierung auf die Projektbezeichnung A oder B zu achten.

Zur Aufzeichnung der jeweils acht Signalkanäle der Schwingungsmeßgeräte wurde die Festplatte der Meßcomputer, Toshiba T6600C und Dolch PAC 586/166, verwendet. Die auf den Rechnern installierte Meßsoftware, Echtzeit-Meßmodul Mebas 1.08, erlaubt die gleichzeitige Darstellung der Signalverläufe in den acht Meßkanälen auf dem TFT-Farbdisplay der Rechner und kann für die optimale Verstärkungseinstellung des Schwingungsmessers und für das Monitoring verwendet werden.

Die Echtzeitdarstellung der Signalverläufe ermöglicht in Verbindung mit einer einstellbaren Pretriggerzeit insbesondere die sichere Erfassung von einmaligen Ereignissen nach deren Erscheinen auf dem Registriergerät.

Bei den Aufnehmern handelt es sich um Absolutaufnehmer der Schwinggeschwindigkeit, welche für Messungen nach DIN 4150 vorteilhaft einzusetzen sind.

Die technischen Daten der verwendeten Schwingungsmeßeinrichtung befinden sich auf den beiden letzten Seiten im Anhang I.

Zur Messung des Luftschalls ist ein Impulsschallpegelmessgerät EGT 201.4318.02 des Herstellers Rohde und Schwarz nach DIN 45633 zum Einsatz gekommen. Weiter ist ein Präzisions-Meßmikrofon Rohde und Schwarz MKPM 220.5180.02 mit der Kapsel 110.0370 und dem Wandler 110.0410 betrieben worden. Das Ausgangssignal des Schallpegelmessers wurde als unbewerteter Schallpegel mit der Zeitkonstante FAST in die Mebas-Meßsoftware unter der Projektbezeichnung ELBE01A in Kanal 8 eingespeist.

Die Einspeisung und die Frequenzanalyse der Luftschallsignale in der Mebas-Software erfordert einen Tiefpaßfilter, um Alaisingeffekte zu unterbinden. Hierzu ist ein externer Tiefpaßfilter 8. Ordnung, entsprechend 160 dB Dämpfung pro Dekade, mit einer Grenzfrequenz von 380 Hz eingesetzt worden. Auf diese Weise sind alle Anforderungen erfüllt, um die Luftschallsignale unter Mebas bis zu einer Frequenz von 315 Hz zu analysieren.

3. MESSUNG

Die Messungen wurden in der Woche von Montag, dem 11.05.1998, bis Freitag, den 15.05.1998, durchgeführt.

3.1 Meßbedingungen

Während der Meßwoche herrschte eine Hochdruckwetterlage mit sehr unterschiedlich starkem Wind aus östlicher Richtung (Tab. 3.1).

Tab. 3.1: Wetterlage während der Meßwoche

Tag	Datum	Luft in °C	Wind in Beaufort	Wind Richtg.	Beschreibung
Mo	11.05.1998	14-29	0-2	SO	Hochdruck, diesig
Di	12.05.1998	18-28	0-2	O	Hochdruck, diesig
Mi	13.05.1998	12-24	5-6	NO	Hochdruck, klar
Do	14.05.1998	12-25	4-5	O	Hochdruck, klar
Fr	15.05.1998	12-22	0-2	O	Hochdruck, klar

Am dritten Meßtag ist die Luftschallregistrierung bei Windstärke 5 bis 6 Beaufort infolge Böeneinwirkung trotz Windball z.T. gestört worden, entsprechende Bemerkungen sind im Meßprotokoll zu finden.

Zur Bestimmung eines Einflusses der Gezeiten auf die Erschütterungen, etwa gegen die Strömung anfahrende Schiffe im Teillastbereich der Maschine, sind in der nachstehenden Tabelle die Gezeiten aus dem Tidenkalender aufgeführt (Tab. 3.2). Die Angaben für das Hochwasser und Niedrigwasser gelten für Hamburg St. Pauli. Am Meßstandort Hamburg Blankenese tritt das Hochwasser 32 Minuten und das Niedrigwasser 22 Minuten früher als in Hamburg St. Pauli ein.

Tab. 3.2: Auszug aus dem Tidenkalender für den Meßzeitraum

Tag	Datum	Tide	Uhrzeit	Bemerkung
Mo	11.05.1998	Niedrigwasser	17:51	Angaben für Hamburg St. Pauli
		Hochwasser	17:51	
Di	12.05.1998	Niedrigwasser	01:06	Abweichend gilt für den
		Hochwasser	06:10	Meßstandort Hamburg Blankenese
		Niedrigwasser	13:23	Niedrigwasser: -00 h 32 Min
		Hochwasser	18:26	Hochwasser: -00 h 22 Min
Mi	13.05.1998	Niedrigwasser	01:42	
		Hochwasser	06:44	
		Niedrigwasser	13:56	
		Hochwasser	18:57	
Do	14.05.1998	Niedrigwasser	02:16	
		Hochwasser	07:16	
		Niedrigwasser	14:27	
		Hochwasser	19:29	
Fr	15.05.1998	Niedrigwasser	02:50	
		Hochwasser	07:50	
		Niedrigwasser	14:59	
		Hochwasser	20:02	

3.2 Durchführung der Messungen

Von dem Hafenkaptän und der Nautischen Zentrale sind in regelmäßigen Abständen von wenigen Stunden alle zu erwartenden Schiffsvorbeifahrten schriftlich per Fax angekündigt worden. Diese Unterlagen enthalten Angaben zu Ein- bzw. Auslaufzeiten mit Ortsangaben und Informationen über das Schiff, wie Name, Nationalität, Länge, Breite, Ladekapazität und Beladungsauslastung. Diese Unterlagen dienen für eine weiterführende Ursachenermittlung zur Identifikation der gemessenen Schiffe.

In Abhängigkeit der zu erwartenden Schiffe ist eine Meßbereitschaft von 8.30 Uhr bis teilweise 21.00 Uhr notwendig gewesen. Am ersten und letzten Meßtag war Meßdauer aufgrund des Auf- und Abbaus der Meßanlage entsprechend verkürzt.

Als Meßdauer einzelner Messungen sind jeweils 12 s vorgewählt worden. Diese bezogen auf die Schiffsvorbeifahrt sehr kurze Meßdauer hat sich als erforderlich erwiesen, um möglichst

störungsfreie Messungen zu registrieren. Störungen sind durch Erschütterungsquellen vorbeifahrender Kraftfahrzeuge, durch Fußgänger auf dem Gehweg und am Ufer, Gehen der Hausbewohner und Luftschallereignisse wie starker Wind, Flugzeuge, Hubschrauber und Kraftfahrzeuge im Leerlauf aufgetreten. Mit dem Echtzeit-Monitoring der Meßsignale und der Einsicht der Straße bzw. der Elbe konnten Störungen erkannt und ggf. im Meßprotokoll vermerkt werden.

Zur Erfassung der Schiffsvorbeifahrten sind bei auffälliger Wahrnehmbarkeit mehrere Meßintervalle dokumentiert worden. Die als Störung bezeichneten Ereignisse durch Kraftfahrzeuge und Flugzeuge sind in einigen Messungen zur späteren Beurteilung gezielt aufgezeichnet worden.

3.3 Meßprotokoll

Für die Computeraufzeichnung ist die Anfertigung handschriftlicher Meßprotokolle insofern nicht erforderlich, da mit jedem Speichervorgang auf der Festplatte des Rechners sämtliche Geräteeinstellungen am Schwingungsmesser, einschließlich eventueller Übersteuerungen, zusammen mit den Projektdaten (Meßobjekt, Datum, Uhrzeit, Sensorposition, Lage der Meßpunkte) abgespeichert werden.

Manuell zu führende Protokollblätter wurden eingerichtet, um hier zusätzlich Fahrtrichtung, Schiffsnamen, Schiffstyp, Bemerkungen, den Luftschallmeßbereich (MB) und Bemerkungen zum Luftschall (LS) zu notieren.

Die Wahrnehmung der Bearbeiter zum Zeitpunkt der Messungen ist in dem Protokoll unter Bemerkung oder Luftschall Bemerkung ebenfalls niedergelegt.

Die einzelnen Ereignisse sind dem Meßprotokoll zu entnehmen (Anhang II). Aufgrund der Durchführung der Messungen über einen Zeitraum von einer Woche geben die Registrierungen ein repräsentatives Abbild des Schiffsbetriebes. Regelmäßig verkehrende Schiffe oder Schiffstypen konnten innerhalb der Woche mehrmals elbab- bzw. elbaufwärts unter z.T. unterschiedlichen Tidebedingungen erfaßt werden.

Im Anschluß an die Messungen wurde das Protokoll in den Computer übertragen und im Zuge der Meßauswertung um die Spalte Auswertung ergänzt. Über das Meßprotokoll sind die Meßereignisse zusammen mit den Angaben des Hafenskapitäns und der Nautischen Zentrale eindeutig den dort angemeldeten Schiffen zu zuordnen.

3.4 Meßpunktkonfigurationen

Die unter 2.2 beschriebenen Meßpunkte wurden unter drei verschiedenen Meßpunkt-konfigurationen verwendet.

Zur Registrierung des Luftschalls und der Erschütterungseinwirkungen auf die Bausubstanz sind die nachfolgenden Meßpunkte über den gesamten Meßzeitraum beibehalten worden.

MP 1: Haus 43 am Kellerfundament 3-D

MP 2: Haus 43 auf der Hochwasserschutzmauer 3-D

MP 4: Luftschall vor dem Haus 45

MP 5: Haus 45 im EG Flur (nicht unterkellert, hangzugewandt)

MP 6: Gelände vor Haus 45 3-D (Vorgarten, Erdspieß)

MP 7: Haus 45 im 1.OG Wohnzimmerdecke vertikal,
mittig zur kurzen Raumseite, etwa 1,50 m von der Wand zur Feldmitte

Die weiteren Meßpunkte wurden für die Erfassung der seitens der Eigentümer beschriebenen Wahrnehmung von Heizungs- und Türenklappern herangezogen. Im Kanal 7 unter der Bezeichnung ELBE01A und im Kanal 8 mit der Bezeichnung ELBE01B sind in den nachstehend genannten Messungen unterschiedliche Meßpunkte verwendet worden.

Messung Nummer 001 bis 262:

MP 3: Haus 45 in der Kammer vertikal in Raummitte
(nicht unterkellert, hangzugewandt)

MP 8: (fälschlich als zweiter MP7 bezeichnet)

Haus 45 im 1.OG Eßzimmer vertikal
direkt neben der Wand auf Höhe der Heizung

Messung Nummer 263 bis 294:

MP 9: Haus 45 in der Kammer horizontal
an der Tür normal zur Holzfläche, etwa in Feldmitte

MP10: Haus 45 im 1.OG Eßzimmer horizontal
an der Heizung normal zur Fläche, an der unteren Kante mittig

Messung Nummer 295 bis 407:

MP 9: bleibt erhalten

MP11: Haus 45 im 2.OG Schlafzimmer horizontal
an der Heizung normal zur Fläche, an der oberen Kante mittig

4. AUSWERTUNG

4.1 Bearbeitung der Meßdaten

Die in den 16 Meßkanälen simultan gemessenen Erschütterungs- bzw. Luftschallsignale von zwei mal 407 Messungen umfassen auf der Festplatte der Meßcomputers insgesamt über 300 Millionen Daten, für deren Bearbeitung und Auswertung schnelle Rechner und eine leistungsfähige Software erforderlich sind. Die Auswertung dieser Meßdaten erfolgte unter Einsatz der Auswertesoftware Mebas 1.08.

Zu Beginn der Bearbeitung sind die Signale der einzelnen Messungen im Zeitbereich überprüft worden. Bei der Registrierung von Störungen wurden geeignete Ausschnitte für die Auswertung nach DIN 4150 "Erschütterungen im Bauwesen" festgelegt.

Für alle im Messungen sind folgende Berechnungen durchgeführt worden:

- 1 Berechnung der maximalen Amplitude der bandbegrenzten (1 bis 315 Hz) unbewerteten Schwinggeschwindigkeit v_{\max} , für MP 7 zusätzlich der maximalen Bewerteten Schwingstärke $KB_{F_{\max}}$, für MP 4 des unbewerteten Luftschalls und Zusammenstellung in einer Tabelle
- 2 Berechnung der zugehörigen Spektren der Schnelle mittels FFT und Bestimmung der dominierenden Frequenzen in einem Frequenzfenster von 0 bis 100 Hz und Zusammenstellung in einer Tabelle

4.2 Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in zwei Tabellen aufgeführt und umfassen jeweils die maximalen Amplituden und die dominierenden Frequenzen (Anhang II).

Bei den maximalen Amplituden sind für die Schwingungsmeßkanäle die unbewerteten maximalen Schwinggeschwindigkeiten und für den Deckenmeßpunkt MP 7 (ELBE01B Kanal 7) zusätzlich die maximale Bewertete Schwingstärke $KB_{F_{\max}}$ dargestellt.

Die maximale Bewertete Schwingstärke $KB_{F_{\max}}$ ist nach DIN 4150 Teil 2 "Erschütterungen im Bauwesen, Einwirkung auf Menschen" für die Beurteilung von Einwirkungen auf Menschen zu verwenden. Als Zusammenhang zwischen Bewerteter Schwingstärke und subjektiver Wahrnehmung wird in den Erläuterungen zu dieser Norm als Anhaltswert für die Führungsschwelle ein Wert von $KB_{F_{\max}} = 0,1$ genannt.

Für den Luftschallkanal MP 4 (ELBE01A Kanal 8) ist der unbewertete maximal gemessene Luftschallpegel in dB angegeben. Die Werte für MP 7 und MP 4 sind zur besseren Unterscheidung kursiv gedruckt.

Jede Tabelle befindet sich im Querformat über mehrere Seiten mit fortlaufender Nummerierung der Messungen. Die Seiten der beiden Tabellen sind über die Nummern der Messungen zeilenweise analog zum Meßprotokoll. Nebeneinander gelegt erhält man über drei Seiten in der Breite eine Zeile pro Meßnummer.

Zu Beginn jeder Tabelle sind unter ELBE01A und ELBE01B die Beschreibungen der Meßkanäle aufgelistet. Die fortlaufende Aufführung der numerischen Ergebnisse wird an drei Stellen durch die Darstellung abweichender Meßkonfigurationen unterbrochen.

Zur weiteren Analyse der Messungen sind die gemessenen Zeitverläufe und die berechneten Spektren für alle im Meßprotokoll fett gedruckten Meßnummern dargestellt (Anhang III). Diese Messungen sind aufgrund hoher Amplituden oder besonderen Zusammenhängen in der Frequenzauswertung ausgewählt worden. Im Zeitbereich ist das gesamte Meßintervall oder der zur Auswertung gewählte Ausschnitt aufgeführt. Der Frequenzbereich ist von 0 bis 100 Hz beschränkt.

Auf einem Blatt sind von je acht Kanälen die Zeitverläufe und Spektren der unbewerteten Schwinggeschwindigkeit angeordnet. Dabei wurden die acht Signalspuren in zwei Kanalgruppen zusammengefaßt, welche untereinander angeordnet sind und in ihrer Kopfleiste die Projektbezeichnung (ELBE01A oder ELBE01B) sowie die laufende Nummer der Messung enthalten.

Jede einzelne Signalspur der Schwinggeschwindigkeit enthält oben mittig die Kanalbezeichnung und unten mittig Informationen über die Position des Sensors und die Meßrichtung (X, Y oder Z).

Die Zahlenwerte links oben und rechts unten geben die Skalierung der Achsen an. In jeder Darstellung des Zeitverlaufes wurde der Maximalwert durch ein Quadrat gekennzeichnet, wobei der Zahlenwert oben rechts neben der Kanalbezeichnung diesen Maximalwert angibt.

Die zugehörigen Spektren rechts neben den Zeitverläufen wurden in gleicher Weise skaliert wie die Zeitverläufe und enthalten Angaben über die maximale spektrale Amplitude (oben rechts) und die dominierende Frequenz (unten in der Mitte).

In dem Luftschallkanal (ELBE01A Kanal 8) ist in der Darstellung der Zeitverläufe und der Spektren eine Angabe der verwendeten Einheit dB aus softwaretechnischen Gründen nicht möglich. Daher erscheint an dieser Stelle die Einheit KB.

Zusammen mit den oben angeführten Tabellen stellen diese Darstellungen eine umfassende Dokumentation der durch den Schiffsverkehr verursachten Erschütterungsimmissionen im Bereich Strandweg 43 bis 45 dar.