



BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU

Karlsruhe · Hamburg · Ilmenau

BAW



GUTACHTEN

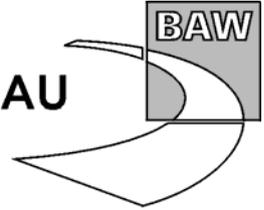
**Untersuchung der Deichsicherheit
am Beispiel des Altenbrucher Bogens
unter besonderer Berücksichtigung
schiffserzeugter Belastungen**

**Schiffsinduzierte Schwingungen im Deich
- Naturmessungen an der Unterelbe im Altenbrucher Bogen -**

BAW-Nr.
5.03.10062.00



BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU
Karlsruhe · Hamburg · Ilmenau



**Untersuchung der Deichsicherheit
am Beispiel des Altenbrucher Bogens
unter besonderer Berücksichtigung
schiffserzeugter Belastungen**

**Schiffsinduzierte Schwingungen im Deich
- Naturmessungen an der Unterelbe im Altenbrucher Bogen -**

BAW-Nr.
5.03.10062.00



Zusammenfassung

Bei den Naturmessungen an einem Deichabschnitt im Bereich des Altenbrucher Bogens wurden in der Zeit vom 5.4. – 7.4.2005 94 Schiffspassagen gemessen. Es sollten die aus dem Schiffsverkehr induzierten Schwingungen im Deichkörper ermittelt und daraus ein eventuell resultierendes Schadenspotential für den Deich analysiert werden.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die am Deich durch den Schiffsverkehr hervorgerufenen Schwingungen äußerst gering sind. Das größte registrierte Ereignis lag bei $v_{Rmax} \leq 0,0471$ mm/s, das Mittel der Maximalwerte aller Vorbeifahrten bei $v_{Rmittel} \leq 0,0189$ mm/s. Das größte Signal wurde zudem während einer Messperiode gemessen, in der die passierende Schifffahrt angewiesen war, mit der größtmöglichen Geschwindigkeit zu fahren. Ausgehend von in der BAW durchgeführten Untersuchungen [L2] und entsprechenden Aussagen in der Literatur kann davon ausgegangen werden, dass bei Schwingungen im Deichkörper unter $v_R \leq 1,5$ mm/s keine Umlagerungen im Deichkörper stattfinden. Die gemessenen Schwingungen liegen um mehr als den Faktor 32 darunter. Ein mögliches Schadenspotenzial ist also aufgrund der ermittelten Schwingungsgrößen sicher auszuschließen. Andere üblicherweise auf den Deich einwirkende Schwingungen aus Fahrzeug- und Personenverkehr liegen, wenn auch örtlich begrenzt, deutlich über den Einwirkungen aus dem Schiffsverkehr, sind aber ebenso als unbedenklich einzuschätzen. Die Erschütterungswirkung von Schiffswellen ist ebenfalls sehr gering. Nicht untersucht wurden hier Schwingungen bei Sturmflutseegang infolge hoher Windgeschwindigkeiten.

Eine Korrelation zwischen Schallereignissen und Schwingungen wie in [U6] konnte nicht nachgewiesen werden.



Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen	3
3	Messungen	4
3.1	Messkonzept.....	4
3.2	Messpunkte für Schwingungsuntersuchungen	4
3.3	Messapparatur	5
4	Messergebnisse.....	7
4.1	Schwingungen aus Schiffspassagen und Schiffswellen	7
4.2	Von Zügen, Personen und Fahrzeugen erzeugte Schwingungen	11
5	Schlussfolgerungen	12
6	Literatur.....	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Messpunkte und Sensoren	4
Tabelle 2	Zusammenfassung der gemessenen Schwinggeschwindigkeiten v_R	9

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Lageskizze der Messpunkte
Anlage 2	Tabelle der Messergebnisse, Vektoren der Schwinggeschwindigkeit

Bildverzeichnis

Bild 1	Deichsetzungen des Deiches im Altenbrucher Bogen (Foto: Hadelner Deich- und Ufer verband, 2002).....	2
Bild 2	Messpunkt 1 mit SM3-1D-Sensoren und Kebe-3D-Sensor beim Aufbau	5
Bild 3	Messpunkt 4 mit SM3-1D-Sensor, Kebe-3D-Sensor und IB301-Sensor	5
Bild 4	Messprofil mit Messfahrzeug	6
Bild 5	Frequenzinhalte der Schwingungen aus Schiffspassage und bei Ruhe	8
Bild 6	Größtes gemessenes Ereignis bei einer Schiffspassage, Vektor der Schwinggeschwindigkeit.....	9
Bild 7	Beispiel für Schwingungen durch Schiffswellen.....	10
Bild 8	Vorbeifahrt eines Zuges, Vektor der Schwinggeschwindigkeit	11

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes und die Freie und Hansestadt Hamburg planen – vertreten durch das Projektbüro „Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe“ beim Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg - eine weitere Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Erfordernisse der Containerschifffahrt [U1]. Die Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Hamburg – (BAW-DH) wurde in diesem Zusammenhang mit Schreiben vom 5.10.2004 vom Projektbüro beauftragt, das Projektbüro in Fragen der Deichsicherheit zu beraten. In diesem Zusammenhang sollten auch die maßgebenden Wirkungszusammenhänge zwischen der Fahrrinne und dem Deich im Altenbrucher Bogen für den Ist-Zustand untersucht werden (Bild 1). Veranlassung hierfür sind die vermehrten Deichsackungen und Deckwerksschäden im Altenbrucher Bogen, für die vom zuständigen Deich- und Uferbauverband schiffsinduzierte Belastungen verantwortlich gemacht werden.

Aufgrund des umfangreichen Untersuchungsbedarfs wurde von der BAW-DH ein Untersuchungskonzept aufgestellt, welches die Untersuchung der Wirkungszusammenhänge zwischen schiffserzeugten Belastungen und dem Deich zwischen Elbe-km 714 und Elbe-km 723 (Altenbrucher Bogen) für den Ist-Zustand vorsieht. Das Untersuchungskonzept zur Ermittlung der Wirkungszusammenhänge wurde fachlich wie folgt strukturiert und die einzelnen Themen werden jeweils in einem BAW-Gutachten detailliert behandelt:

- **Wirkung einer Vorstranderosion auf die Wellenbelastung des Deiches im Altenbrucher Bogen im Rahmen einer Sensitivitätsstudie (BAW, 2006a)**
Wirkung einer angenommenen Aufsteilung des Vorstrandes sowie einer angenommenen Variation der Vorstrandbreite auf die Wellenumformung und Beurteilung deren Wirkung auf die Wellenbelastung von Deckwerk und Deich auf der Grundlage einer Seegangmodellierung.
- **Ermittlung der Deckwerksstabilität im Altenbrucher Bogen (BAW, 2006b)**
Durchführung von Messungen in der Natur zur Ermittlung der Belastungsparameter des Deckwerks infolge von Strömung, Wind- und Schiffswellen und Untersuchungen zur Ermittlung der Deckwerkstabilität im Ist-Zustand.
- **Beurteilung der Deichstandsicherheit und –gebrauchstauglichkeit für den Ist-Zustand (BAW, 2006c)**
Analyse der verfügbaren geotechnischen und geologischen Bestandsunterlagen für den Deich- und den Deichuntergrund unter Berücksichtigung eigener Bohrungen und Sondierungen zur Beurteilung der Deichstandsicherheit und –gebrauchstauglichkeit für den Ist-Zustand. Durchführung von Messungen in der Natur zur Ermittlung schiffsinduzierter Porenwasserdrücke im Deich und im Deichuntergrund sowie die Ermittlung der Deichstandsicherheit und -gebrauchstauglichkeit auf der Grundlage von Finite Elemente Simulationen.

- **Ermittlung schiffserzeugter Schwingungen im Deich (BAW, 2006d)**

Ermittlung schiffsinduzierter Schwingungen im Deich auf der Grundlage von Messungen in der Natur und Beurteilung der Wirkung von schiffsinduzierten Schwingungen auf Kornumlagerungen und Standsicherheit des Deiches.

Die Ermittlung der schiffsinduzierten Schwingungen im Deich im Altenbrucher Bogen stellt einen Baustein des Gesamtuntersuchungskonzepts dar und ist Gegenstand des vorliegenden Gutachtens.

Im Bereich des Altenbrucher Bogen sind in den letzten Jahren mehrfach Setzungen des Deiches beobachtet worden (Bild 1). Der Hadelner Deich- und Uferverband, der für die Unterhaltung des Deiches zuständig ist, macht für diese Setzungen schiffsinduzierte Schwingungen sowie Schwingungen aus Schiffswellen verantwortlich.



Bild 1 Deichsetzungen des Deiches im Altenbrucher Bogen (Foto: Hadelner Deich- und Uferverband, 2002)

Das Referat Baugrunderdynamik der Bundesanstalt für Wasserbau mit Sitz in Ilmenau hat zur fachlichen Unterstützung auf der Basis vorliegender Untersuchungen an Binnenwasserstraßen empfohlen, im Rahmen von Messungen in der Natur zu klären, welche Erschütterungsquellen auf den Deich wirken, um dann gutachterlich zu ermitteln, ob schiffsinduzierte Schwingungen für die aufgetretenen Deichschäden verantwortlich sind.



2 Unterlagen

- [U1] Anpassung der Fahrrinne von Unter- und Außenelbe an die Containerschifffahrt – Planfeststellungsunterlage Teil B. Beschreibung des Vorhabens (Technische Planung). Projektbüro Fahrrinnenanpassung von Unter- und Außenelbe beim Wasser- und Schifffahrtsamt Hamburg. Stand: 9.11.2005
- [U2] Gutachten zur Deichverformung im Bereich des Hadelner Deich- und Uferverbandes – Untersuchung der Standsicherheit im Bereich Altenbruch und Glameyer Stack. IMS. Bericht Nr. 9073-01 (Vorabzug). 16. Dezember 2004
- [U3] Entwurf Leistungsbeschreibung zur Ausschreibung: Naturmessung zur Deichsicherheit im Altenbrucher Bogen, vom 14.2.2005
- [U4] Konzept zu Untersuchungen über die Wirkungen einer weiteren Fahrrinnenanpassung auf die Deichsicherheit zwischen Elbe-km 714 und Elbe-km 723
- [U5] Lageplan der Wellenmessstationen, Zeichnung 141.132
- [U6] Messbericht, Untersuchung der Einwirkung von schifffahrtsbedingten Erschütterungen auf die ufernahe Bebauung, Ingenieurbüro Dr. Kebe, 1998

3 Messungen

3.1 Messkonzept

Die Fahrrinne für die Seeschifffahrt verläuft im Bereich des Altenbrucher Bogens in einem minimalen Abstand von 500 m zum Ufer bei einer Breite der Fahrrinne von 400 m. Das heißt, es ist mit Abständen von 500 bis 900 m der vorbeifahrenden Schiffe vom Ufer zu rechnen. Vorliegende Untersuchungen an Binnenwasserstraßen /L1/ und an der Elbe bei Hamburg Blankenese /U4/ lassen prognostisch sehr geringe Erschütterungen am Ufer und im Bereich des Deiches erwarten. Um eine möglichst breite Datenbasis zu erreichen, wurde eine Messkonzeption mit unterschiedlichen Sensortypen erarbeitet, die einen möglichst großen Frequenzbereich überdeckt (siehe Abschnitt 3.3). Insbesondere wurden Schwingungssensoren verwendet, die bereits ab der Frequenz $f > 0,1$ Hz die Schwinggeschwindigkeit sowie $f > 0$ Hz die Schwingbeschleunigung, allerdings mit geringerer Empfindlichkeit, registrieren können. Zusätzlich wurden der auftretende Schallpegel und die Schiffswellen (letztere mittels Drucksensor) in Ufernähe gemessen. Die Schiffskenndaten der vorbeifahrenden Schiffe wurden mittels AIS ermittelt.

3.2 Messpunkte für Schwingungsuntersuchungen

Es wurden 4 Messpunkte mit unterschiedlicher sensorischer Ausstattung aufgebaut. Der Messpunkt 1 wurde am Ufer hinter der Steinschüttung (Deckwerkfuß), Messpunkt 2 ca. 27 m dahinter im Deichvorland, Messpunkt 3 im Bereich des Deichfußes und Messpunkt 4 auf der Deichkrone errichtet. Die Schwingungssensoren wurden nach Entfernen der Grasnarbe in ca. 10 cm Tiefe auf dem anstehenden Untergrund als Bodensensoren eingerichtet (siehe Anlage 1).

Tabelle 1 Messpunkte und Sensoren

Messpunkt	Sensor	Frequenzbereich
Messpunkt 1 – 4	3-D Geophon Kebe	1 - 315 Hz
Messpunkt 1, 4	je 3x1-D Geophon SM3	0.5 - 315 Hz (Schwingungen ab 0,1 Hz nachweisbar)
Messpunkt 4	3x 1-D Beschleunigungssensor IB301	0 - 30 Hz
Messpunkt 1	Schallpegelmesser B&K	
im Wasser	Drucksensor für Wellenhöhenmessung	

Parallel wurden von der BAW-Hamburg an einer Messstation in rd. 10m Entfernung zum Deckwerksfuß weitere Parameter wie Wasserstand, Wind- und Schiffswellen, Salzgehalt, Strömungsgeschwindigkeit und Trübung als hydraulische Randbedingungen erfasst, um ggf. eine Korrelation zwischen Schiffswellen und Schwingungen im Deich herstellen zu können.



Bild 2 Messpunkt 1 mit SM3-1D-Sensoren und Kebe-3D-Sensor beim Aufbau



Bild 3 Messpunkt 4 mit SM3-1D-Sensor, Kebe-3D-Sensor und IB301-Sensor

3.3 Messapparatur

Für die Ermittlung und Beurteilung der durch Erschütterungen verursachten Einwirkungen wird als Messgröße vorrangig die Schwinggeschwindigkeit und deren Frequenzinhalt herangezogen, weil aus der Größe der Schwinggeschwindigkeit eine Abschätzung der Beanspruchungen bzw. der Auswirkungen der Erschütterungen im Baugrund abgeleitet werden kann. An jedem Messpunkt wurde ein 3D-Sensor der Fa. *Dr. Kebe Scientific Instruments* zur Er-

fassung der drei Komponenten der Schwinggeschwindigkeit v_i (Index i steht für die Richtungskomponenten X, Y und Z), kalibriert im Frequenzbereich von 1 Hz bis 315 Hz aufgebaut. Z ist die vertikale Messrichtung, X und Y sind die zueinander rechtwinkligen horizontalen Messrichtungen. Die Aufzeichnung des zeitlichen Verlaufs der Schwinggeschwindigkeit v ($v = ds/dt$, s = Schwingweg, t = Zeit) erfolgte mit folgenden Geräten:

- 1 Schwingungsmesser *SMK-4812* Nr. 1 mit 3D-Geophonen (*Kebe Scientific Instruments GmbH*), nach DIN 45669-C8HV1-80 (3D = dreidimensional)
- Messcomputer der Fa. DSM und 1 x 16-Bit AD-Wandlerkarte (*National Instruments*) mit 500 Hz und zeitweise 1000 Hz Abtastrate zur Aufzeichnung der Messkanäle vom SMK-4812

Bei den Messungen wurden alle Messkanäle der Kebe-Apparatur mit $f_o = 315$ Hz tiefpassgefiltert. Das verwendete Messsystem entspricht den Anforderungen der DIN 4150 und DIN 45669.

An den Messpunkten 1 und 4 wurden aus je 3 Sensoren vom Typ SM3 3-D Messpunkte gebildet und mit einem:

- Messcomputer Dewetron mit 16-Bit AD-Wandlerkarte (*National Instruments*) mit 500 Hz Abtastrate aufgezeichnet.



Bild 4 Messprofil mit Messfahrzeug

Weiterhin wurden auf diesem Messwerterfassungsrechner die Signale folgender Sensoren aufgezeichnet:

- Schallpegelmesser B&K Typ 2232 am Messpunkt 1
- Drucksensor PTX 169 /SN 548648 in Ufernähe zur Messung der Wellenhöhe



- 3D-Messpunkt aus 3 Beschleunigungssensoren IB301 mit einem Gleichspannungsbrückenmessverstärker MGC-Plus der Fa. HBM

Zur Aufzeichnung, Auswertung und Analyse der Messdaten wurde die Software *DIAdem* (*National Instruments*) eingesetzt. Die Messdaten sind im DIAdem-Format bei der BAW, Referat BD, in Ilmenau archiviert und können für weitere Untersuchungen genutzt werden.

4 Messergebnisse

4.1 Schwingungen aus Schiffspassagen und Schiffswellen

In der Zeit vom 5.4. – 7.4.2005 wurden 94 Schiffspassagen aufgezeichnet. Bereits während der Messungen zeigte sich, dass die auftretenden Schwingungen eine sehr geringe Größe ($v_i < 0,1$ mm/s) aufweisen bzw. die aus dem Schiffsverkehr resultierenden Schwingungen oberhalb der ständig vorhandenen Grundunruhe nicht als Einzelsignal interpretierbar sind. Nach einer Analyse der Messdaten wurde für die Dokumentation der Ergebnisse deshalb auf eine kanalweise Darstellung aller Ereignisse verzichtet und dafür der Vektor der Schwinggeschwindigkeit als Messgröße ausgewiesen. Hierzu werden die Maximalwerte des aus den drei Einzelkomponenten v_x , v_y und v_z gebildeten Echtzeitvektors $v_R = (v_x^2(t) + v_y^2(t) + v_z^2(t))^{1/2}$ herangezogen. Diese Verfahrensweise ist für eine Größtwertuntersuchung besser handhabbar, da die zu untersuchende Datenmenge auf 1/3 reduziert wird und die für die Bewertung der Schwingungen verwendete größte Einzelkomponente v_i (entsprechend der DIN 4150-3) der Schwingung immer kleiner oder höchstens gleich der Größe des Gesamtvektors v_R ist. Für die Auswertung schiffsinduzierter Schwingungen wurden drei Schwingungsquellen unterschieden:

- Schwingungen durch Schiffspassagen: Die Schwingungen werden vom Schiffskörper in den Wasserkörper und dann in den Boden übertragen.
- Schwingungen durch Schiffswellen: Die Schwingungen werden durch Schiffswellen verursacht und am Deckwerk in den Deichuntergrund übertragen.
- Schwingungen durch Luftschall: Über den Luftweg werden Schiffsgeräusche übertragen.

In der Anlage 2 sind die gemessenen Größtwerte des Gesamtvektors der Schwinggeschwindigkeit v_R an allen 4 Messpunkten (Kebe-Sensoren) für alle Schiffspassagen aufgeführt. Die während des jeweiligen Beobachtungszeitraumes aufgetretenen Störungen durch Zugvorbeifahrten, Fußgänger, landwirtschaftliche Maschinen und andere Fahrzeuge wurden extrahiert und zu Vergleichszwecken gesondert untersucht. Für die weiteren Betrachtungen wurde nachgewiesen, dass die Auswertungen der Messergebnisse der 3D-Sensoren der Fa. Kebe, die in einem Frequenzbereich von 1 bis 315 Hz messen, ausreicht. Ein Vergleich zu den Messdaten der parallel betriebenen SM3 sowie der IB301 zeigt, dass in dem Frequenzbereich unter 1 Hz bei Schiffspassagen keine signifikanten Signalanteile auftreten, die bei der Bewertung berücksichtigt werden müssen. Die aus der Bewegung von Schiffswellen mit

3 bis 6 s Wellenperiode resultierenden Schwingungen sind jedoch nur aus den Messungen mit den SM3-Sensoren nachweisbar.

(a) Schiffspassagen

Das Bild 5 zeigt das Amplitudendichtespektrum des Messsignals einer Schiffspassage mit gleichzeitiger Wellenbewegung. Im selben Bild wird das Amplitudendichtespektrum zu Zeiten größter Ruhe bei minimaler Wellenbewegung dargestellt. Es ist zu erkennen, dass sich zwar einzelne Frequenzen bzw. Frequenzbereiche sichtbar herausheben (hier bei ca. 55 Hz), die Signalverteilung aber weitestgehend eine breitbandige Körperschallanregung im Frequenzbereich von 1 bis ca. 250 Hz darstellt. Dieses Verhalten ist für die Mehrzahl der Schiffe, die oberhalb des Grundschwingungsniveaus überhaupt sichtbar waren, charakteristisch. Nur bei dem registrierten Größtereignis bildete sich ein klarer Einzelpeak bei 3,3 Hz aus.

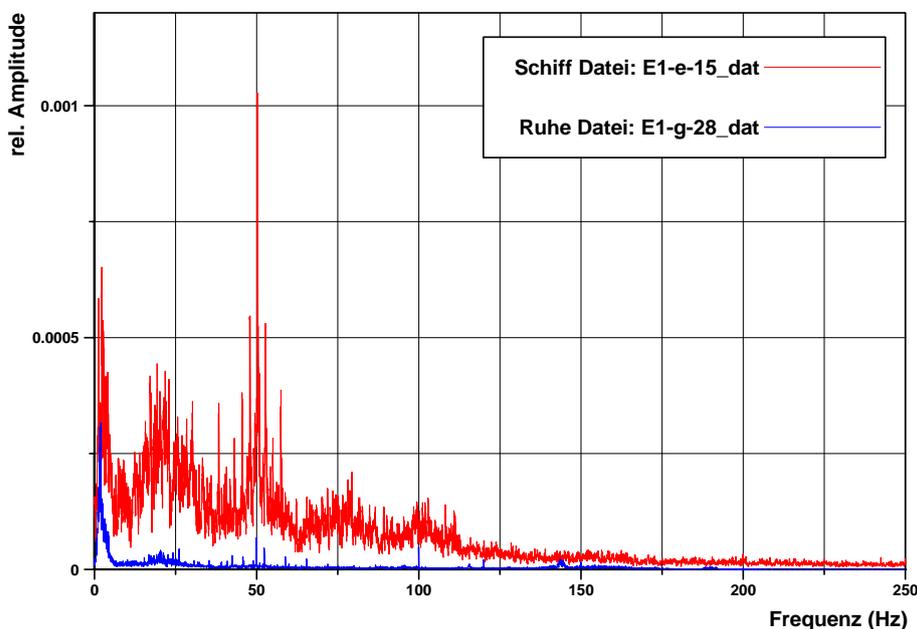


Bild 5 Frequenzinhalte der Schwingungen aus Schiffspassage und bei Ruhe

In der Abbildung 6 sind die gemessenen Schwingungsgrößen für das größte Ereignis (siehe Maxwerte Tabelle 2) an den 4 Messpunkten dargestellt. Man erkennt sehr deutlich, dass sich die Schiffspassage im Zeitbereich von 250 bis 450 s nur gering aus der Grundruhe heraushebt. In der Tabelle 2 ist eine Zusammenfassung aller gemessenen Amplituden der aus Schiffspassagen erzeugten Schwingungen angegeben. Die im Deichkörper gemessenen Schwingungen liegen bei $v_{Rmax} \leq 0,0471$ mm/s, der Mittelwert aller Meßwerte v_{Rmax} bei 0,0193 mm/s. Eine Abhängigkeit der Schwingungsgröße von der Entfernung der Schiffe zum Untersuchungsstandort konnte aufgrund der äußerst kleinen Schwingungsgrößen nicht bestimmt werden. Hinzu kommt, dass die Quellgrößen (Schiffstyp, Schiffsantrieb, etc.) für die Schwingungen ebenfalls stark variieren und damit eine systematische Einordnung insbesondere aufgrund der sehr geringen Schwingungsgrößen nicht möglich ist. Für die hier durchgeführten Untersuchungen können die Ergebnisse jedoch als ausreichend angesehen werden.

Tabelle 2 Zusammenfassung der gemessenen Schwinggeschwindigkeiten v_R

alle Schiffspassagen	Messpunkt Nr: Kebe Sensor			
	v_{Rmax} in mm/s			
	Deckwerkfuß 1	Vorland 2	Deichfuß 3	Deichkrone 4
Mittelwerte	0,0203	0,0199	0,0189	0,0183
Maxwerte	0,0351	0,0481	0,0471	0,0418
Minwerte	0,0075	0,0075	0,0073	0,0072
Mittel ü. alle Messpunkte	0,0193			

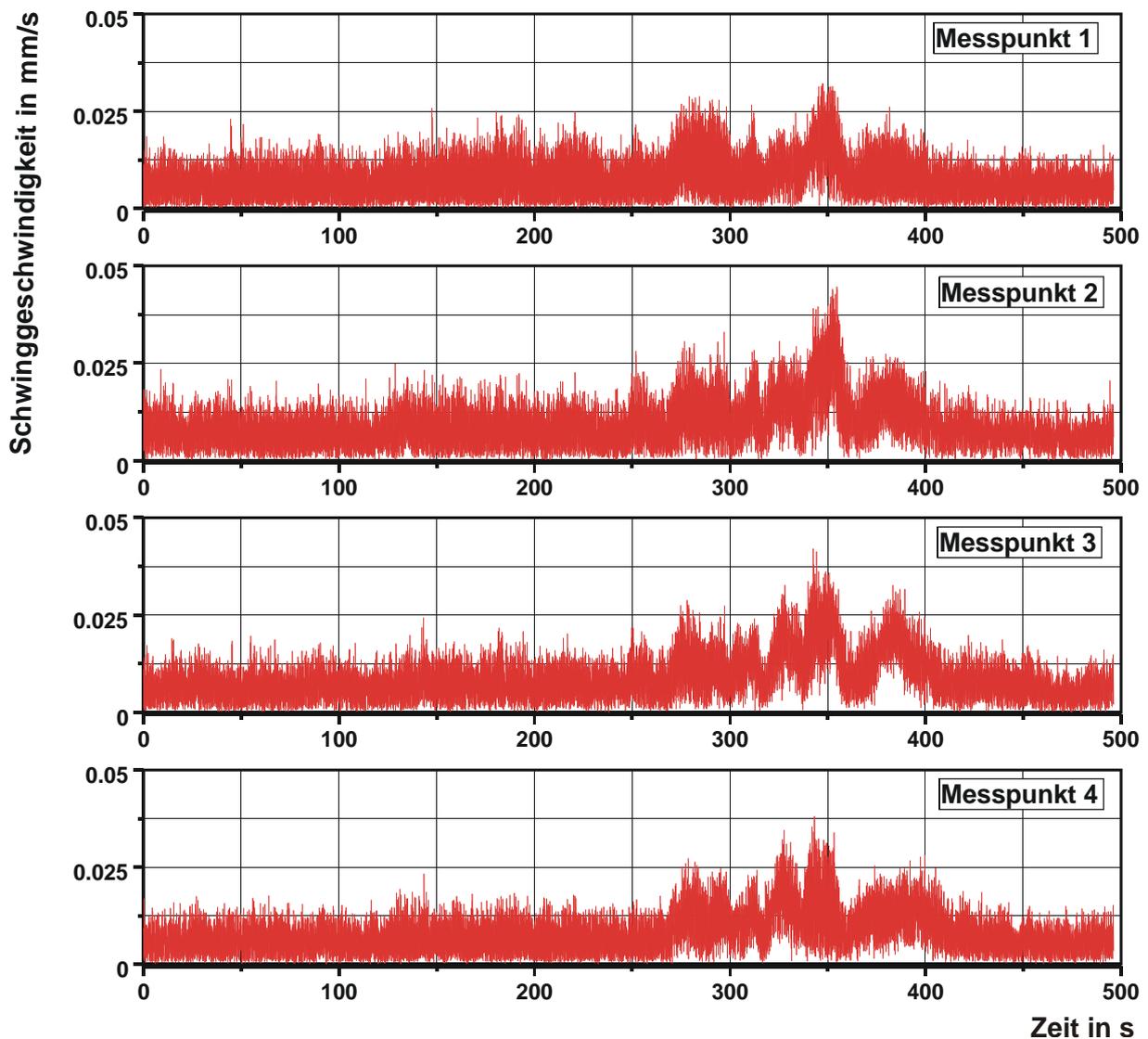


Bild 6 Größtes gemessenes Ereignis bei einer Schiffspassage, Vektor der Schwinggeschwindigkeit

(b) Schiffswellen

Die Auswirkungen der von vorbeifahrenden Schiffen erzeugten Wellen auf die Schwingungen im Deich wurden gesondert betrachtet. Der Übertragungsweg von der Quelle bis zum Deichkörper ist hier ein anderer als bei den durch die Schiffe direkt erzeugten Schwingungen. Die Energie der Welle wird erst beim Auftreffen auf das Ufer freigesetzt.

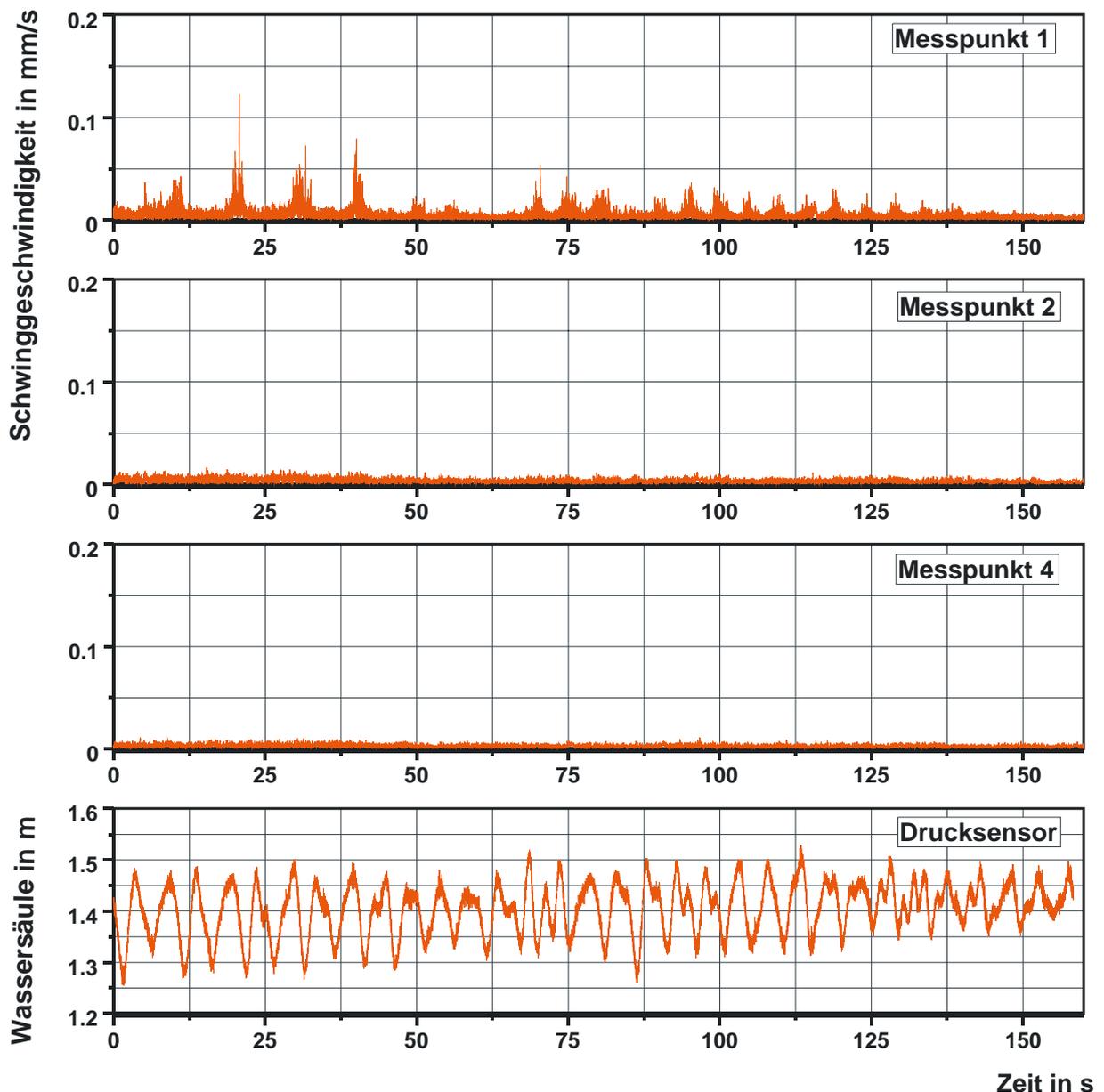


Bild 7 Beispiel für Schwingungen durch Schiffswellen

Da die Quelle der Erschütterungen dicht am Messpunkt 1 liegt ist auch eine deutliche Abnahme der Erschütterungen mit der Entfernung - also zum Deich hin - zu beobachten. Die größten von Schiffswellen erzeugten Erschütterungen lagen bei $v_{Rmax} \leq 0,031$ mm/s auf der Deichkrone (Messpunkt 4) und $v_{Rmax} \leq 0,180$ mm/s hinter dem Deckwerk (Messpunkt 1).

Exemplarisch ist ein Schwingungsereignis, hervorgerufen durch Schiffswellen in Bild 7 für 3 Schwingungsmesspunkte und einen Drucksensor zur Wellenhöhenmessung dargestellt.

(c) Schallpegel

Während der gesamten Messdauer wurde am Messpunkt 1 auch der Schallpegel mit aufgezeichnet. Es konnten jedoch keine Korrelationen zwischen Schiffsgeräuschen und Schwingungen festgestellt werden. Die vorbeifahrenden Schiffe führten zu keiner nachweisbaren Erhöhung des Schallpegels und waren als Ereignisse innerhalb des vorherrschenden Grundpegels nicht identifizierbar. Auf eine ausführlich Darstellung der Maximalwerte und der zeitlichen Verläufe der gemessenen Schallpegel konnte somit verzichtet werden.

4.2 Von Zügen, Personen und Fahrzeugen erzeugte Schwingungen

Bei der Untersuchung der vom Schiffsverkehr induzierten Schwingungen müssen die Ereignisse, die von Fahrzeugen, dem Zugverkehr auf der ca. 600 m parallel zum Deich verlaufenden Bahntrasse und von Personen verursacht werden, getrennt werden. Hierdurch ist es möglich, auch Aussagen über die Größe der Schwingungen aus diesen weiteren „Erschütterungsquellen“ im Deich zu treffen. Bei der Vorbeifahrt von Zügen wurden charakteristische Schwingungsverläufe wie in Bild 8 dargestellt registriert. Das während der Aufzeichnungen an den 3 Messtagen registrierte Größtereignis auf der Deichkrone (MP4) infolge Zugverkehr lag bei $v_{Rmax} \leq 0,045$ mm/s. Aufgrund der großen Entfernung der Bahntrasse zum Messprofil sind die Unterschiede in den Schwingungsgrößen an den 4 Messpunkten äußerst gering und damit vernachlässigbar.

Weiterhin treten messbare Erschütterungen durch Personen sowie Fahrzeuge, z. B. Landmaschinen, LKW und PKW, auf. Da diese Einwirkungen direkt am Deich auftreten, sind die messbaren Ereignisse im Nahbereich der „Erschütterungsquellen“ auch deutlich höher als alle von Schiffen erzeugten Erschütterungen.

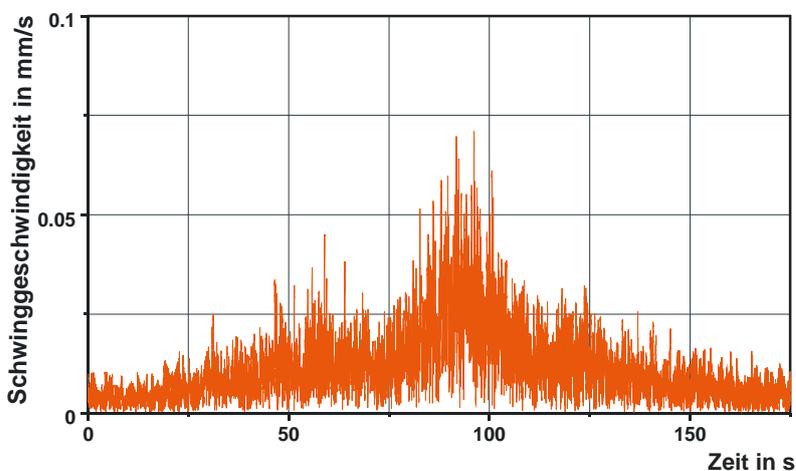


Bild 8 Vorbeifahrt eines Zuges, Vektor der Schwingungsgeschwindigkeit

So wurden von Personen hervorgerufene maximale Schwinggeschwindigkeiten auf der Deichkrone von $v_{Rmax} \leq 0,576$ mm/s (Faktor 14 gegenüber Größtereignis Schiffspassage) registriert, an den anderen Messpunkten wurden Schwinggeschwindigkeiten bis 2 mm/s registriert. Von vorbeifahrenden Fahrzeugen wurde als Größtwert der Schwinggeschwindigkeit $v_{Rmax} \leq 0,156$ mm/s gemessen. Auf die ausführliche Untersuchung und Auswertung der Zusammenhänge von der Größe der Quelle und der Entfernung wird verzichtet, da hier nur eine vergleichende Betrachtung zu den Schwingungen aus dem Schiffsverkehr vorgenommen werden soll.

5 Schlussfolgerungen

Bei den Naturmessungen an einem Deichabschnitt im Bereich des Altenbrucher Bogens wurden in der Zeit vom 5.4. – 7.4.2005 die Vorbeifahrten von 94 Schiffen gemessen. Es sollten die aus dem Schiffsverkehr induzierten Schwingungen ermittelt und ein daraus eventuell resultierendes Schadenspotential für den Deich analysiert werden.

Es konnte nachgewiesen werden, dass die am Deich durch den Schiffsverkehr hervorgerufenen Schwingungen äußerst gering sind. Das größte registrierte Ereignis lag bei $v_{Rmax} \leq 0,0471$ mm/s, das Mittel der Maximalwerte aller Schiffspassagen bei $v_{Rmittel} \leq 0,0189$ mm/s. Das größte Signal wurde zudem während einer Messperiode gemessen, in der die passierende Schifffahrt angewiesen war, mit der größtmöglichen Geschwindigkeit zu fahren. Ausgehend von in der BAW durchgeführten Untersuchungen [L2] und entsprechenden Angaben in der Literatur kann davon ausgegangen werden, dass bei Schwingungen des gesamten Deiches unter 1,5 mm/s keine Kornumlagerungen im Deichkörper stattfinden. Die gemessenen Schwingungen liegen um mehr als den Faktor 32 unter den für Kornumlagerungen relevanten Schwingungsgrößen. Ein mögliches Schadenspotenzial ist also aufgrund der ermittelten Schwingungsgrößen sicher auszuschließen. Andere üblicherweise auf den Deich einwirkende Schwingungen aus Fahrzeug- und Personenverkehr liegen, wenn auch örtlich begrenzt, deutlich über den Einwirkungen aus dem Schiffsverkehr, sind aber ebenso als unbedenklich einzuschätzen. Die Erschütterungswirkungen von Schiffswellen sind ebenfalls sehr gering.

Nicht untersucht wurden hier Schwingungen bei Sturmflutseegang infolge hoher Windgeschwindigkeiten, d.h. die natürliche Belastung des Deiches durch Windwellen.

Eine Korrelation zwischen Schallereignissen und Schwingungen wie in [U6] konnte im Rahmen der Untersuchungen nicht nachgewiesen werden.

In den Planungen zu der Messkampagne im Bereich des Deiches waren anfangs mehrwöchige Dauermessungen zur Erfassung der Schwingungsgrößen vorgesehen. Aufgrund der Untersuchungsergebnisse kann bei weiteren Untersuchungen auf den Teilbereich Schwingungen aus Schiffsverkehr verzichtet werden, da die Schwingungsgrößen weit unterhalb



schadensrelevanter Werte liegen und eine ausreichende Anzahl von Schiffen registriert wurde.

Bundesanstalt für Wasserbau – Dienststelle Ilmenau
Ilmenau, 05.05.2006
Im Auftrag

(Dipl.-Phys. Zierach)

6 Literatur

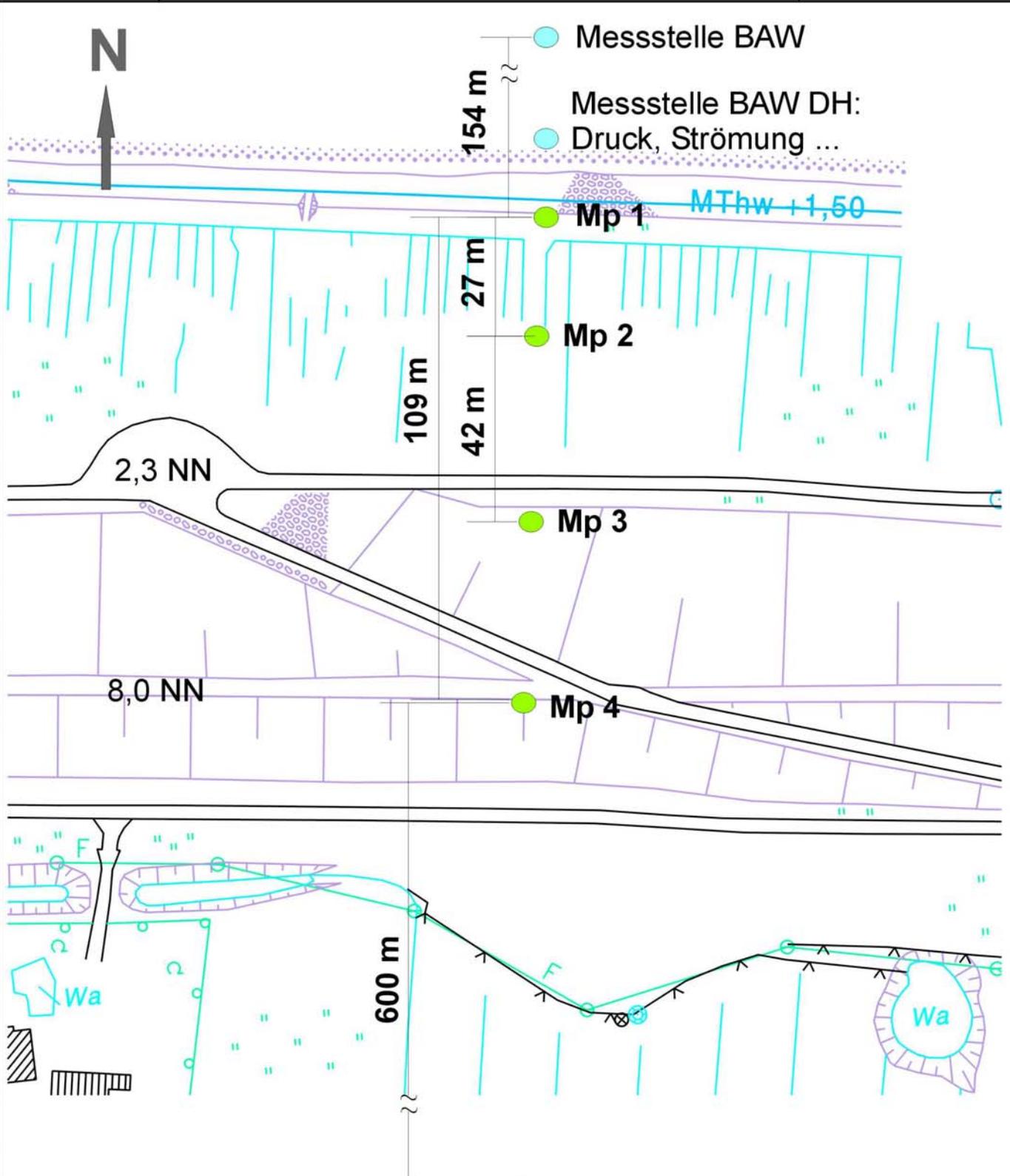
- [L1] Zierach, R.: Gutachten über Erschütterungsimmissionen durch Schiffahrtsbetrieb,(1996), BAW Archiv BD
- [L2] Zerrenthin, U.:Setzungen von Sanden bei Schwingungsanregung, Forschungskompodium Wasserbau, BAW-Karlsruhe, 2003
- [L3] Yifeng, H., Haupt, W. u. Müller, B.: ResCol-Versuche zur Prüfung der dynamischen Langzeitstabilität von TA/TM-Böden unter Eisenbahnverkehr. Bautechnik Nr. 81, 2004, Heft 4, S. 295 - 306
- [L4] BAW: Untersuchung der Deichsicherheit am Beispiel des Altenbrucher Bogens unter besonderer Berücksichtigung schiffserzeugter Belastungen – Wirkung einer Vorstranderosion auf die Wellenbelastung des Deiches. BAW-Gutachten, 2006a
- [L5] BAW: Untersuchung der Deichsicherheit am Beispiel des Altenbrucher Bogens unter besonderer Berücksichtigung schiffserzeugter Belastungen – Ermittlung der Deckwerksstabilität. BAW-Gutachten. 2006b
- [L6] BAW: Untersuchung der Deichsicherheit am Beispiel des Altenbrucher Bogens unter besonderer Berücksichtigung schiffserzeugter Belastungen – Beurteilung der Deichstandsicherheit und –gebrauchstauglichkeit für den Ist-Zustand. BAW-Gutachten. 2006c
- [L7] BAW: Untersuchung der Deichsicherheit am Beispiel des Altenbrucher Bogens unter besonderer Berücksichtigung schiffserzeugter Belastungen – Bericht zu schiffsinduzierten Schwingungen im Deich – Naturmessungen an der Unterelbe im Altenbrucher Bogen. BAW-Gutachten. 2006d



Ilmenau - BD

Altenbrucher Bogen, Elbe km 719,28

BAW-Nr.: 5.03.10062.00
Datum: April - 2005



Eisenbahnstrecke Cuxhaven - Hamburg

Anlage 2

Anzahl Schiffe		106						Messpunkt Nr: Kebe Sensor		
						v _{Rmax} in mm/s				
Datum	Uhrzeit	Name	Schiffstyp	Passierab- stand [m]	Datei	Vektor-datei	1	2	3	4
05.04.2005	8:45	SARAH MATJES		o.A.	E1-b-11	v1-b-11.DAT	0,018	0,021	0,047	0,020
05.04.2005	15:59	KURKSE		o.A.	E1-b-13	v1-b-13.DAT	0,013	0,017	0,028	0,018
05.04.2005	16:15	SOULSOUND		o.A.	E1-b-14	v1-b-14.DAT	0,018	0,013	0,015	0,013
05.04.2005	16:24	IRMGARD		o.A.	E1-b-15	v1-b-15.DAT	0,015	0,011	0,012	0,013
05.04.2005	16:36	SARAH MATJES12		o.A.	E1-b-16	v1-b-16.DAT	0,017	0,018	0,017	0,014
05.04.2005	16:44	INGILD		o.A.	E1-b-17	v1-b-17.DAT	0,016	0,015	0,015	0,012
05.04.2005	16:50	CSAV MONTREAL		o.A.	E1-b-18	v1-b-18.DAT	0,015	0,018	0,015	0,012
05.04.2005	16:59	UTE S		o.A.	E1-b-19	v1-b-19.DAT	0,015	0,018	0,019	0,019
05.04.2005	17:01	BALTIC TARA		o.A.	E1-b-20	v1-b-20.DAT	0,017	0,014	0,016	0,010
05.04.2005	17:06	SIRRAH		o.A.	E1-b-21	v1-b-21.DAT	0,018	0,020	0,012	0,010
05.04.2005	17:18	JRS-CPELLA		o.A.	E1-b-22	v1-b-22.DAT	0,018	0,030	0,016	0,019
05.04.2005	17:32	HANNA		o.A.	E1-b-23	v1-b-23.DAT	0,017	0,012	0,012	0,009
05.04.2005	17:56	ohne Katamaran		o.A.	E1-b-24	v1-b-24.DAT	0,014	0,009	0,010	0,007
05.04.2005	18:01	KAPPAFAS + WHITE SWAN		o.A.	E1-b-27	v1-b-27.DAT	0,020	0,019	0,020	0,022
05.04.2005	18:05	ÖLAND + STOMS		o.A.	E1-b-28	v1-b-28.DAT	0,017	0,017	0,020	0,025
				o.A.						
06.04.2005	8:45	STENA FORERUNNER	Seeschiff, RoRo	o.A.	E1-c-10	v1-c-10.DAT	0,025	0,028	0,025	0,025
06.04.2005	9:01	NYK PHOENIX	Seeschiff, Containerschiff	o.A.	E1-c-12	v1-c-12.DAT	0,016	0,022	0,022	0,019
06.04.2005	9:29	STEENBORG	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	E1-c-14	v1-c-14.DAT	0,013	0,013	0,014	0,011
06.04.2005	9:31	NORDNORGE	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	o.A.	E1-c-15	v1-c-15.DAT	0,014	0,022	0,017	0,014
06.04.2005	9:33	LEIRO	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	E1-c-15	v1-c-15.DAT	0,014	0,022	0,017	0,014
06.04.2005	9:43	BUNGA RAYA DUA	Seeschiff, Containerschiff	o.A.	E1-c-17	v1-c-17.DAT	0,018	0,015	0,015	0,014
06.04.2005	10:14	China Sea + SYLVIA		o.A.	E1-c-19	v1-c-19.DAT	0,017	0,018	0,015	0,019
06.04.2005	10:52	RITA		o.A.	E1-c-22	v1-c-22.DAT	0,016	0,019	0,027	0,026
06.04.2005	11:00	Unbekannt		o.A.						
06.04.2005	11:13	RMS LAARS		o.A.	E1-c-23	v1-c-23.DAT	0,018	0,019	0,010	0,012
06.04.2005	11:10	HALUNDER JET	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	1094	xxxxxx					
06.04.2005	11:21	KAPT. PODOL + SIERRA THERESA + WILSON CAEN + SAXUM	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	823	E1-e-10	v1-e-10.DAT	0,018	0,019	0,020	0,012

Anlage 2

Anzahl Schiffe		106						Messpunkt Nr: Kebe Sensor			
								v _{Rmax} in mm/s			
Datum	Uhrzeit	Name	Schiffstyp	Passierab- stand [m]	Datei	Vektor-datei	1	2	3	4	
06.04.2005	12:02	AMUR		553	E1-e-14	v1-e-14.DAT	0,019	0,022	0,015	0,015	
06.04.2005	12:05	KAPITAN KOROTAEV	Seeschiff, Öltanker (Crude, Oil/Ch	959	E1-e-14	v1-e-14.DAT	0,019	0,022	0,026	0,015	
06.04.2005	12:20	ELISABETH RUSS	Seeschiff, RoRo	o.A.	E1-e-15	v1-e-15.DAT	0,026	0,022	0,022	0,022	
06.04.2005	12:26	MUKADDES KALKAVAN		567	E1-e-16	v1-e-16.DAT	0,022	0,021	0,016	0,021	
06.04.2005	12:39	STAINLESS DOLPHIN		519	E1-e-18	v1-e-18.DAT	0,029	0,022	0,013	0,014	
06.04.2005	12:41	SATURN	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	xxxxxx						
06.04.2005	12:54	CEMSEA	Seeschiff, Bulk Carrier (auch OBO	929	E1-e-21	v1-e-21.DAT	0,017	0,014	0,015	0,018	
06.04.2005	13:13	CSAV MONTREAL	Seeschiff, Containerschiff	914	E1-e-23	v1-e-23.DAT	0,030	0,030	0,018	0,018	
06.04.2005	13:18	DUTCH SPIRIT	Seeschiff, Chemikalien tanker (auch	566	E1-e-24	v1-e-24.DAT	0,032	0,031	0,018	0,022	
06.04.2005	13:24	WINDLAND	Seeschiff, Bulk Carrier (auch OBO	997	E1-e-25	v1-e-25.DAT	0,030	0,019	0,011	0,013	
06.04.2005	14:08	DANUBEGAS	Seeschiff, Gastanker	1020	xxxxxx						
06.04.2005	14:29	PEGASUS	Seeschiff, Containerschiff	o.A.	E1-f-12	v1-f-12.DAT	0,013	0,017	0,018	0,013	
06.04.2005	14:43	BAUMRÖNNE	WSA-CUX	o.A.	xxxxxx						
06.04.2005	14:46	PELORUS	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	997	xxxxxx						
06.04.2005	15:07	KOMET	Seeschiff, Spezialfahrzeug (Bagge	511	E1-f-12	v1-f-12.DAT	0,013	0,017	0,018	0,013	
06.04.2005	15:32	FLIPPER	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	1352	E1-f-15	v1-f-15.DAT	0,014	0,012	0,008	0,011	
06.04.2005	15:55	WEST SAILOR	Seeschiff, Chemikalien tanker (auch	623	E1-f-18	v1-f-18.DAT	0,023	0,019	0,023	0,023	
06.04.2005	16:04	ALTELAND	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	904	E1-g-10	v1-g-10.DAT	0,015	0,017	0,009	0,012	
06.04.2005	16:12	LEMO	Seeschiff, Containerschiff	1079	E1-g-12	v1-g-12.DAT	0,022	0,016	0,017	0,015	
06.04.2005	16:21	GELRE	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	1121	E1-g-13	v1-g-13.DAT	0,017	0,015	0,011	0,014	
06.04.2005	16:24	CRYSTAL AMETHYST	Seeschiff, Chemikalien tanker (auch	1043	E1-g-14	v1-g-14.DAT	0,023	0,016	0,014	0,014	
06.04.2005	16:25	TIMBUS	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	E1-g-14	v1-g-14.DAT	0,023	0,016	0,014	0,014	
06.04.2005	16:26	STAVTANK	Seeschiff, Chemikalien tanker (auch	890	E1-g-15	v1-g-15.DAT	0,018	0,015	0,012	0,013	
06.04.2005	16:30	RUSSE	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	E1-g-16	v1-g-16.DAT	0,018	0,011	0,010	0,012	
06.04.2005	16:35	JUETLAND	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	1187	E1-g-17	v1-g-17.DAT	0,019	0,012	0,009	0,011	
06.04.2005	16:36	OOSTZEE	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	475	E1-g-17	v1-g-17.DAT	0,019	0,012	0,009	0,011	
06.04.2005	16:42	FLIPPER	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	1395	xxxxxx						
06.04.2005	16:43	IKIENA	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	E1-g-18	v1-g-18.DAT	0,019	0,017	0,018	0,015	
06.04.2005	16:43	UTE JOHANNA	Seeschiff, Containerschiff	419	E1-g-18	v1-g-18.DAT	0,019	0,017	0,018	0,015	

Anlage 2

Anzahl Schiffe		106						Messpunkt Nr: Kebe Sensor		
						v _{Rmax} in mm/s				
Datum	Uhrzeit	Name	Schiffstyp	Passierab- stand [m]	Datei	Vektor-datei	1	2	3	4
06.04.2005	16:48	CANMAR HONOUR	Seeschiff, Containerschiff	696	E1-g-19	v1-g-19.DAT	0,031	0,030	0,021	0,025
06.04.2005	16:55	OELAND	Seeschiff, Containerschiff	706	E1-g-21	v1-g-21.DAT	0,029	0,023	0,024	0,032
06.04.2005	16:58	BREMER FOREST	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	510	E1-g-21	v1-g-21.DAT	0,029	0,023	0,024	0,032
06.04.2005	17:14	ALPHAGAS	Seeschiff, Gastanker	607	xxxxxx					
06.04.2005	17:27	MSC ORNELLA	Seeschiff, Containerschiff	756	E1-g-23	v1-g-23.DAT	0,026	0,019	0,018	0,021
06.04.2005	17:29	MELODY	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	911	E1-g-23	v1-g-23.DAT	0,026	0,019	0,018	0,021
06.04.2005	17:33	WING		1136	E1-g-24	v1-g-24.DAT	0,019	0,014	0,015	0,010
06.04.2005	17:45	HUSKY RUNNER	Seeschiff, Containerschiff	642	E1-g-25	v1-g-25.DAT	0,015	0,013	0,021	0,014
06.04.2005	17:53	MARJATTA	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	693	E1-g-26	v1-g-26.DAT	0,016	0,029	0,031	0,031
06.04.2005	18:08	HALUNDER JET	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	501	E1-g-28	v1-g-28.DAT	0,008	0,008	0,007	0,008
06.04.2005	18:17	INGVILD	Seeschiff, Containerschiff	621	E1-g-30	v1-g-30.DAT	0,012	0,010	0,011	0,012
06.04.2005	18:45	HANJIN OSLO	Seeschiff, Containerschiff	600	E1-g-31	v1-g-31.DAT	0,025	0,031	0,039	0,023
06.04.2005	18:56	HEMO	Seeschiff, Containerschiff	620	xxxxxx					
06.04.2005	19:44	ALINA	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	1029	xxxxxx					
06.04.2005	20:20	HUAL AFRICA	Seeschiff, Auto-Transportschiff	702	xxxxxx					
07.04.2005	7:59	EURO SQUALL	Seeschiff, Containerschiff	896	xxxxxx					
07.04.2005	8:06	JENNA CATHERINE	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	988	xxxxxx					
07.04.2005	8:38	PO NEDLLOYD NEWARK	Seeschiff, Containerschiff	672	E1-h-10	v1-h-10.DAT	0,017	0,019	0,018	0,021
07.04.2005	8:41	AMELAND	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	651	E1-h-11	v1-h-11.DAT	0,019	0,021	0,020	0,020
07.04.2005	8:44	ESTRADEN		1018	E1-h-12	v1-h-12.DAT	0,020	0,017	0,019	0,025
07.04.2005	8:53	CONTAINERSHIPS		592	E1-h-13	v1-h-13.DAT	0,011	0,013	0,011	0,013
07.04.2005	9:01	UNION MARS	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	1112	E1-h-15	v1-h-15.DAT	0,020	0,015	0,010	0,019
07.04.2005	9:02	MSC POLAND	Seeschiff, Containerschiff	495	E1-h-15	v1-h-15.DAT	0,020	0,015	0,010	0,019
07.04.2005	9:11	ROSCHEM		445	E1-h-17	v1-h-17.DAT	0,014	0,009	0,013	0,019
07.04.2005	9:47	GUDRUN	Seeschiff, Öltanker (Crude, Oil/Ch)	1196	xxxxxx					
07.04.2005	10:24	FLINTERHAVEN	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	497	E1-l-10	v1-l-10.DAT	0,022	0,020	0,022	0,022
07.04.2005	10:28	WILLIAM MITCHELL		985	E1-l-11	v1-l-11.DAT	0,023	0,022	0,020	0,022
07.04.2005	10:33	WILSON CAEN	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	1166	xxxxxx					

Anlage 2

Anzahl Schiffe		106						Messpunkt Nr: Kebe Sensor			
								v _{Rmax} in mm/s			
Datum	Uhrzeit	Name	Schiffstyp	Passierab- stand [m]	Datei	Vektor-datei	1	2	3	4	
07.04.2005	10:43	GERTRUDE OLDENDORFF		541	E1-l-12	v1-l-12.DAT	0,032	0,041	0,036	0,035	
07.04.2005	11:07	HALUNDER JET Katamaran	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	1094	E1-l-15	v1-l-15.DAT	0,017	0,016	0,028	0,016	
07.04.2005	11:15	MOL HORIZON	Seeschiff, Containerschiff	660	E1-l-16	v1-l-16.DAT	0,017	0,017	0,014	0,014	
07.04.2005	11:37	MV SHEN NONG FENG		559	E1-l-17	v1-l-17.DAT	0,035	0,029	0,029	0,029	
07.04.2005	11:37	ALEXANDRIA	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	374	E1-l-17	v1-l-17.DAT	0,035	0,029	0,029	0,029	
07.04.2005	11:44	INGVILD	Seeschiff, Containerschiff	1112	xxxxxx						
07.04.2005	11:44	YM CHICAGO	Seeschiff, Containerschiff	o.A.	E1-l-18	v1-l-18.DAT	0,029	0,033	0,029	0,027	
07.04.2005	11:46	WESTWIND	Seeschiff, Containerschiff	1149	E1-l-19	v1-l-19.DAT	0,032	0,045	0,042	0,038	
07.04.2005	12:00	WINCO PROVIDENCE	Seeschiff, Containerschiff	511	E1-l-21	v1-l-21.DAT	0,035	0,048	0,036	0,042	
07.04.2005	12:24	WACHAU	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	E1-l-23	v1-l-23.DAT	0,032	0,026	0,036	0,025	
07.04.2005	12:29	DEO GRATIA		421	E1-l-24	v1-l-24.DAT	0,027	0,022	0,020	0,018	
07.04.2005	12:31	GAASTBORG	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	o.A.	E1-l-24	v1-l-24.DAT	0,027	0,022	0,020	0,018	
07.04.2005	12:47	OOCL NEVSKIY	Seeschiff, Containerschiff	929	E1-l-26	v1-l-26.DAT	0,025	0,022	0,024	0,021	
07.04.2005	13:03	BLUE CORAL	Seeschiff, Bulk Carrier (auch OBO)	o.A.	E1-l-28	v1-l-28.DAT	0,022	0,024	0,020	0,024	
07.04.2005	13:07	SLEIPNER		909	xxxxxx						
07.04.2005	13:30	PONLSYDNEY	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	903	E1-m-10	v1-m-10.DAT	0,020	0,022	0,022	0,020	
07.04.2005	14:04	NORDSEE	Seeschiff, Sonstige Seeschiffe, wi	504	E1-m-12	v1-m-12.DAT	0,013	0,013	0,018	0,012	
07.04.2005	14:09	ORION	Seeschiff, Öltanker (Crude, Oil/Ch	1173	E1-m-12	v1-m-12.DAT	0,013	0,013	0,018	0,012	
07.04.2005	14:20	IRISL	Seeschiff, Spezialfahrzeug (Bagge	1125	xxxxxx						
07.04.2005	14:54	ATAIR J	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	1023	E1-n-10	v1-n-10.DAT	0,022	0,025	0,024	0,021	
07.04.2005	15:29	GARDEN	Seeschiff, RoRo	1037	E1-n-15	v1-n-15.DAT	0,019	0,022	0,019	0,021	
07.04.2005	15:44	VINGA HELENA	Seeschiff, Öltanker (Crude, Oil/Ch	1040	E1-n-18	v1-n-18.DAT	0,017	0,026	0,017	0,015	
07.04.2005	15:52	RONRIX	Seeschiff, Trockenfrachter / Mehrz	1181	E1-n-19	v1-n-19.DAT	0,012	0,018	0,011	0,014	
07.04.2005	16:31	FLIPPER	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	1355	xxxxxx						
07.04.2005	17:07	PHANTOM	Seeschiff, Containerschiff	1103	xxxxxx						
07.04.2005	17:27	FLIPPER	Seeschiff, Fahrgastschiff / Fähre	1388	xxxxxx						
07.04.2005	17:39	WEST SAILOR	Seeschiff, Chemikalien tanker (auc	1018	E1-n-31	v1-n-31.DAT	0,031	0,029	0,025	0,032	
07.04.2005	17:50	LYS BOX		615	E1-n-32	v1-n-32.DAT	0,023	0,019	0,014	0,016	