

**Begleitende Hydroschallmessungen während der  
Proberammungen in zwei Probefeldern für den  
Offshore-Terminal Bremerhaven**

**Projekt Nr.: 13.077-5**

**Messstelle § 26 BImSchG**

**Auftraggeber:**

bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

**Auftragnehmer:**

technologie entwicklungen & dienstleistungen GmbH  
Apenrader Straße 11  
27580 Bremerhaven

Tel.: 0471 187-0

E-Mail: [info@tedgmbh.de](mailto:info@tedgmbh.de)

Fax: 0471 187-29

Internet: [www.tedgmbh.de](http://www.tedgmbh.de)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. André G. H. Kiwitz  
Dipl.-Ing. Daniel Haferkamp

Bremerhaven, 03. März 2014

Dieses Gutachten besteht aus 11 Seiten Bericht und 18 Seiten Anhang. Es darf nur in seiner Gesamtheit verwendet werden. Eine Vervielfältigung oder auszugsweise Veröffentlichung bedarf einer vorherigen schriftlichen Genehmigung der ted GmbH.

# Inhaltsangabe

## I. Bericht

	Seite
<b>1 Aufgabenstellung</b>	<b>1</b>
<b>2 Betriebsbeschreibung</b>	<b>2</b>
2.1 Einbau der Tragbohlen	3
2.2 Einbau der Stahlträgerprofile und Hohlprofile mit rundem Querschnitt	4
<b>3 Messung der Hydroschallimmissionen</b>	<b>5</b>
3.1 Erfasste Vorgänge	5
3.2 Messdurchführung	6
3.3 Auswertergebnisse	7
<b>4 Bewertung</b>	<b>8</b>
<b>5 Zusammenfassung</b>	<b>10</b>
<b>6 Verwendete Gesetze, Normen, Richtlinien und Fachaufsätze</b>	<b>11</b>

## II. Anhang

- Anlage A1 - Anhang aus dem Messbericht der DEWI GmbH
- Anlage A2 - Raster zur Darstellung der Hydroschallimmissionen

## **I. Bericht**

## **1 Aufgabenstellung**

Die ted GmbH wurde von der bremenports GmbH & Co. KG, Am Strom 2 in 27568 Bremerhaven beauftragt, während der Proberammungen in zwei Probefeldern für den geplanten Offshore-Terminal Bremerhaven begleitende Untersuchungen zur Beurteilung der resultierenden Hydroschallimmissionen in der Weser durchzuführen.

Im Rahmen der Proberammungen wurden zudem durch die ted GmbH begleitende Luftschallmessungen und Erschütterungsmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in dem Bericht /F4/ zusammengefasst.

Die Hydroschallmessungen wurden in Kooperation mit der DEWI GmbH, Ebertstraße 96 in 26382 Wilhelmshaven durchgeführt.

## 2 Betriebsbeschreibung

Der geplante Offshore-Terminal Bremerhaven soll im südlichen Stadtbereich von Bremerhaven, westlich des Fischereihafens im Außendeich- und Deichbereich an der Weser, im Blexer Bogen errichtet werden. Die Lage befindet sich in etwa zwischen Weser-km 64 und 65 am östlichen Weserufer. Die geplante Schwerlastkaje soll als kombinierte Spundwand (Trag- und Füllbohlen) hergestellt werden.

Im Rahmen von Optimierungen der Einbringtechnik wurden im Auftrag der bremenports GmbH & Co. KG in zwei Probefeldern (P1, P2) für den Offshore-Terminal Bremerhaven Proberammungen durchgeführt.

Die Lage der Probefelder ist der folgenden Darstellung zu entnehmen:

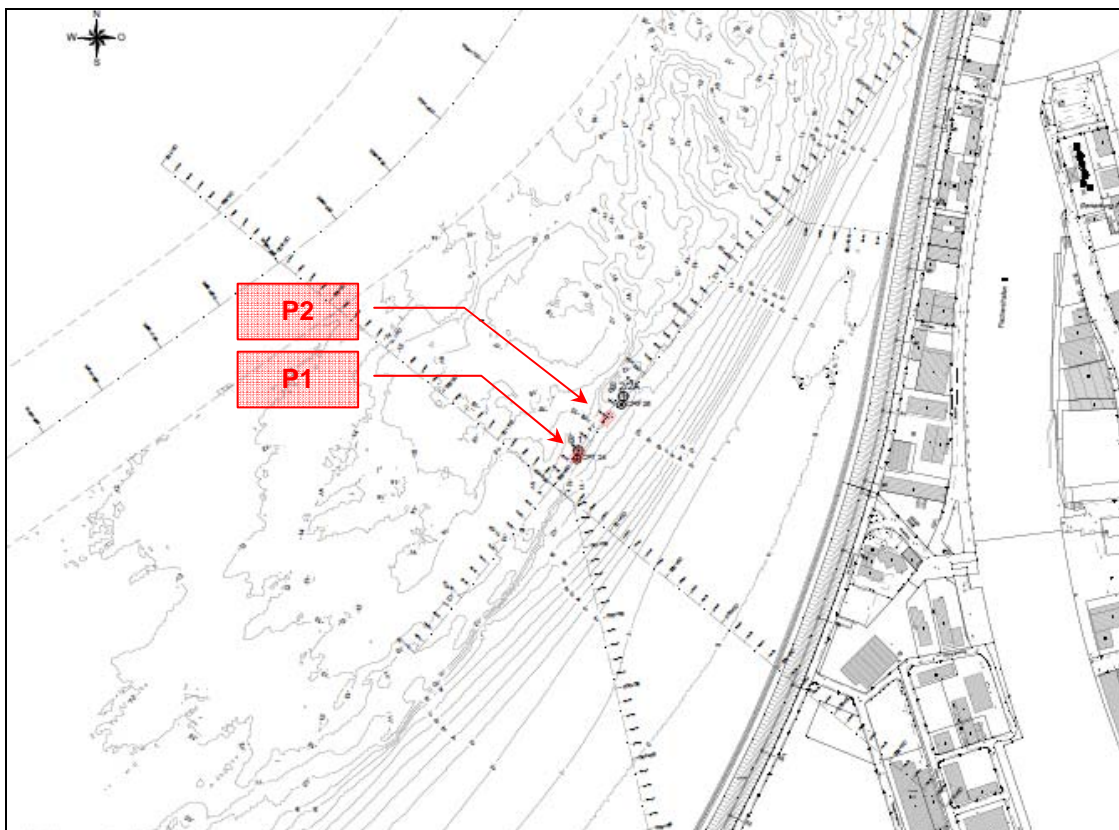


Abbildung 1 Lage der Probefelder

## 2.1 Einbau der Tragbohlen

Die Profile wurden durch einen Raupenkran der Rammeinheit (Hydro-Seilbagger, Mäkler und Vibrationsbär) zugeführt. Im Anschluss wurden die Rammeelemente mäklergeführt bis auf ca. 5 - 6 m über der endgültigen Absetztiefe einvibriert. Die Tragbohlen wurden über die Doppelzangen des mäklergeführten Vibrationsbärs geführt.

Die verbleibende Pfahllänge wurde mit einem Hydraulikhammer bis auf die endgültige Absetztiefe schlagend gerammt. Im Probefeld 1 wurden die Rammgüter während der schlagenden Rammung durch einen „Faltenbalg“ umschlossen. Im Probefeld 2 wurde eine Tragbohle ohne den „Faltenbalg“ gerammt.

Folgende Doppelbohlen wurden in den Probefeldern 1 und 2 eingebracht:

	Profil			
	PSP 1016-22	HZ 1080M A-22	PSP 1016-22	HZ 1080M A-22
Bohlenlänge	40,36 m	39,26 m	39,40 m	39,99 m
Probefeld	1	1	2	2
Rüttler	Müller MS 48HFV	Müller MS 48HFV	Müller MS 48HFV	Müller MS 48HFV
Betriebsdruck	300 bar	230 bar	300 bar	300 bar
Rüttelfrequenz	36 Hz	35 Hz	36 Hz	36 Hz
Rütteltiefe [über NN]	-16,00 bis -30,01 m	-15,50 bis -28,16 m	-15,00 bis -27,54 m	-14,50 bis -28,63 m
Rammbar	Menck MHU 270 S	Menck MHU 270 S	Menck MHU 270 S	Menck MHU 270 S
Rammtiefe [über NN]	-30,01 bis -37,26 m	-28,16 bis -36,16 m	-27,54 bis -36,29 m	-28,63 bis -36,88 m
Rammenergie	99 bis 246 kNm	71 bis 248 kNm	53 bis 242 kNm	45 bis 241 kNm
Bemerkung	Rammung <b>mit</b> Faltenbalg	Rammung <b>mit</b> Faltenbalg	Rammung <b>mit</b> Faltenbalg	Rammung <b>ohne</b> Faltenbalg

Tabelle 1 eingebrachte Tragbohlen

## 2.2 Einbau der Stahlträgerprofile und Hohlprofile mit rundem Querschnitt

Die Stahlträgerprofile und Hohlprofile wurden durch einen Raupenkrane der Rammeinheit (Hydro-Seilbagger, Mäkler und Rammbar) zugeführt. Die Rammeelemente wurden mäklergeführt bis auf die Absetztiefe schlagend gerammt. Die Profile wurden über die Rammhaube am Rammbar geführt. Als zweite Führung kam eine Zangenführung zum Einsatz, die fest an der Hubinsel montiert gewesen ist.

Folgende Stahlträgerprofile und Hohlprofile wurden in den Probefeldern 1 und 2 eingebracht:

	Profil			
	HP400x158	HP400x158	D711 (D1)	D711 (D2)
Bohlenlänge	40,00 m	40,00 m	≈ 33,05 m	30,00 m
Probefeld	1	2	1	2
Rüttler	---	---	---	---
Betriebsdruck	---	---	---	---
Rüttelfrequenz	---	---	---	---
Rütteltiefe [über NN]		---		---
Rammbar	IHC-S 90	IHC-S 90	IHC-S 90	IHC-S 90
Rammtiefe [über NN]	-15,90 bis -36,90 m	-16,40 bis -36,90 m	-14,55 bis -30,05 m	-13,15 bis -26,90 m
Rammenergie	9 bis 76 kNm	11 bis 79 kNm	13 bis 80 kNm	9 bis 72 kNm
Bemerkung	<b>ohne</b> Schallschutz	<b>ohne</b> Schallschutz	<b>ohne</b> Schallschutz	<b>ohne</b> Schallschutz

Tabelle 2 eingebrachte Stahlträgerprofile und Hohlprofile

### 3 Messung der Hydroschallimmissionen

Im Rahmen der begleitenden Messungen wurden in der Weser Hydroschallimmissionen an zwei Messpunkten erfasst. Ein Messpunkt befand sich im Nahbereich der Hubinsel in einer Entfernung von ca. 20 m zur Schallquelle. Ein weiterer Messpunkt befand sich in ca. 750 m Entfernung nördlich der Hubinsel. Gemessen wurde jeweils 3 m über Grund.

Ursprünglich war vorgesehen, die Hydroschallimmissionen in 750 m Entfernung durch eine Dauermessstation zu erfassen. Auf Grund nicht vorliegender Genehmigungen durch das Wasser- und Schifffahrtsamt konnte jedoch keine Dauermessstation in der Weser positioniert werden. Daher wurde an einem Tag in 750 m Entfernung kurzfristig eine Arbeitsplattform positioniert, von der aus die Messungen durchgeführt wurden.

#### 3.1 Erfasste Vorgänge

In der Zeit vom 07.11.2013 bis 20.11.2013 wurden durch die DEWI GmbH folgende Vorgänge durch Hydroschallmessungen erfasst:

erfasster Vorgang	1	2	3	4
Messposition	750 m	750 m	Hubinsel / 20 m	Hubinsel / 20 m
Profil	HZ 1080M A-22	PSP 1016-22	HZ 1080M A-22	PSP 1016-22
Bohlenlänge	39,26 m	39,40 m	39,99 m	39,40 m
Probefeld	1	2	2	2
Rammausrüstung	Menck MHU 270 S	Menck MHU 270 S	Müller MS 48HFV	Müller MS 48HFV
Rammtiefe [über NN]	-28,16 bis -36,16 m	-27,54 bis -36,29 m	-14,50 bis -28,63 m	-15,00 bis -27,54 m
Rammenergie / Rüttelfrequenz	71 bis 248 kNm	53 bis 242 kNm	36 Hz	36 Hz
Wasserstand	115 cm über NHN	181 cm über NHN	147 cm über NHN	173 cm über NHN

Tabelle 3 erfasste Vorgänge



### 3.2 Messdurchführung

Die Ermittlung der Schallereignisse unter Wasser erfolgte auf Grundlage der Untersuchung „Offshore-Windparks, Messvorschrift für Hydroschallmessungen“ des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie /F1/.

Zur Beschreibung der Geräuschmissionen wurde für typische Sequenzen des Schalldruckverlaufes der äquivalente Dauerschallpegel  $L_{eq}$ , der Einzelereignis-Schalldruckpegel  $L_E$  (auch **Sound Exposure Level, SEL**) sowie der Spitzenschalldruckpegel  $L_{peak}$  erfasst. Nach /F1/ wird der äquivalente Dauerschallpegel zur Beschreibung kontinuierlicher und der Einzelereignis-Schalldruckpegel sowie der Spitzenschalldruckpegel zur Beschreibung impulshaltiger Geräusch angewandt.

Aus den Breitbandpegeln ( $L_{eq}$ ,  $L_E$ ,  $L_{peak}$ ) wurden zudem folgende Statistikpegel bestimmt:

- $L_{90, 30 s}$  30 Sekunden Perzentilpegel, der bei 90 % der Messungen über die gesamte Messdauer überschritten wird.
- $L_{50, 30 s}$  30 Sekunden Perzentilpegel, der bei 50 % der Messungen über die gesamte Messdauer überschritten wird.
- $L_{5, 30 s}$  30 Sekunden Perzentilpegel, der bei 5 % der Messungen über die gesamte Messdauer überschritten wird.

Des Weiteren wurde für die erfassten Vorgänge eine Frequenzanalyse in Terzbandbreite durchgeführt.

### 3.3 Auswertergebnisse

Die Auswertung der Immissionsmessungen hat die folgenden Immissionspegel durch die Proberammungen ergeben. Die detaillierten Ergebnisse sind den Datenblättern im Anhang des Berichtes zu entnehmen.

erfasster Vorgang	1	2	3	4
Messposition	750 m	750 m	Hubinsel / 20 m	Hubinsel / 20 m
Profil	HZ 1080M A-22	PSP 1016-22	HZ 1080M A-22	PSP 1016-22
Messzeit	19 <sup>15</sup> - 20 <sup>15</sup> Uhr	07 <sup>20</sup> - 08 <sup>00</sup> Uhr	18 <sup>40</sup> - 19 <sup>30</sup> Uhr	19 <sup>45</sup> - 20 <sup>15</sup> Uhr
reine Betriebszeit	≈ 1500 s	≈ 1500 s	≈ 350 s	≈ 200 s
L <sub>E, 5%</sub>	146,8 dB	151,9 dB	---	---
L <sub>E, 50%</sub>	143,5 dB	151,2 dB	---	---
L <sub>E, 90%</sub>	141,0 dB	148,4 dB	---	---
L <sub>E, max</sub> *	148,4 dB	158,1 dB	---	---
L <sub>peak, 5%</sub>	171,1 dB	174,6 dB	176,1 dB	175,5 dB
L <sub>peak, 50%</sub>	166,3 dB	173,7 dB	163,0 dB	165,8 dB
L <sub>peak, 90%</sub>	163,5 dB	168,2 dB	148,7 dB	151,6 dB
L <sub>peak, max</sub> *	171,1 dB	175,4 dB	176,1 dB	175,5 dB
L <sub>eq30s, 5%</sub>	143,7 dB	148,5 dB	155,1 dB	154,3 dB
L <sub>eq30s, 50%</sub>	140,2 dB	147,7 dB	150,0 dB	147,6 dB
L <sub>eq30s, 90%</sub>	137,3 dB	145,1 dB	142,2 dB	141,9 dB
L <sub>eq30s, max</sub> *	143,9 dB	148,5 dB	155,1 dB	154,3 dB
* höchster Wert der jeweiligen Pegelgröße				

Tabelle 4 Auswertergebnisse

Für die Ergebnisse wurde die Unsicherheit auf  $\pm 3$  dB abgeschätzt.

Da die Rüttelvorgänge nur wenige Minuten in Anspruch nahmen, ist die Datenbasis für eine Pegelstatistik nur bedingt gegeben.

Die Frequenzanalyse hat für die Geräuschimmissionen auf Grund der Schlagramme die höchsten Schalldruckpegel im Frequenzbereich zwischen 200 und 1600 Hz ergeben. Die Geräuschimmissionen auf Grund des eingesetzten Rüttlers weist im Frequenzbereich zwischen 500 und 1600 Hz die höchsten Schalldruckpegel auf. Darüber hinaus konnte in einem Fall (erfasster Vorgang 3) eine tonale Auffälligkeit in der Frequenz von 200 Hz erfasst werden.

#### 4 Bewertung

Auf Grundlage der Auswerteergebnisse wurden durch die DEWI GmbH in Bezug auf einen Abstand von 750 m die folgenden äquivalenten Dauerschallpegel und Einzelereignis-Schalldruckpegel angegeben. Die dargestellten Ergebnisse für die Rüttelvorgänge basieren auf einer Umrechnung / Abschätzung auf einen Abstand von 750 m, da die Unterwasserschallmessungen nur im Nahbereich durchgeführt werden konnten.

erfasster Vorgang	Rammausrüstung	Einzelereignis-Schalldruckpegel	äquivalenter Dauerschallpegel	Spitzenschalldruckpegel
1	Menck MHU 270 S	$L_{E, 5\%} = 147 \text{ dB}$	$L_{eq30 s, 5\%} = 144 \text{ dB}$	$L_{peak, 5\%} = 171 \text{ dB}$
2	Menck MHU 270 S	$L_{E, 5\%} = 151 \text{ dB}$	$L_{eq30 s, 5\%} = 149 \text{ dB}$	$L_{peak, 5\%} = 175 \text{ dB}$
3	Müller MS 48HFV	---	$L_{eq30 s, 5\%} = 131 \text{ dB}$	$L_{peak, 5\%} = 152 \text{ dB}$
4	Müller MS 48HFV	---	$L_{eq30 s, 5\%} = 130 \text{ dB}$	$L_{peak, 5\%} = 152 \text{ dB}$

Tabelle 5 Hydroschallimmissionen in 750 m Abstand von der Quelle

Im Rahmen der schalltechnischen Untersuchungen (ted GmbH, Projekt Nr. 11.087-5/3) /F3/ in Bezug auf die angrenzenden naturnahen Flächen wurde für einen Abstand von 750 m zur Quelle ein Einzelereignis-Schalldruckpegel von  $L_{E, prog} = 152 \text{ dB}$  und ein Spitzenschalldruckpegel von  $L_{peak, prog.} = 177 \text{ dB}$  bei Betrieb der Schlagrammen ermittelt. Unter Berücksichtigung der für die Messergebnisse angegebenen Unsicherheiten kann somit die Prognose für die Darstellung der Auswirkungen durch den Betrieb der Schlagrammen bestätigt werden.

Für den Betrieb der Vibrationsrammen wurde in einem Abstand von 750 m ein Spitzenschalldruckpegel von  $L_{peak, prog.} = 162 \text{ dB}$  prognostiziert. Der Spitzenschalldruckpegel, der auf Grundlage der Hydroschallmessungen ermittelt wurde, fällt somit um ca. 10 dB geringer aus. Der Prognoseansatz stellte daher eine konservative Betrachtung dar.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie gibt in der Messvorschrift für Hydroschallmessungen /F1/ vor, dass beim Bau von Offshore-Windparks durch ein geeignetes Schallschutzkonzept ein Einzelereignis-Schalldruckpegel von  $L_{E, zul.} = 160 \text{ dB}$  in 750 m Abstand nicht überschritten wird. Das Umweltbundesamt ergänzt diese Anforderung in der Empfehlung /F6/ um einen zulässigen Spitzenschalldruckpegel von  $L_{peak, zul.} = 190 \text{ dB}$  in einem Abstand von 750 m.

Abschließend lässt sich somit festhalten, dass die Ergebnisse der Prognose (ted GmbH, Projekt Nr. 11.087-5/3) /F3/ hinsichtlich der resultierenden Hydroschallimmissionen durch den Betrieb der Schlagrammen bestätigt werden kann und die nach /F1/ und /F6/ geforderten Zielwerte in 750 m mit dem betrachteten Bauverfahren eingehalten werden können.

Die Ergebnisse der Hydroschallmessungen bei Betrieb der Vibrationsrammen stellen sich im Vergleich mit den Prognoseergebnissen (ted GmbH, Projekt Nr. 11.087-5/3) /F3/ um 10 dB geringer dar. Im Vergleich mit den Anforderungen nach /F1/ und /F6/ ist eine Überschreitung der Zielgrößen durch das geplante Bauverfahren nicht zu erwarten.

Im Anhang des Berichtes befinden sich unter Berücksichtigung der Messergebnisse angepasste Rasterkarten zur Darstellung der Hydroschallimmissionen.

## 5 Zusammenfassung

Die ted GmbH wurde von der bremenports GmbH & Co. KG, Am Strom 2 in 27568 Bremerhaven beauftragt, während der Proberammungen in zwei Probefeldern für den geplanten Offshore-Terminal Bremerhaven begleitende Untersuchungen zur Beurteilung der resultierenden Hydroschallimmissionen in der Weser durchzuführen.

Die Hydroschallmessungen wurden in Kooperation mit der DEWI GmbH, Ebertstraße 96 in 26382 Wilhelmshaven durchgeführt.


Als Ergebnis der Hydroschallmessungen lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse der Prognose (ted GmbH, Projekt Nr. 11.087-5/3) /F3/ hinsichtlich der resultierenden Hydroschallimmissionen durch den Betrieb der Schlagrammen bestätigt werden können. Die durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie /F1/ und das Umweltbundesamt /F6/ geforderten Zielwerte in 750 m mit dem betrachteten Bauverfahren können eingehalten werden.

Die Ergebnisse der Hydroschallmessungen bei Betrieb der Vibrationsrammen stellen sich im Vergleich mit den Prognoseergebnissen (ted GmbH, Projekt Nr. 11.087-5/3) /F3/ um 10 dB geringer dar. Im Vergleich mit den Anforderungen durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie /F1/ und das Umweltbundesamt /F6/ ist eine Überschreitung der Zielgrößen durch das geplante Bauverfahren nicht zu erwarten.

Bremerhaven, 03. März 2014



Dipl.-Ing. André G. H. Kiwitz



Dipl.-Ing. Daniel Haferkamp

## 6 Verwendete Gesetze, Normen, Richtlinien und Fachaufsätze

### Fachaufsätze

- /F1/ Offshore Windparks, Messvorschrift für Unterwasserschallmessungen; Aktuelle Vorgehensweise mit Anmerkungen, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Oktober 2011
- /F2/ Schalltechnische Untersuchungen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für den geplanten Offshore-Terminal Bremerhaven -baubedingten Auswirkungen- ted GmbH, Projekt Nr. 11.087-5/1, September 2012
- /F3/ Schalltechnische Untersuchungen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für den geplanten Offshore-Terminal Bremerhaven -Betrachtungen für angrenzende naturnahe Flächen- ted GmbH, Projekt Nr. 11.087-5/3, September 2012
- /F4/ Begleitende schall- und schwingungstechnische Messungen während der Proberammungen in zwei Probefeldern für den Offshore-Terminal Bremerhaven, ted GmbH, Projekt Nr. 13.076-5, Januar 2014
- /F5/ Unterwasserschallmessungen bei der Installation von Proberammgut in der Weser, DEWI GmbH, DEWI RS14-02988-02, Februar 2014
- /F6/ Information Unterwasserlärm, Empfehlung von Lärmschutzwerten bei der Errichtung von Offshore-Windenergieanlagen (OWEA), Umweltbundesamt, Mai 2011

Die zitierten und verwendeten Gesetze, Normen, Richtlinien und Fachaufsätze wurden jeweils in ihrer letzten gültigen Fassung zur Bearbeitung heran gezogen.

## **II. Anhang**

## **Anlage A1**

Anhang aus dem Messbericht der DEWI GmbH



## A. Anhang

### A.1 Messergebnisse

#### A.1.1 Rammung 1 – 11. November 2013 Fernfeld (etwa 750m Entfernung):

##### Rahmendaten:

<b>Verwendetes Messsystem:</b>	01 (siehe Abschnitt <b>Error! Reference source not found.</b> )
<b>Rammgut:</b>	HZ 1080M A-22
<b>Rammtiefe [über NN]:</b>	-28,16 m bis -36,16 m
<b>Hammer :</b>	Menck MHU 270 S mit Faltenbalg
<b>Verwendete Rammenergie:</b>	71 bis 248 kNm
<b>Messposition:</b>	in ca. 750 m Entfernung zur Rammung (53.52252°N 8.5658°E)
<b>Hydrophontiefe:</b>	ca. 3m über Grund
<b>Wasserstand um 19:18 Uhr:</b>	377 cm über SKN am Pegel Bremerhaven A.L. (Quelle: WSA Bremerhaven)
<b>Messzeit:</b>	<b>Start:</b> 19:18 <b>Stopp:</b> 20:07
<b>Messung durchgeführt von:</b>	A.Lübben, D. Kühnel

##### Zeitliche Darstellung der Rammung:

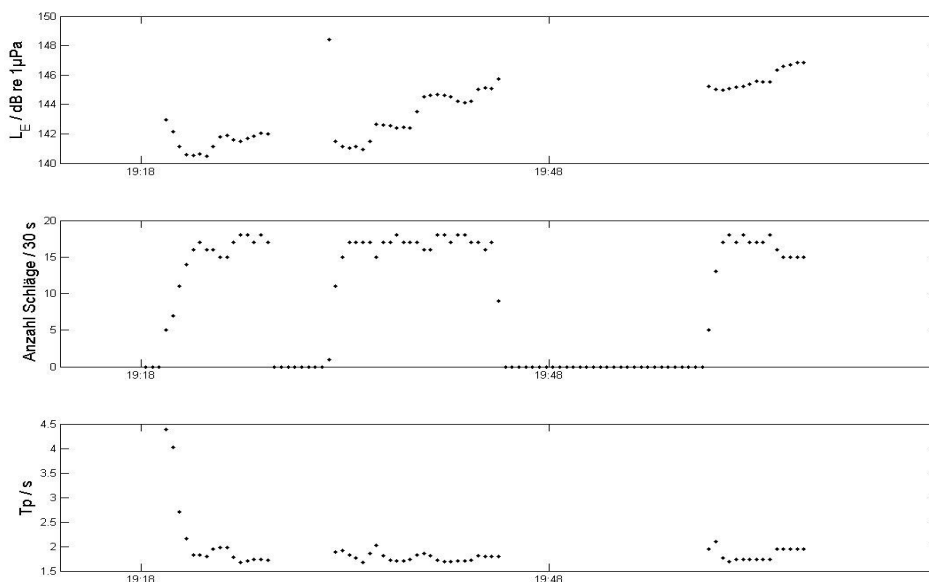


Abbildung 3: Darstellung des gemessenen Einzelereignispegels ( $L_E$ ) (30s – Mittelwerte), der Hammerfrequenz und der Pausenzeiten zwischen den Hammerschlägen ( $T_p$ ) (von oben nach unten) über den betrachteten Messzeitraum

### Ermittelte Pegelgrößen:

Messgröße	Perzentile			Maximalwert
	5%	50%	90%	
$L_E$	146,8	143,5	141,0	148,4
$L_{peak}$	171,1	166,3	163,5	171,1
$L_{EQ}$	143,7	140,2	137,3	143,9

Tabelle 2: Ermittelte Pegelgrößen für die Rammung 1 (Fernfeld) am 11.11.2013 zwischen 19:18 Uhr und 20:07 Uhr  
Rampausen sind bei der Perzentilberechnung nicht berücksichtigt.

### Darstellung des Pegelverlaufs:

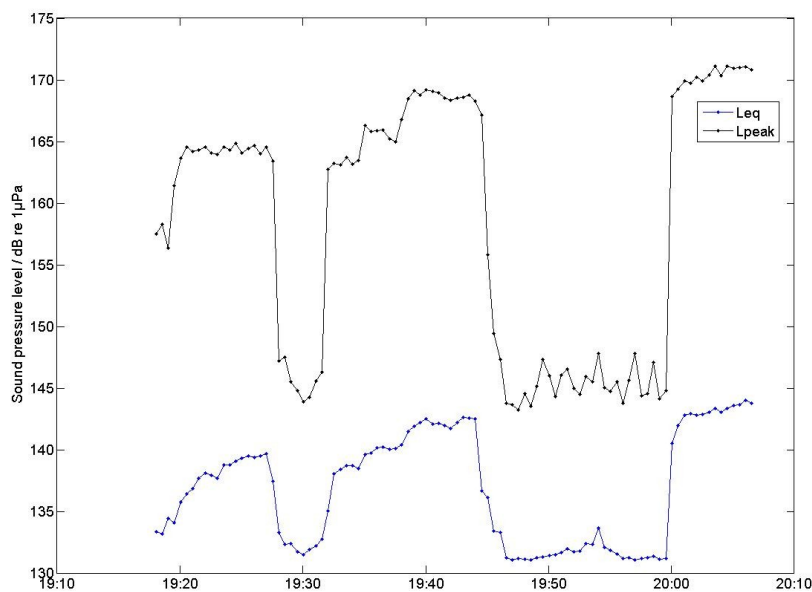


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  und des Maximalpegels  $L_{peak}$  im betrachteten Messzeitraum

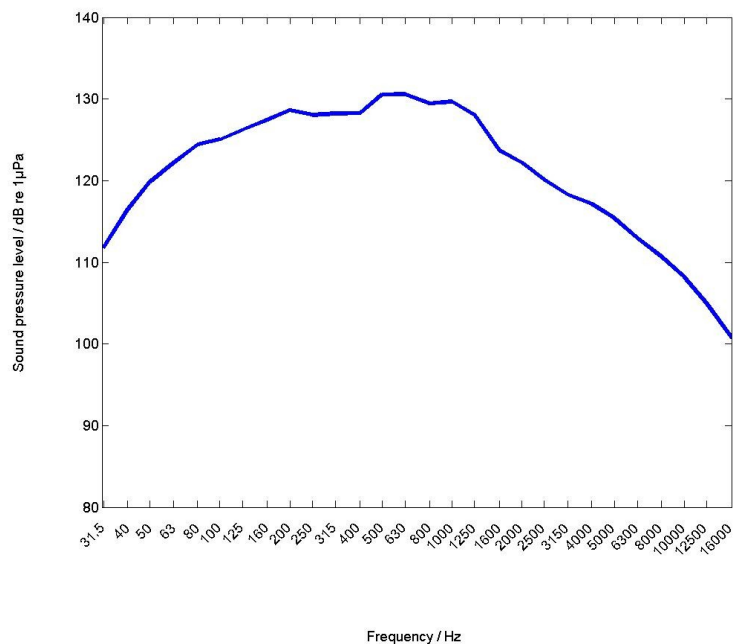


Abbildung 5: Mittleres Spektrum des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  im Messzeitraum von 20:01 Uhr bis 20:05 Uhr am 11.11.2013

### A.1.2 Rammung 2 – 12. November 2013 Fernfeld (etwa 750m Entfernung):

#### Rahmendaten:

<b>Verwendetes Messsystem:</b>	01 (siehe Abschnitt <b>Error! Reference source not found.</b> )
<b>Rammgut:</b>	PSP 1016-22
<b>Rammtiefe [über NN]:</b>	-27,54 m bis -36,29 m
<b>Hammer :</b>	Menck MHU 270 S mit Faltenbalg
<b>Verwendete Rammenergie:</b>	53 bis 242 kNm
<b>Messposition:</b>	in ca. 750 m Entfernung zur Rammung (53.52252°N 8.5658°E)
<b>Hydrophontiefe:</b>	ca. 3m über Grund
<b>Wasserstand um 07:20 Uhr:</b>	443 cm über SKN am Pegel Bremerhaven A.L. (Quelle: WSA Bremerhaven)
<b>Messzeit:</b>	<b>Start:</b> 07:20 <b>Stopp:</b> 07:56
<b>Messung durchgeführt von:</b>	A.Lübben, D. Kühnel

### Zeitliche Darstellung der Rammung:

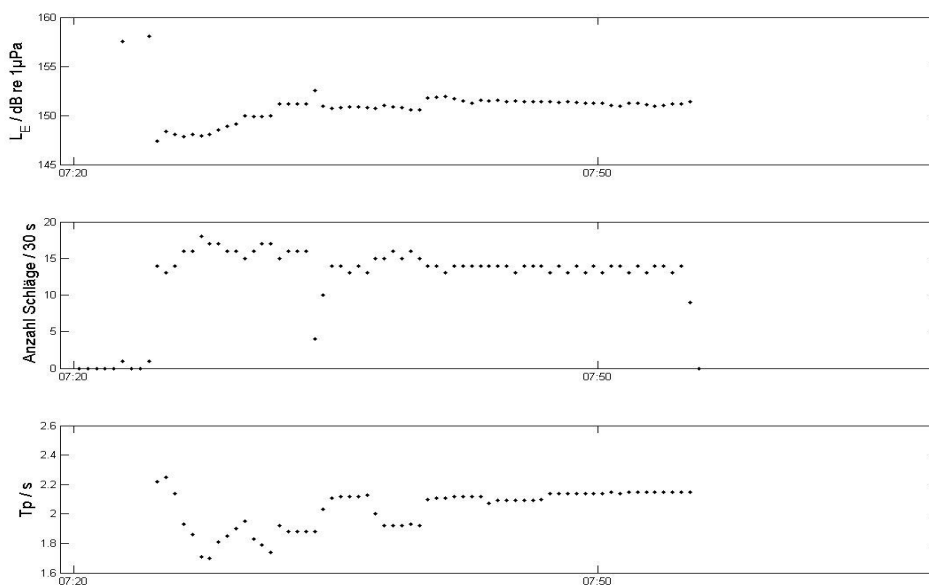


Abbildung 6: Darstellung des gemessenen Einzelereignisspegels ( $L_E$ ) (30s – Mittelwerte), der Hammerfrequenz und der Pausenzeiten zwischen den Hammerschlägen ( $T_p$ ) (von oben nach unten) über den betrachteten Messzeitraum

### Ermittelte Pegelgrößen:

Messgröße	Perzentile			Maximalwert
	5%	50%	90%	
$L_E$	151,9	151,2	148,4	158,1
$L_{peak}$	174,6	173,7	168,2	175,4
$L_{EQ}$	148,5	147,7	145,1	148,5

Tabelle 3: Ermittelte Pegelgrößen für die Rammung 2 (Fernfeld) am 12.11.2013 zwischen 07:20 Uhr und 07:56 Uhr. Rammphasen sind bei der Perzentilberechnung nicht berücksichtigt.

**Darstellung des Pegelverlaufs:**

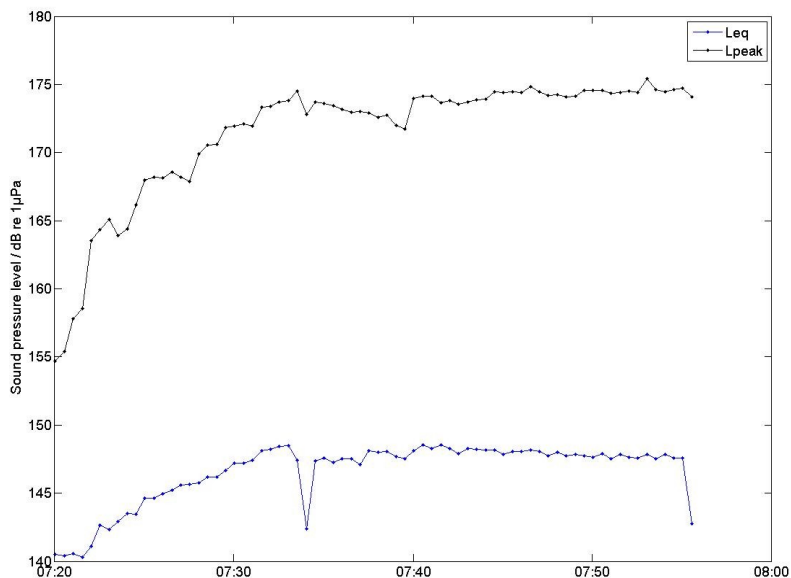


Abbildung 7: Zeitlicher Verlauf des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  und des Maximalpegels  $L_{peak}$  im betrachteten Messzeitraum

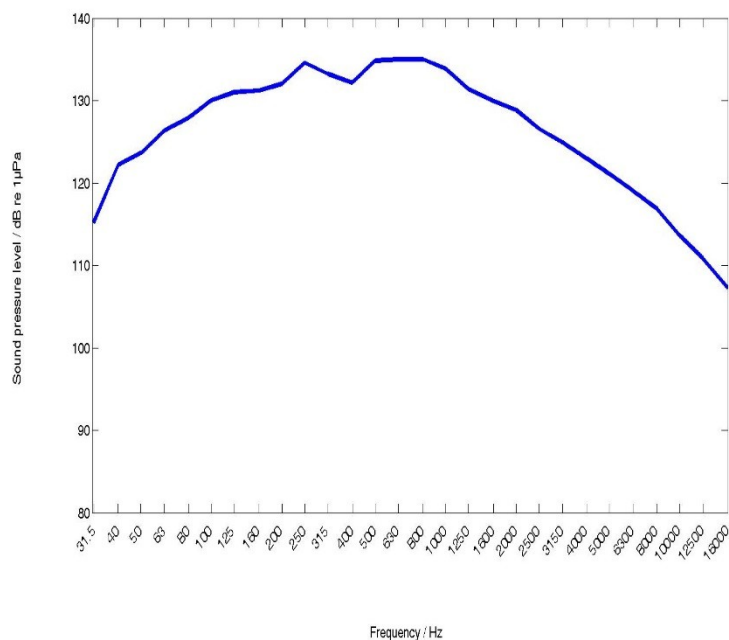


Abbildung 8: Mittleres Spektrum des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  im Messzeitraum von 07:40 Uhr bis 07:50 Uhr am 12.11.2013

### A.1.3 Rütteln 3 – 12. November 2013 19:14 Uhr bis 19:19 Uhr

#### Rahmendaten:

<b>Verwendetes Messsystem:</b>	02 (siehe Abschnitt <b>Error! Reference source not found.</b> )
<b>Rammgut:</b>	HZ 1080M A-22
<b>Rammtiefe [über NN]:</b>	-14,50 m bis -28,63 m
<b>Rüttler :</b>	Müller MS 48 HFV
<b>Rüttelfrequenz:</b>	36 Hz
<b>Messposition:</b>	auf Rammplattform
<b>Hydrophontiefe:</b>	ca. 3m über Grund
<b>Wasserstand um 19:14 Uhr:</b>	409 cm über SKN am Pegel Bremerhaven A.L. (Quelle: WSA Bremerhaven)
<b>Messzeit:</b>	<b>Start:</b> 19:14 <b>Stopp:</b> 19:19
<b>Messung ausgebracht durch:</b>	Schiffsbesatzung (kein DEWI-Personal vor Ort)

**Anmerkung:** Das System wurde durch die Schiffsbesatzung eigenständig ausgebracht und wieder eingeholt. Die genaue Lage und die Hydrophontiefe wurden nicht dokumentiert. Da hier keine impulshaltige Schallquelle vermessen wurde, können nur die Messgrößen  $L_{\text{peak}}$  und  $L_{\text{EQ}}$  angegeben werden.

#### Ermittelte Pegelgrößen:

Messgröße	Perzentile			Maximalwert
	5%	50%	90%	
$L_{\text{peak}}$	176,1	163,0	148,7	176,1
$L_{\text{EQ}}$	155,1	150,0	142,2	155,1

Tabelle 4: Ermittelte Pegelgrößen für das Rütteln 1 (Nahfeld) am 12.11.2013 zwischen 19:14 Uhr und 19:19 Uhr.

**Anmerkung:** Auf Grund der kurzen Beurteilungszeit ist die Datenbasis für eine Pegelstatistik nur bedingt gegeben.

Mit der im Absatz 2.2 genannten Formel wird der im Nahbereich des Testpfahles gemessene Schalldruckpegel auf eine Entfernung von 750 m umgerechnet.

Bei einer angesetzten Hydrofontfernung von 20 m zur Schallquelle ergibt sich für 750m Entfernung eine Ausbreitungsdämpfung von 24dB.

**Darstellung des Pegelverlaufs:**

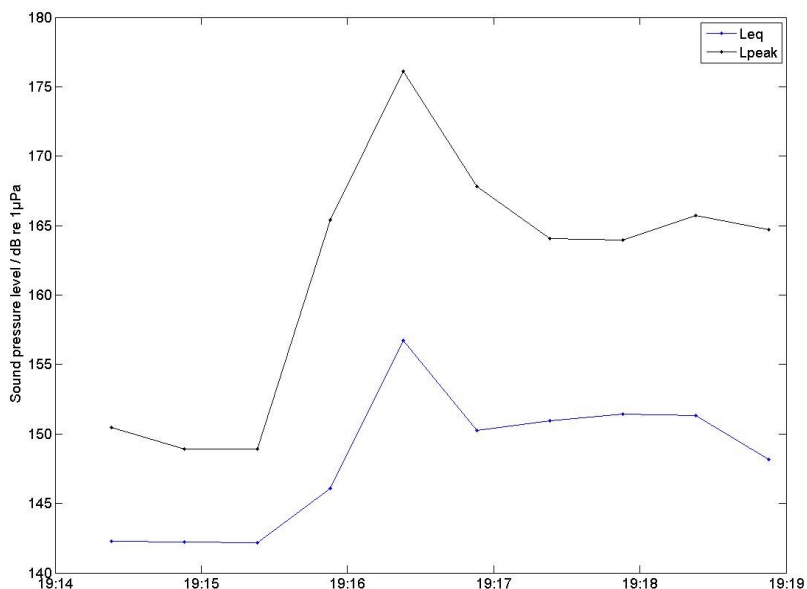


Abbildung 9: Zeitlicher Verlauf des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  und des Maximalpegels  $L_{peak}$  im betrachteten Messzeitraum

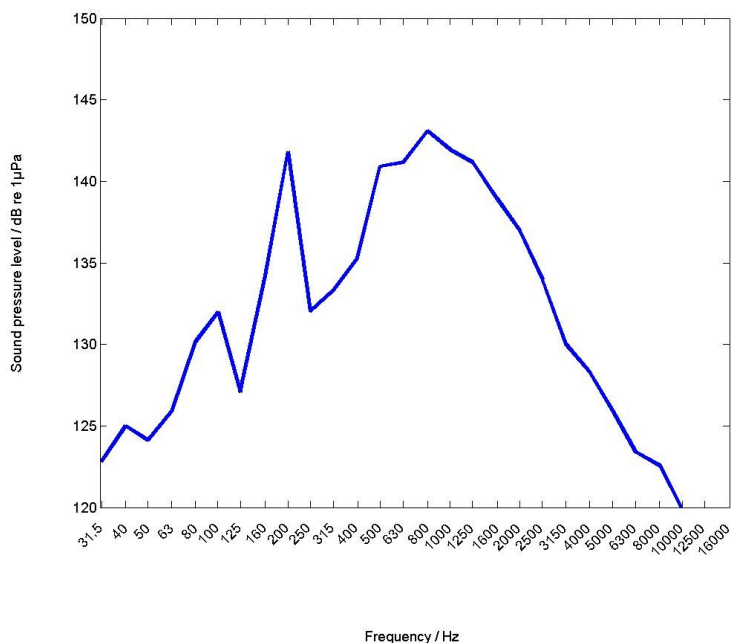


Abbildung 10: Mittleres Spektrum des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  im Messzeitraum von 19:17 Uhr bis 19:18 Uhr am 12.11.2013

#### A.1.4 Rütteln 4 – 12. November 2013 19:57 Uhr bis 20:01 Uhr

##### Rahmendaten:

<b>Verwendetes Messsystem:</b>	02 (siehe Abschnitt <b>Error! Reference source not found.</b> )		
<b>Rammgut:</b>	PSP 1016-22		
<b>Rammtiefe [über NN]:</b>	-15,00 m bis -27,54 m		
<b>Hammer :</b>	Müller MS 48 HFV		
<b>Rüttelfrequenz:</b>	36 Hz		
<b>Messposition:</b>	auf Rammplattform		
<b>Hydrophontiefe:</b>	ca. 3m über Grund		
<b>Wasserstand um 19:57 Uhr:</b>	435 cm über SKN am Pegel Bremerhaven A.L. (Quelle: WSA Bremerhaven)		
<b>Messzeit:</b>	<b>Start:</b> 19:57	<b>Stopp:</b> 20:01	
<b>Messung ausgebracht durch:</b>	Schiffsbesatzung (kein DEWI-Personal vor Ort)		

**Anmerkung:** Das System wurde durch die Schiffsbesatzung eigenständig ausgebracht und wieder eingeholt. Die genaue Lage und die Hydrophontiefe wurden nicht dokumentiert. Da hier keine impulshaltige Schallquelle vermessen wurde können nur die Messgrößen  $L_{peak}$  und  $L_{EQ}$  angegeben werden.

##### Ermittelte Pegelgrößen:

Messgröße	Perzentile			Maximalwert
	5%	50%	90%	
$L_{peak}$	175,5	165,8	151,6	175,5
$L_{EQ}$	154,3	147,6	141,9	154,3

Tabelle 5: Ermittelte Pegelgrößen für das Rütteln 2 (Nahfeld) am 12.11.2013 zwischen 19:57 Uhr und 20:01 Uhr.

**Anmerkung:** Auf Grund der kurzen Beurteilungszeit ist die Datenbasis für eine Pegelstatistik nur bedingt gegeben.

Mit der im Absatz 2.2 genannten Formel für wird der im Nahbereich des Testpfahles gemessene Schalldruckpegel auf eine Entfernung von 750 m umgerechnet.

Bei einer angesetzten Hydrofontfernung von 20 m zur Schallquelle ergibt sich für 750m Entfernung eine Ausbreitungsdämpfung von 24dB.



**Darstellung des Pegelverlaufs:**

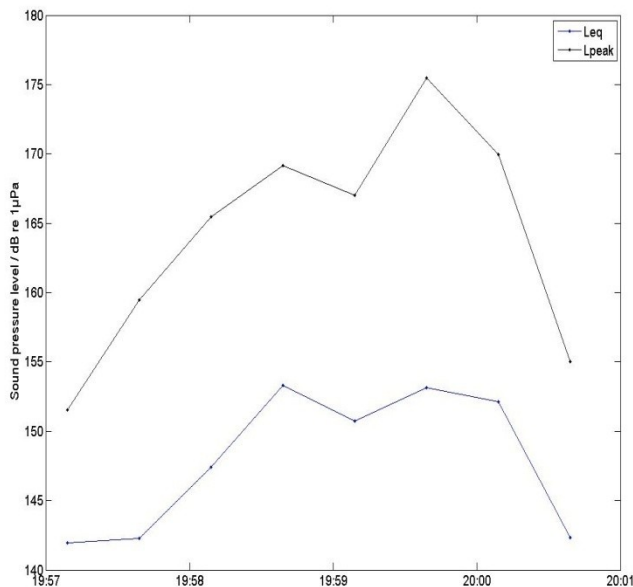


Abbildung 11: Zeitlicher Verlauf des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  und des Maximalpegels  $L_{peak}$  im betrachteten Messzeitraum

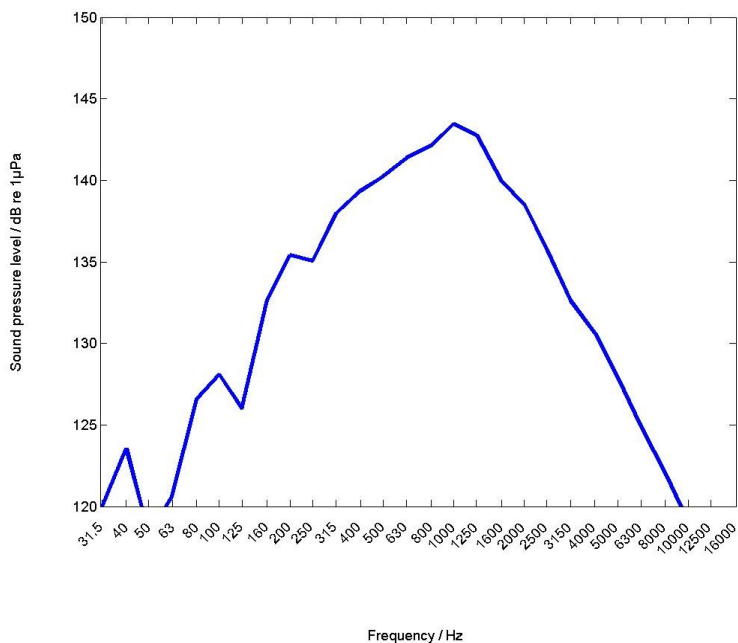


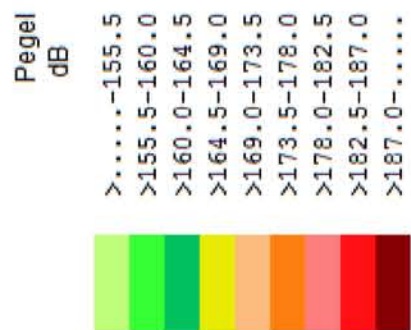
Abbildung 12: Mittleres Spektrum des äquivalenten Dauerschallpegels  $L_{EQ}$  im Messzeitraum von 19:59 Uhr bis 20:00 Uhr am 12.11.2013

## A.2 Verwendete Normen und Richtlinien

[1] „Offshore-Windparks: Messvorschrift für Unterwasserschallmessungen“, BSH 2011

## **Anlage A2**

Raster zur Darstellung der Hydroschallimmissionen



**Auftraggeber :**  
bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

**Planverfasser :**  
**ted GmbH**  
Apenlander Straße 11, 27560 Bremerhaven  
0471/167-0, info@tedgmbh.de, www.tedgmbh.de  
Haferkamp / Kiwitz



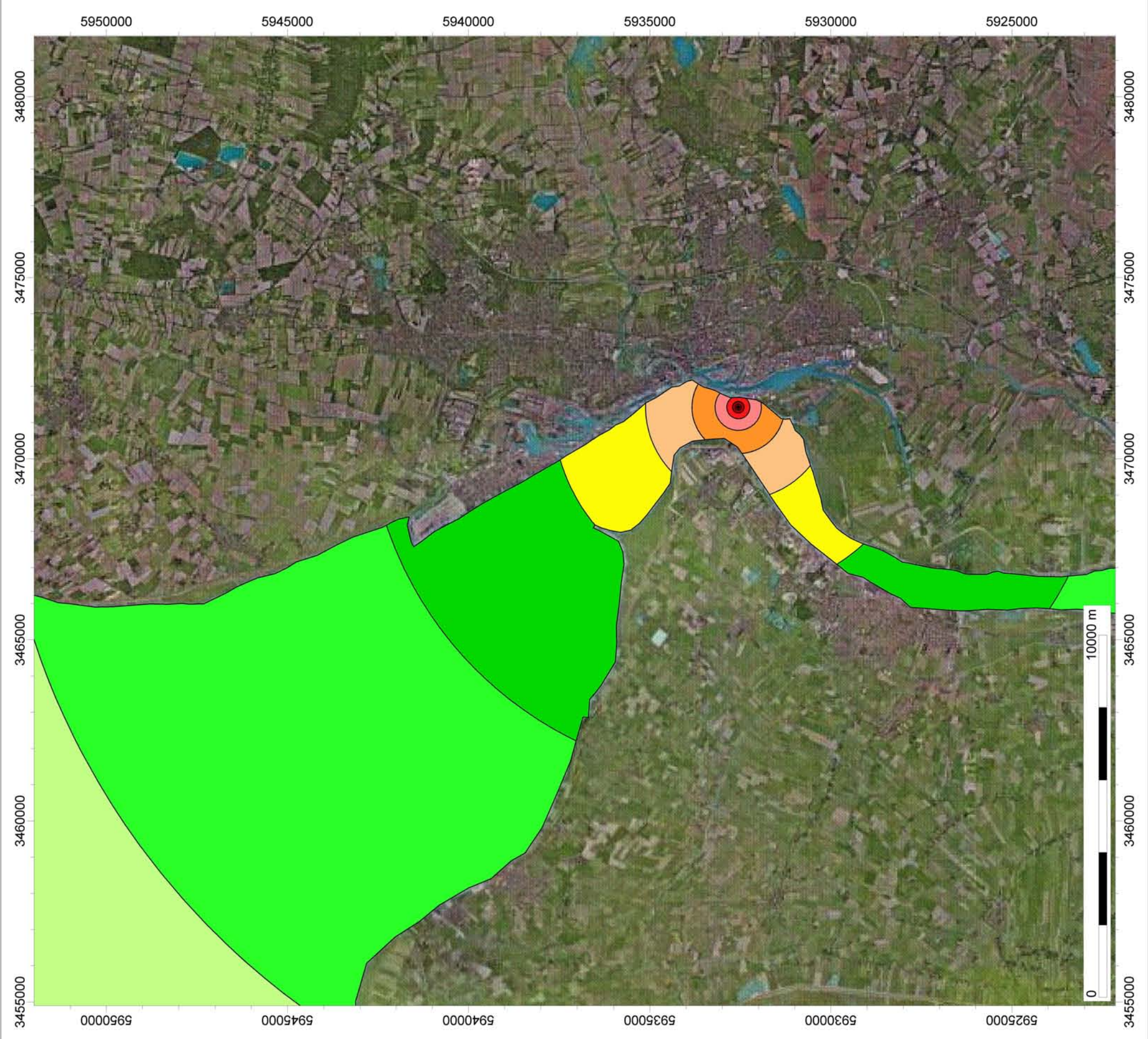
Technologie entwicklungen und dienstleistungen GmbH

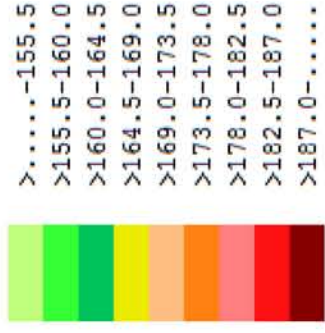
**Objekt :**  
Begleitende Hydroschallmessungen während der Proberammungen in zwei Probefeldern für den Offshore-Terminal Bremerhaven

**Projekt Nr. :**  
13.077-5

**Darstellung 1**

**Hydroschallmessungen bei Rammarbeiten mit einer Schlagramme (Spitzenschalldruckpegel L<sub>peak</sub> in dB)**





**Auftraggeber :**  
bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

**Planverfasser :**

**ted GmbH**

Apenader Straße 11, 27560 Bremerhaven  
0471/167-0, info@tedgmbh.de, www.tedgmbh.de

Haferkamp / Kiwitz



Technologie entwicklungen und dienstleistungen GmbH

**Objekt :**

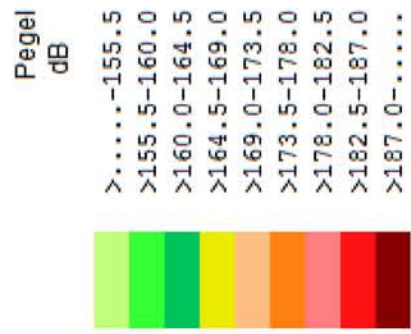
Begleitende Hydroschallmessungen während der Proberammungen in zwei Probefeldern für den Offshore-Terminal Bremerhaven

**Projekt Nr. :**  
13.077-5

Darstellung 2

**Hydroschallmessungen bei Rammarbeiten mit einer Schlagramme (Spitzenschalldruckpegel L<sub>peak</sub> in dB)**





**Auftraggeber :**  
bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

**Planverfasser :**  
**ted GmbH**  
Apenader Straße 11, 27560 Bremerhaven  
0471/167-0, info@tedgmbh.de, www.tedgmbh.de  
Haferkamp / Kiwiltz



Technologie entwicklungen und dienstleistungen GmbH

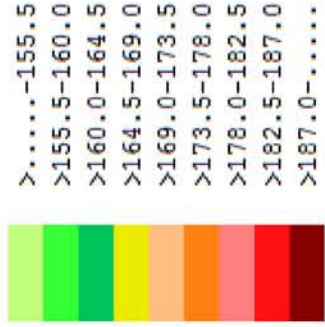
**Objekt :**  
Begleitende Hydroschallmessungen während der Proberammungen in zwei Probefeldern für den Offshore-Terminal Bremerhaven

**Projekt Nr. :**  
13.077-5

**Darstellung 1**

**Hydroschallmessungen bei Rammarbeiten mit einer Schlagramme (Einzelergebnis-Schalldruckpegel LE in dB)**





**Auftraggeber :**  
bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

**Planverfasser :**  
**ted GmbH**  
Apenader Straße 11, 27560 Bremerhaven  
0471/167-0, info@tedgmbh.de, www.tedgmbh.de  
Haferkamp / Kiwitz



Technologie entwicklungen und dienstleistungen GmbH

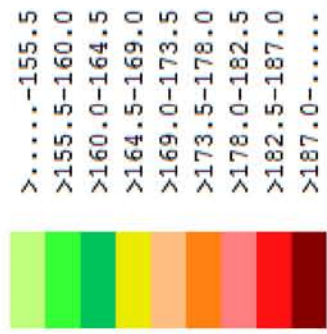
**Objekt :**  
Begleitende Hydroschallmessungen während der  
Proberammungen in zwei Probefeldern für den  
Offshore-Terminal Bremerhaven

**Projekt Nr. :**  
13.077-5

Darstellung 2

**Hydroschallmessungen bei Rammarbeiten mit  
einer Schlagramme  
(Einzelereignis-Schalldruckpegel LE in dB)**





**Auftraggeber :**  
bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

**Planverfasser :**  
**ted GmbH**  
Apenlander Straße 11, 27560 Bremerhaven  
0471/167-0, info@tedgmbh.de, www.tedgmbh.de  
Haferkamp / Kiwiltz



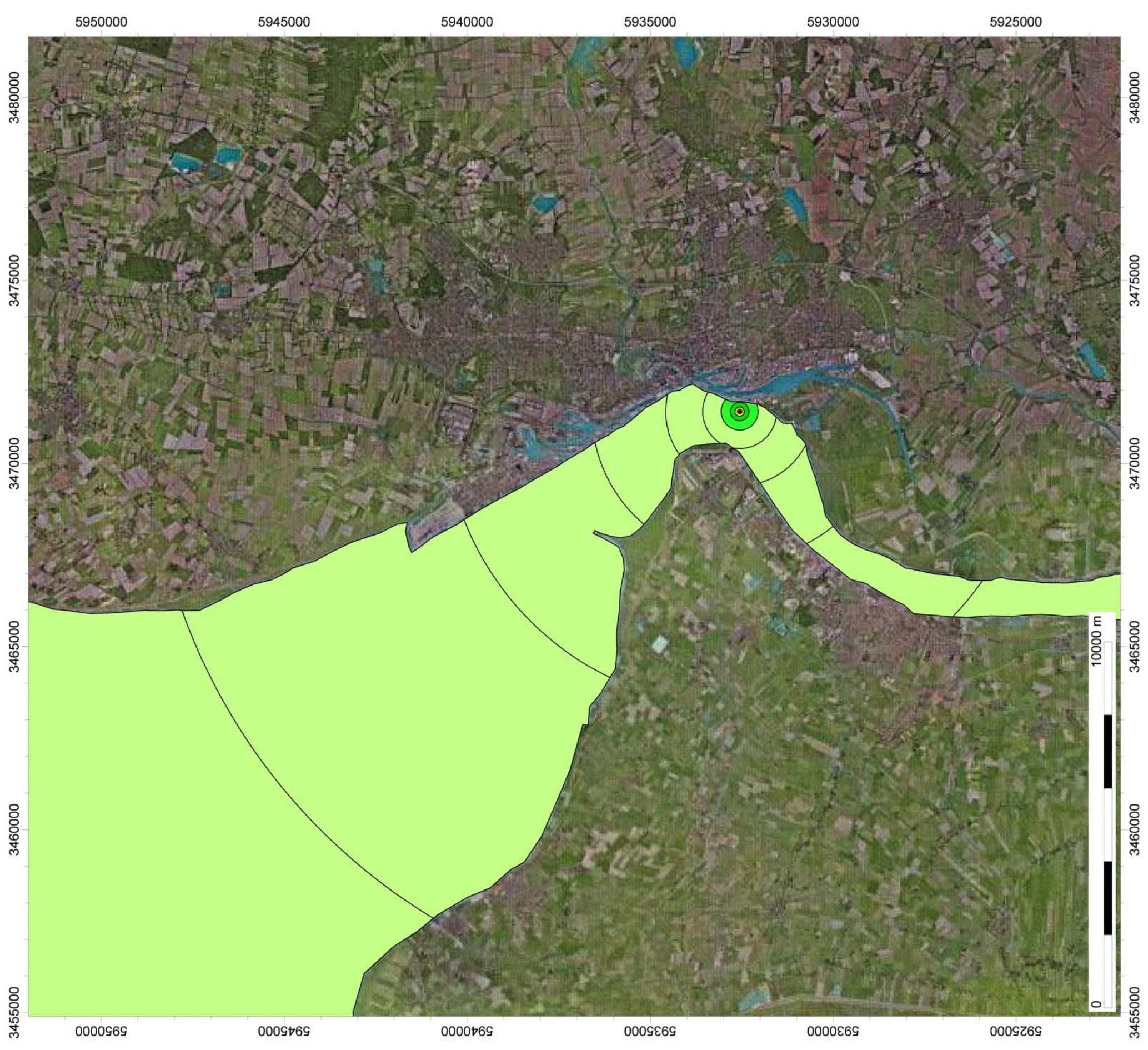
Technologie entwicklungen und dienstleistungen GmbH

**Objekt :**  
Begleitende Hydroschallmessungen während der Proberammungen in zwei Probefeldern für den Offshore-Terminal Bremerhaven

**Projekt Nr. :**  
13.077-5

**Darstellung 1**

**Hydroschallmessungen bei Rammarbeiten mit einer Vibrationsramme (Spitzenschalldruckpegel L<sub>peak</sub> in dB)**







Pegel  
dB

- >155.5-160.0
- >160.0-164.5
- >164.5-169.0
- >169.0-173.5
- >173.5-178.0
- >178.0-182.5
- >182.5-187.0
- >187.0-.....

**Auftraggeber :**  
bremenports GmbH & Co. KG  
Am Strom 2  
27568 Bremerhaven

**Planverfasser :**  
**ted GmbH**

Apenader Straße 11, 27560 Bremerhaven  
0471/167-0, info@tedgmbh.de, www.tedgmbh.de

Haferkamp / Kiwitz



Technologie entwicklungen und dienstleistungen GmbH

**Objekt :**

Begleitende Hydroschallmessungen während der  
Proberammungen in zwei Probefeldern für den  
Offshore-Terminal Bremerhaven

**Projekt Nr. :**  
13.077-5

Darstellung 2

**Hydroschallmessungen bei Rammarbeiten mit  
einer Vibrationsramme  
(Spitzenschalldruckpegel L<sub>peak</sub> in dB)**

