

Messung der Hydroschallimmissionen beim Neubau des LNG-Terminals am Bestandsbauwerk der UVG Brücke (Anleger 1) in Wilhelmshaven

Messbericht Nr. 3
Unterwasser- Impulsschall an den Fundamentpfählen der
Zugangsbrücke mit 2100 mm Durchmesser

Project-ID: 3993

Version 1

24.08.2022

Auftraggeber: Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG
Pazifik 1
26388 Wilhelmshaven

Durchführung: itap GmbH
Institut für technische und angewandte Physik
Marie-Curie-Straße 8
26129 Oldenburg

Bearbeiter: Michael Müller, B. Eng.
Dr. Michael A. Bellmann

Projektleitung: Patrick Remmers, B. Eng.
Michael Müller, B. Eng.

Sitz

itap GmbH
Marie-Curie-Straße 8
26129 Oldenburg

Amtsgericht Oldenburg
HRB: 12 06 97

Kontakt

Telefon +49 (0) 441 570 61-0
Fax +49 (0) 441 570 61-10
Mail info@itap.de

Geschäftsführer

Dr. Michael A. Bellmann

Bankverbindung

Raiffeisenbank Oldenburg
IBAN:
DE80 2806 0228 0080 0880 00
BIC: GENO DEF1 0L2

Commerzbank AG
IBAN:
DE70 2804 0046 0405 6552 00
BIC: COBA DEFF XXX

VAT No.: DE 181 295 042

Bericht: 16 Seiten

Revision List

Version	Datum	Kommentar
Version 1	24.08.2022	Erste Version

Diese Version ersetzt alle vorangegangenen Versionen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassende Beurteilung.....	3
2.	Projektbeschreibung und Umfang des Dokumentes	5
3.	Durchführung der Unterwasserschallmessungen.....	8
4.	Messergebnisse	10
5.	Beurteilung der Messergebnisse	11
6.	Literaturverzeichnis	13
7.	Anhang A :	14
7.1	Impulsrammung Pfahl 2T02	14

1. Zusammenfassende Beurteilung

Die Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG errichtet derzeit den LNG-Terminal am Bestandsbauwerk der UVG Brücke (Anleger 1) in Wilhelmshaven. Der Terminal beinhaltet eine Plattform, drei Anlegedalben, vier Vertäudalben und eine Zugangsbrücke, die allesamt auf Stützpfehlen gegründet werden. Diese Pfehle mit Durchmessern von 0,71 m, 1,22 m und 2,10 m werden mit einem kombinierten Vibrations- und Impulsrammverfahren in den Meeresboden eingebracht.

Die Gründungspfehle für die Anlegedalben mit einem Durchmesser von 1220 mm wurden bereits mittels einer Kombination aus Vibrations- und Impulsrammverfahren vollständig installiert (Remmers & Bellmann 2022). Seit dem 21. August 2022 werden die Gründungspfehle für die Zugangsbrücke mit einem Durchmesser von 2100 mm ebenfalls mittels einer Kombination aus Vibrations- und Impulsrammverfahren installiert. Basierend auf dem bisherigen Messbericht an den Anlegedalben wurde ein umfangreiches Schallschutzkonzept für die Gründungsarbeiten mittels Impulsrammverfahren der Zugangsbrücke, bestehend aus (i) Vorinstallation mittels Vibrationsrammverfahren so weit wie möglich, (ii) Einsatz eines schalloptimierten Rammverfahrens, d.h. möglichst geringe Rammenergien und (iii) Durchführung notwendiger Impulsrammungen nur bei Niedrigwasser, ausgearbeitet (Remmers und Bellmann 2022). Die erste Rammung am 22. August 2022 am Pfahl „2T02“ mittels Impulsrammverfahren, wurde durch die itap GmbH vorsorglich messtechnisch begleitet.

Der Impulsrammschall betrug in einer Messentfernung von 750 m nordöstlich des Pfahls „2T02“ der Zugangsbrücke für den Einzelereignispegel 147 dB und für den Spitzenpegel 173 dB, bei einer eingesetzten max. Rammenergie von 178 kJ. Die Rammung erfolgte vollständig bei Niedrigwasser. Somit wurden die zulässigen Lärmschutzwerte von 160 dB und 190 dB unerwarteterweise deutlich unterschritten. Der Grund für diese deutliche Unterschreitung ist in den Abschattungseffekten der bereits vollständig installierten Gründungspfehle der Anlegedalben und der Plattform zu finden. Damit ist eine freie Schallausbreitung des Impulsrammschalls während der Impulsrammung der Gründungspfehle der Zugangsbrücke in Richtung Jadebusen und offene Nordsee nicht möglich. Eine ungestörte Ausbreitung über größere Entfernung in östlicher Richtung ist jedoch durch die Topographie und die Rammaktivitäten bei Niedrigwasser nicht möglich.

In der bestehenden Prognose wurden für Impulsrammungen der Gründungspfehle der Zugangsbrücke (2100 mm Pfahldurchmesser) bei einer Rammenergie von 150 kJ beurteilungsrelevanten Schallpegel von 159dB und 183 dB bei freier Ausbreitung im Wasser in einer Entfernung von 750 m vorhergesagt. Aufgrund der Anzahl der bereits installierten Pfehle der Anlegedalben und der Plattform ist somit von einer Schallminderung von ca. 10 dB in Richtung der offenen Nordsee und in den Jadebusen auszugehen.

Es wird aus schalltechnischen und naturschutzrechtlichen Gründen an den geplanten Schallschutzmaßnahmen, siehe oben, festgehalten. Insbesondere zur Mitigation der Schallausbreitung in östlicher Richtung sollten die Pfähle für die Zugangsbrücke vorvibriert werden, die nachfolgenden Impulsrammungen sollten mit geringen Rammenergien und in der Niedrigwasserphase durchgeführt werden.

Aus schalltechnischer Sicht sind bei derartigen massiven Unterschreitungen der Lärm-schutzwerte keine weiteren Unterwasserschallmessungen mehr auszuführen.

Oldenburg, 26. August 2022



M. Müller (Aug 26, 2022 12:41 GMT+2)

Michael Müller, B. Eng.


GMBH
Marie-Curie-Str. 8
26129 Oldenburg

Michael A. Bellmann

erstellt

Geschäftsführer
geprüft

2. Projektbeschreibung und Umfang des Dokumentes

Die Niedersachsen Ports GmbH & Co. KG errichtet derzeit den LNG-Terminal am Bestandsbauwerk der UVG Brücke (Anleger 1) in Wilhelmshaven. Der Terminal beinhaltet eine Plattform, drei Anlegedalben, vier Vertäudalben und eine Zugangsbrücke, die allesamt auf Stützpfehlen gegründet werden. Die Plattform wird auf 20 Lotpfählen und acht Schrägpfehlen errichtet. Für die drei Anlegedalben sind 48 Stützpfehle von 1,22 m im Durchmesser erforderlich. Die Vertäudalben werden auf insgesamt 56 Lotpfählen und 26 Schrägpfehlen gegründet. Für die Zugangsbrücke sind 24 Pfehle erforderlich. Zusätzlich werden noch 12 Pfehle für die Eisabweiser gegründet. Für die Gründung der Plattform, der Dalben und der Eisabweiser werden Lotpfähle mit 1,22 m im Durchmesser verwendet. Bei der Zugangsbrücke haben die Stützpfehle einen Durchmesser von 2,10 m. Alle Schrägpfehle der Plattform und der Vertäudalben haben einen Durchmesser von 0,71 m. Insgesamt werden für den Terminal 34 Schrägpfehle mit 0,71 m Durchmesser, 136 Lotpfähle mit 1,22 m Durchmesser und 24 Lotpfähle mit 2,10 m Durchmesser im kombinierten Vibrations- und im Impulsrammverfahren gegründet.

Für die ersten Meter erfolgt die Einbindung der Pfehle mittels Vibrationsrammverfahren; zur Erreichung der Endeinbindetiefe werden die Pfehle mittels Impulsrammverfahren in den Meeresboden eingebracht. Für die Installation der Schrägpfehle soll ein Hydraulischer Rammhammer (Rambbär) S-90 mit einer maximalen Rammenergie von 90 kJ zum Einsatz kommen. Für die Lotpfähle stehen ein Rambbär S-150 und ein Rambbär S-280 mit maximalen Rammenergien von 150 kJ und 280 kJ zur Verfügung. Für die Vibrationsrammungen steht ein entsprechender Vibrationsrammhammer zur Verfügung.

Vibrationsrammschall ist nach Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL 2008) als Dauerschalleintrag ins Wasser (Deskriptor 11.2) zu werten. Von Dauerschall geht i.d.R. keine Tötungs- und Verletzungsgefahr aus und es bestehen auch keine national oder international verbindliche Richt- und Lärmschutzwerte. Zudem gilt das Vibrationsrammschallverfahren als schallarme Gründungsmethode (BMU 2013); es wird laut BMU Schallschutzkonzept lediglich von einer möglichen Störung ausgegangen. Im Gegensatz dazu gilt Impulsrammschall als impulshaltiger Schalleintrag (Deskriptor 11.1), der zu temporären oder permanenten Hörschwellenverschiebungen bei marinen Säugetieren führen kann.

Gemäß des Vorsorgeprinzips hat das BSH unter Einbeziehung der wissenschaftlichen Grundlagen und Anforderungen des Umweltbundesamtes seit 2008 weltweit erstmals ein duales Lärmschutzwertkriterium von 160 dB_{SEL} (einzuhalten durch den 5 % Überschreitungspegel des Einzelereignispegels) und 190 dB_{Lp,pk} (einzuhalten durch den zero-to-peak-Spitzenpegel) festgelegt, das bei allen lärmintensiven Baumaßnahmen mit impulsförmigem Schalleintrag in 750 m Entfernung zum Emissionsort eingehalten werden muss, um Verletzungen und Tötungen mariner Säugetiere auszuschließen.

Die Hafensohle befindet sich in einer Wassertiefe von -16,5 m NHN. Landseitig nimmt die Wassertiefe mit einer Steigung von 1:5 ab, wodurch die Vertäudalben in deutlich flacherem Wasser errichtet werden. In der näheren Umgebung von wenigen 100 m um das Baufeld variieren die Wassertiefen zwischen -20 m NHM und -12 m NHN. Das mittlere Tidenhochwasser (MThw) beträgt 1,58 m und das mittlere Tidenniedrigwasser (MTnw) -1,76 m.

Der Baugrund im Umfeld des Vorhabengebietes besteht im Wesentlichen aus Sand. Die Umgebung des LNG-Terminals und die Wassertiefen gemäß EMODnet sind in Abbildung 1 dargestellt.

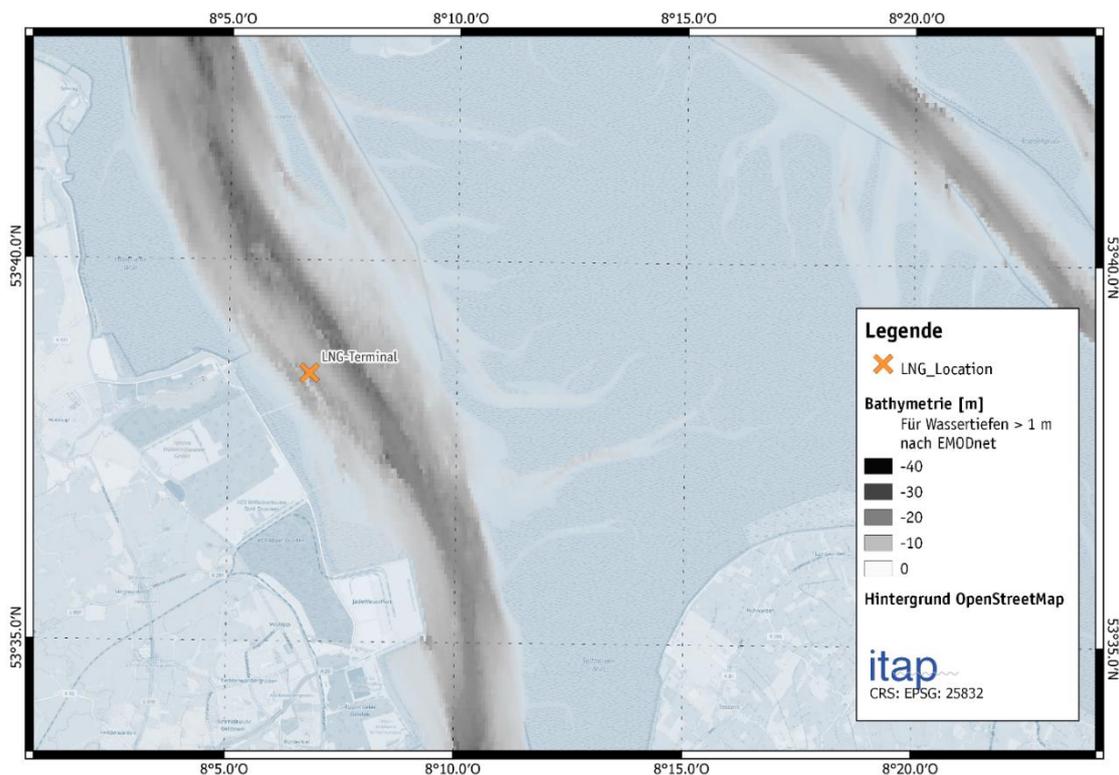


Abbildung 1: Übersichtsplan mit Wassertiefen im Umkreis des LNG-Terminals

Die *itap- Institut für technische und angewandte Physik GmbH* wurde beauftragt, Unterwasserschallmessungen versuchsweise bei vereinzelt Pfahlgründungen normgerecht durchzuführen, um die bestehende Unterwasserschallprognose (Remmers und Bellmann 2022) zu verifizieren. Hierbei liegt der Fokus aller Unterwasserschallmessungen auf dem Impulsschall, um Tötungen und Verletzungen mariner Säugetiere auszuschließen.

Im Rahmen der Bauüberwachung sollen sowohl die durchgeführten Unterwasserschallmessungen als auch die vorliegende Unterwasserschallprognose zur Bewertung der Arten- und Gebietsschutzanforderungen bezüglich der durchgeführten Rammarbeiten dienen.

Dieser Messbericht umfasst die Messergebnisse der Hydroschallmessungen bei der Errichtung des Fundamentpfahls „2T02“ mit einem Durchmesser von 2,10 m am 22.08.2022.

3. Durchführung der Unterwasserschallmessungen

Am 21.08.2022 wurde das erste Fundament (2T02) der Zugangsbrücke zum Neubau LNG-Terminal am Bestandsbauwerk der UVG Brücke in Wilhelmshaven mittels Vibrationsrammverfahren vorinstalliert. Die verbleibenden 9 m bis zur Einbindetiefe wurden am 22.08.2022 mit einem Impulsrammhammer „IHC-S 280“ der Fa. IHC IQIP b.v. eingebracht. Die Rammarbeiten mittels Impulsrammverfahren wurden zeitlich so geplant, dass sie bei Niedrigwasser stattfanden, so wie im Messbericht Nr. 2 (Remmers & Bellmann, 2022) als Schallschutzmaßnahme vorgeschlagen.

Die Hydroschallemissionen (Schalleinträge ins Wasser) wurden in einer Entfernung von ca. 900 m zur Quelle und in ca. 2 m Höhe über Grund mit einem abgelassenen Hydrophon von Bord des Hafenschiffes „Makka II“ durchgeführt. Die Auslegung der Messsysteme und die Erhebung der Messdaten erfolgte durch einen Mitarbeiter der *itap GmbH*. Für den Zeitraum der Unterwasserschallmessungen wurde zeitweise der Schiffmotor ausgeschaltet und die Position mittels eines GPS-Systems aufgezeichnet. An der gewählten Messposition fand das Hafenschiff „Makka II“ bei der vorherrschenden Strömung erstmalig eine feste Ankerposition. Die Messposition befand sich vor der eigentlichen Fahrrinne für den Schiffsverkehr. Die Messergebnisse dieser Messung sind in Tabelle 2 dargestellt. Eine Normierung dieser Ergebnisse auf einen Messabstand von 750m ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Die *itap GmbH* ist für die Durchführung von Messungen und Prognosen von Unterwasserschall (Impuls- und Dauerschall) akkreditiert nach ISO/IEC 17025 (2018). Die Messpositionen und die abgesetzten Hydroschallmessgeräte erfüllen die Anforderungen des StUK4 (2013) und der Messvorschrift für Unterwasserschallmessungen des BSH (2011).

Die Position des Pfahls und die Zeit, in denen dieser eingebracht wurde, sind der folgenden Tabelle 1 zu entnehmen. Der Zeitraum der Impulsrammung und die von dem Messsystem erfassten Zeiten und sind im UTC Zeitformat angegeben. Eine sekundengenaue Synchronisation mit der Uhr des Rammhammers wurde nicht durchgeführt. Weiterhin stellt die Tabelle 1 die Koordinaten der Messpositionen dar.

Die Abbildung 2 visualisiert die Position des Fundaments und der eingesetzten Messsysteme.

Tabelle 1: Fundamentbezeichnung (hier Pfahl) und Lokation der Gründungsstruktur und Messposition sowie Zeiten der Rammaktivität.

Pfahl			Messpositionen			Ramarbeiten / UTC [dd.mm.YYYY HH:MM]
No.	Task	WGS 84 [dd°mm,mmm']	No.	Entfernung [m]	WGS 84 [dd°mm,mmm']	
2T02	Impulsrammung	53° 38,532' N 008° 6,599' E	MP4	900	53° 38,932' N 008° 7,063' E	22.08.2022 11:45 – 13:00

Die angegebene Rammzeit bezieht sich auf die von dem Messsystem erfasste Zeit. Eine Synchronisation untereinander mit der Uhr des Rammhammers wurde nicht durchgeführt.

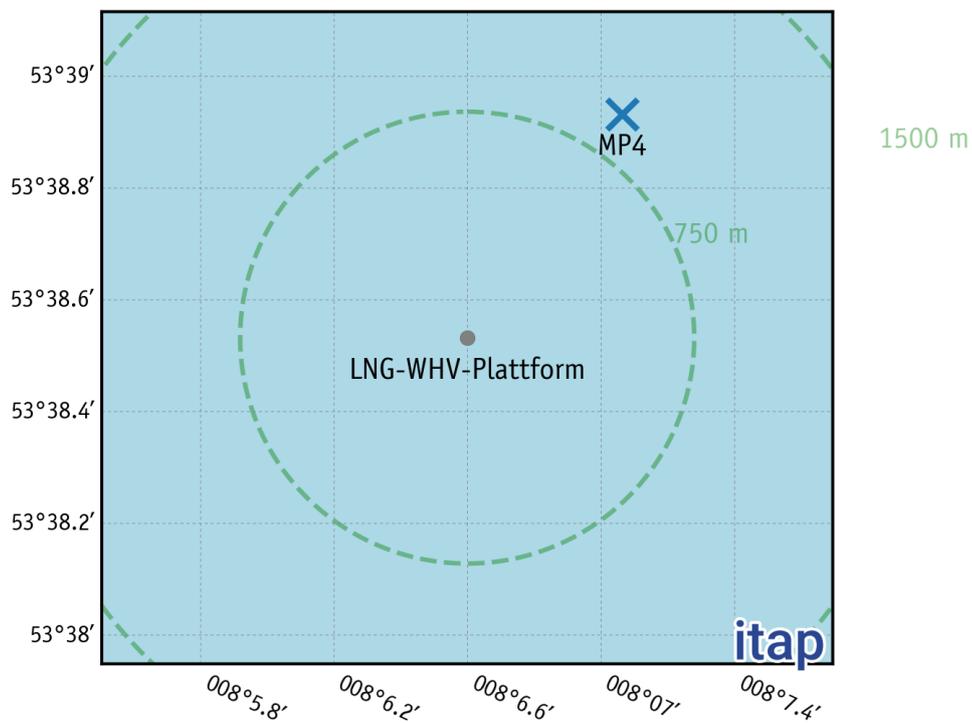


Abbildung 2: Lokation des Pfahls und der dazugehörigen Messposition MP4.

4. Messergebnisse

Die Durchführung und Auswertung der Messungen erfolgt gemäß StUK4 (*Standard, Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt, BSH, 2013*) und der *Messvorschrift für Unterwasserschallmessungen* (BSH 2011).

Zur Beurteilung der Impulsrammschallimmissionen wurden vom BSH unter Vorarbeit des UBA die Lärmschutzwerte für den Einzelereignispegel (SEL_{05}) von 160 dB_{SEL} und den Spitzenpegel ($L_{p,pk}$) von $190 \text{ dB}_{L_{p,pk}}$ in einer Entfernung von 750 m zur Rammbaustelle festgesetzt. Für den Einzelereignispegel bedeutet dies, dass eine Einhaltung des Lärmschutzwertes gegeben ist, sobald mindestens 95 % der Rammschläge diesen Wert unterschreiten. In Tabelle 2 ist eine Übersicht der Messergebnisse in einer Entfernung von 900 m aufgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 auf eine Entfernung von 750m normiert dargestellt. Es werden der Median (50 %) und die 95 %- und 10 % Perzentilpegel des Einzelereignispegels (SEL) und der Spitzenpegel ($L_{p,pk}$) betrachtet.

Tabelle 2: Beurteilungsrelevanter Spitzenpegel ($L_{p,pk}$) und statistische Mittelungspegel des breitbandigen Einzelereignispegels (SEL) während der Impulsrammung.

Pfahl	Messposition	Rammenergie (max.) [kJ]	Entfernung [m]	SEL ₉₀ [dB]	SEL ₅₀ [dB]	SEL ₀₅ [dB]	$L_{p,pk}$ [dB]
2T02	MP4	178	900	143	144	146	172

Tabelle 3: Beurteilungsrelevanter Spitzenpegel ($L_{p,pk}$) und statistische Mittelungspegel des breitbandigen Einzelereignispegels (SEL) während der Impulsrammung auf 750m genormt. *1)

Pfahl	Messposition	Rammenergie (max.) [kJ]	Entfernung [m]	SEL ₉₀ [dB]	SEL ₅₀ [dB]	SEL ₀₅ [dB]	$L_{p,pk}$ [dB]
2T02	MP4	178	750	144	145	147	173

In den Abbildungen im Anhang A sind die zeitlichen Verläufe der akustischen Kenngrößen Spitzenpegel, Dauerschallpegel und Einzelereignispegel, sowie ein Spektrogramm des mittleren Schalldruckpegels und ein Terzspektrum des Einzelereignispegels.

*1) Zur Normierung wurde die geometrische Ausbreitungsformel von $(k+15 \cdot \log_{10}(\text{Abstand}))$ herangezogen.

5. Beurteilung der Messergebnisse

In der vorangegangenen Unterwasserschallprognose für die Impulsrammung der Lotpfähle mit unterschiedlichen Pfahldurchmessern wurden beurteilungsrelevante Einzelereignispegel SEL_{05} basierend auf der einzusetzenden Rammenergie und der bestehenden Bathymetrie erstellt (Remmers und Bellmann 2022).

Aufgrund der Bauabfolge sind bereits die Fundamente der Plattform und der Anlegedalben installiert. Die Abbildung 3 zeigt in der Mitte die ersten beiden Pfähle der Zugangsbrücke sowie die Fundamente der Plattform (rechts) und die Fundamente des mittleren Anlegedalben (links).

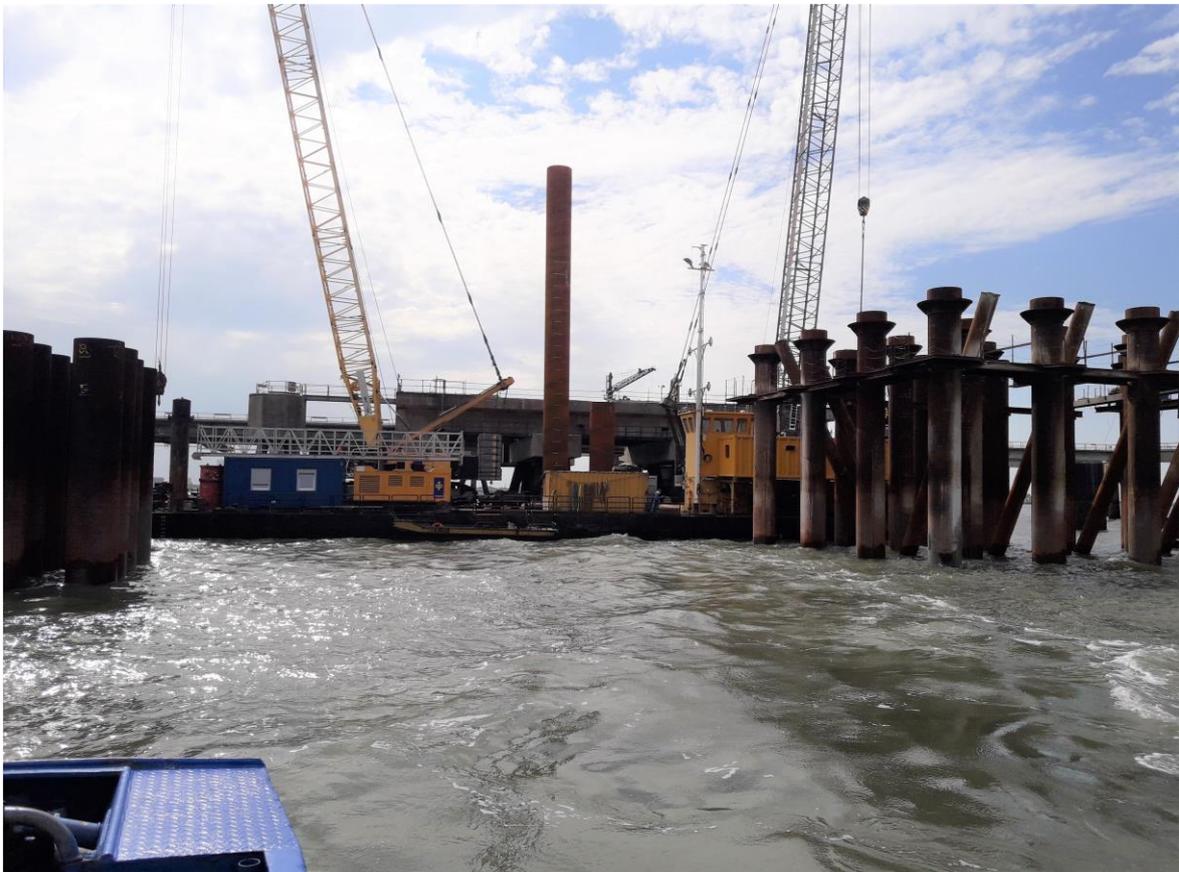


Abbildung 3: In der Mitte die beiden Pfähle der Zugangsbrücke (links vorvibriert, rechts Pfahl 2T02 auf Endtiefe). Linker Bildrand: Fundamente des mittleren Anlegedalben. Rechter Bildrand: Fundamente der Plattform.

Aus den Ergebnissen der am 22.08.2022 durchgeführten Messung sind z.T. signifikante Unterschiede zur vorangegangenen Prognose festzustellen. Die Messdaten sind deutlich geringer für die „großen“ Pfähle mit einem Durchmesser von 2100 mm als prognostiziert (Messwert: 147 dB; prognostiziert 159 dB).

Diese Messdaten sind ebenfalls geringer als für die kleineren Pfähle der Anlegedalben (Durchmesser: 1220 mm; Messwert in 750 m: 158 db mit 90 kJ Rammenergie). Der Grund für die deutlich geringeren Messwerte verglichen zu den Prognosewerte ist in den Abschattungseffekten der bereits installierten Pfähle für die Anlegedalben und der Plattform zwischen Rammort und Messposition zu finden. Weitere Gründe sind die Ausführung der Rammungen bei Niedrigwasser und die relativ geringen Rammenergien von max. 178 kJ.

Aufgrund der Lage der bereits installierten Pfähle für den Anlegedalben des Terminals sind diese Abschattungseffekte für die Gründungspfähle der Zugangsbrücke jeweils in nordöstlicher Richtung (offene Nordsee) und in südöstlicher Richtung (Jadebusen) vorhanden. Eine ungehinderte Schallausbreitung in östlicher Richtung ist aufgrund der vorliegenden Bathymetrie und dem Niedrigwasser nicht möglich (Remmers und Bellmann 2022).

Die Abbildung 4 ist von Bord des Hafenschiffes „Makka II“ auf der Messposition erstellt worden und zeigt einen Ausschnitt des künftigen Anlegers in der Vergrößerung. Im Vordergrund sind die bereits installierten Gründungspfähle für die Plattform und den nördlichen Anlegedalben deutlich zu erkennen. Der zu rammende Pfahl für die Zugangsbrücke befinden sich aus dieser Sicht hinter den bereits bestehenden Gründungspfählen.

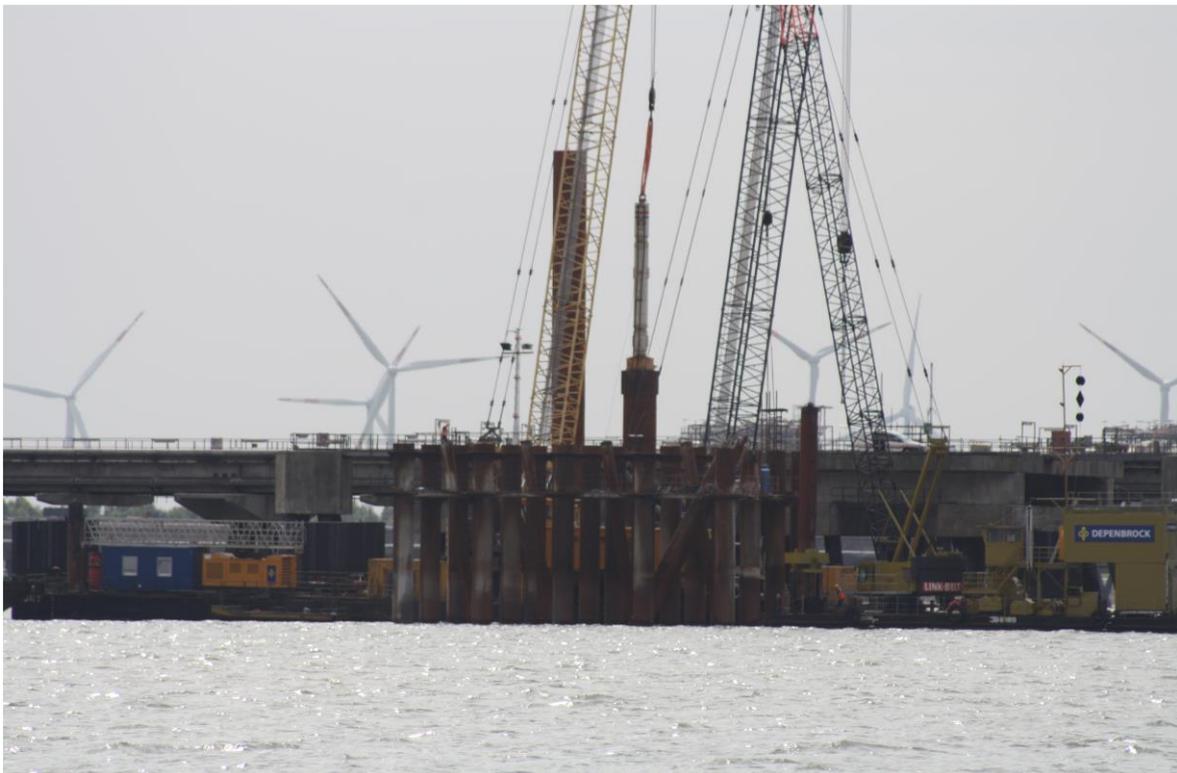


Abbildung 4: In der Mitte die beiden Pfähle der Zugangsbrücke (links vorvibriert, rechts Pfahl 2T02 mit aufgesetzem Rammhammer). Davor die bereits installierten Gründungspfähle der Plattform und des nördlichen Anlegedalbens.

6. Literaturverzeichnis

- Bellmann, Michael A., Jana Brinkmann, Adrian May, Torben Wendt, Stephan Gerlach, und Patrick Remmers. „Unterwasserschall während des Impulsrammverfahrens: Einflussfaktoren auf Rammschall und technische Möglichkeiten zur Einhaltung von Lärmschutzwerten. Gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), FKZ UM16 881500. Beauftragt und geleitet durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Auftrags-Nr. 10036866. Editiert durch die itap GmbH.“ Tech. rep., itap GmbH, 2020.
- BMU. „Konzept für den Schutz der Schweinswale vor Schallbelastungen bei der Errichtung von Offshore-Windparks in der deutschen Nordsee (Schallschutzkonzept).“ Tech. rep., Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2013.
- BSH. „Messungen von Unterwasserschall bei Rammarbeiten an Offshoreanlagen im ABC-Windpark - Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.“ *Bericht Nr. M88 607/11*, 2011.
- DIN 17025. *DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017); Deutsche und Englische Fassung EN/ISO/IEC 17025:2017*. Standard, Deutsches Institut für Normung, Beuth Verlag GmbH, 2018.
- Kastelein, Ronald A., Jessica Schop, Lean Hoek, und Jennifer Covi. „Hearing thresholds of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) for narrow-band sweeps.“ *The Journal of the Acoustical Society of America* (Acoustical Society of America (ASA)) 138 (10 2015): 2508–2512.
- Lucke, K., U. Siebert, P. A. Lepper, und M. A. Blanchet. „Temporary shift in masked hearing thresholds in a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) after exposure to seismic airgun stimuli.“ *Journal of the Acoustical Society of America* 425 (2009): 4060-4070.
- MSRL. „Richtlinie 2008/56/eg des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie).“ 2008.
- StUK 4. „Standard Untersuchung der Auswirkungen von Offshore-Windenergieanlagen auf die Meeresumwelt (StUK 4) - Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.“ 2013.
- Remmers, P., und M.A. Bellmann. „Neubau LNG-Terminal im Jade Weser Port in Wilhelmshaven - Unterwasserschallprognose für die Rammarbeiten.“ 2022.
- Remmers, P., und M.A. Bellmann. „Neubau LNG-Terminal im Jade Weser Port in Wilhelmshaven - Messbericht Nr.2.“ 2022.

7. Anhang A :

7.1 Impulsrammung Pfahl 2T02

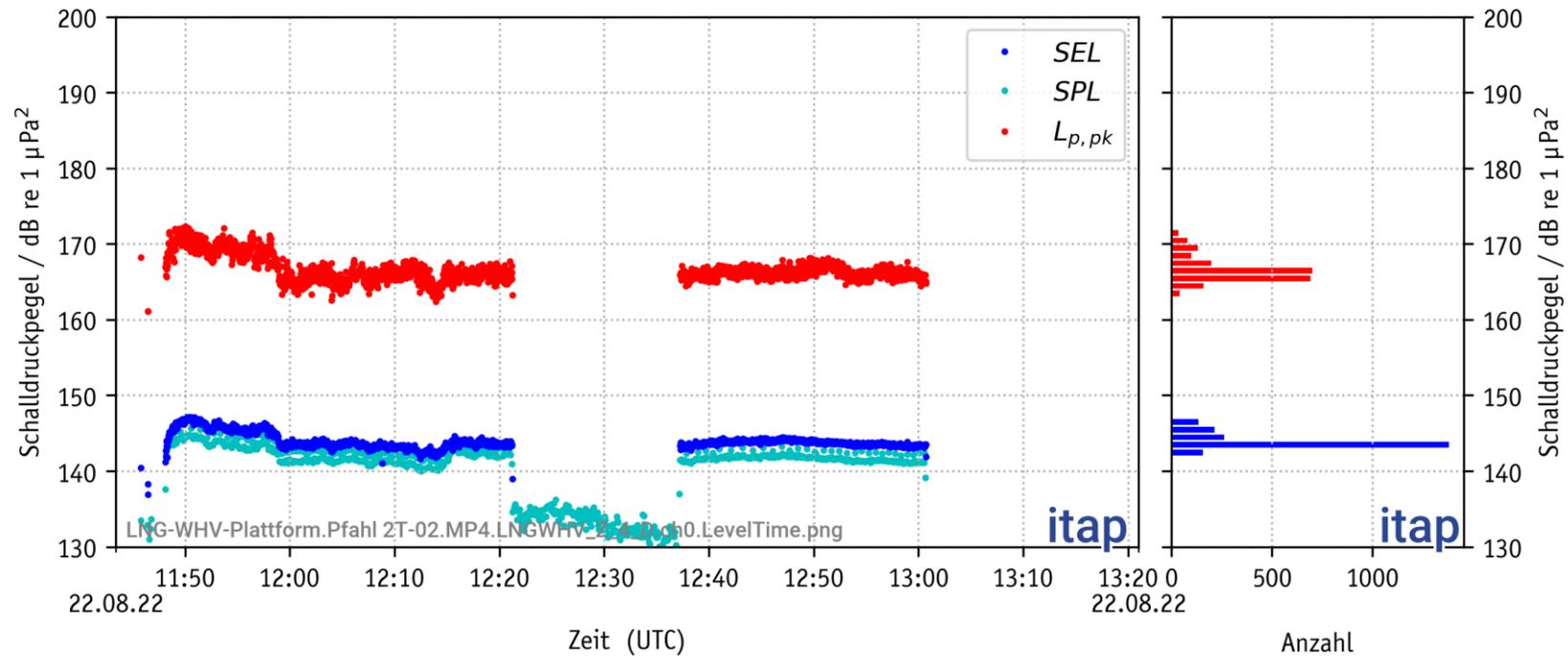


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf der Schalldruckpegel in ca. 900 m Entfernung zum Gründungspfahl 2T02 während der Impulsrammung. Blau: Einzelereignispegel (SEL), Cyan: Dauerschalldruckpegel (SPL_{5s}) und Rot: Spitzenpegel ($L_{p,pk}$). Rechts sind die Verteilungen des Einzelereignispegels und des Spitzenpegels in einem Histogramm dargestellt.

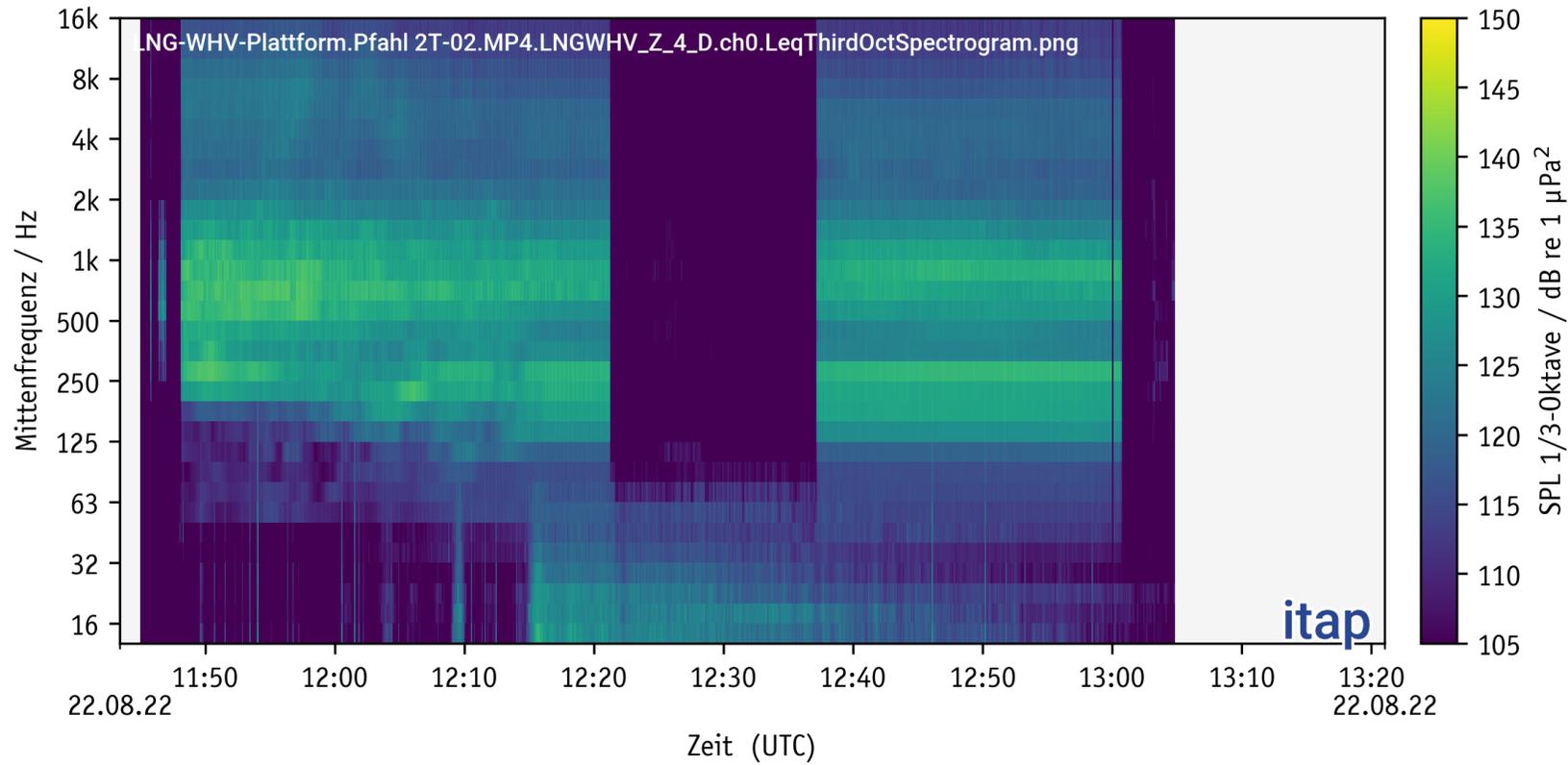


Abbildung 6: Spektrogramm des mittleren Schalldruckpegels (SPL_{5s}) während der Impulsrammung am Pfahl 2T02 in ca. 900 m Entfernung in 1/3-Oktaven.

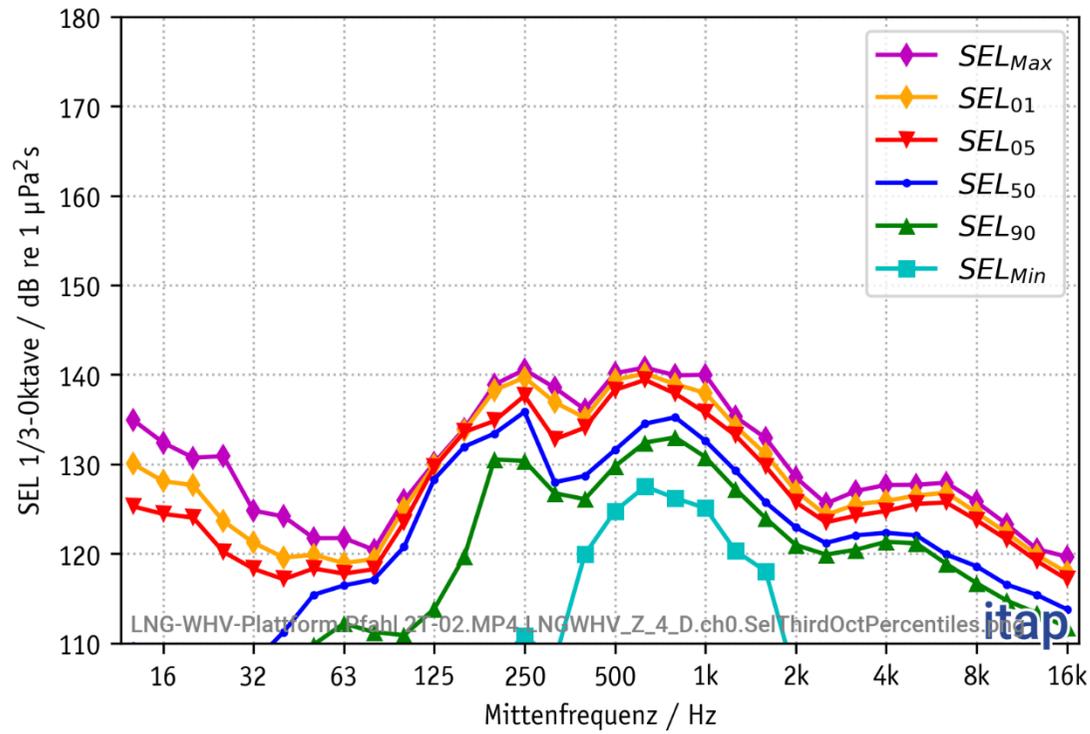


Abbildung 7: 1/3-Oktaven Darstellung (Terzspektrum) des Einzelereignispegels während der Impulsrammung am Pfahl 2T02 in ca. 900 m Entfernung.

3993_LNG_WHV_Messung_Unterwasserschall_Bericht3_v1_b4

Final Audit Report

2022-08-26

Created:	2022-08-26
By:	Michael Bellmann (bellmann@itap.de)
Status:	Signed
Transaction ID:	CBJCHBCAABAQWQWOvdVnM9kaTai5acnjh9cAc-eZp1Tn

"3993_LNG_WHV_Messung_Unterwasserschall_Bericht3_v1_b4" History

-  Document created by Michael Bellmann (bellmann@itap.de)
2022-08-26 - 8:36:23 AM GMT- IP address: 80.147.106.68
-  Document emailed to mueller@itap.de for signature
2022-08-26 - 8:36:46 AM GMT
-  Email viewed by mueller@itap.de
2022-08-26 - 10:37:25 AM GMT- IP address: 80.147.106.68
-  Signer mueller@itap.de entered name at signing as M. Müller
2022-08-26 - 10:41:50 AM GMT- IP address: 80.147.106.68
-  Document e-signed by M. Müller (mueller@itap.de)
Signature Date: 2022-08-26 - 10:41:51 AM GMT - Time Source: server- IP address: 80.147.106.68
-  Agreement completed.
2022-08-26 - 10:41:51 AM GMT