

Hydroschallmessungen und Schallausbreitungsmodellierung für die feste Fehmarnbelt Querung

Rainer Matuschek, Klaus Betke

itap – Institut für technische und angewandte Physik GmbH, 26129 Oldenburg, E-Mail:matuschek@itap.de

Einleitung

Die geplante Feste Fehmarnbeltquerung zwischen Dänemark und Deutschland soll als Tunnel zwischen den Inseln Lolland und Fehmarn ausgeführt werden. Der etwa 18 km lange Tunnel wird voraussichtlich als Absenktunnel gebaut, d.h. aus vorgefertigten Röhrenelementen, die an der jeweiligen Zielposition versenkt werden. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsanalyse, in der auch Unterwasserlärm betrachtet wurde [1], sollte untersucht werden, ob und wie die marinen Lebewesen, speziell Säugetiere wie Schweinswale und Seehunde, beeinflusst oder beeinträchtigt sind (Ist-Zustand) bzw. während der Bauphase und des späteren Betriebs werden könnten.



Abbildung 2: Ausbringen eines Messsystems von Bord der JHC Miljø

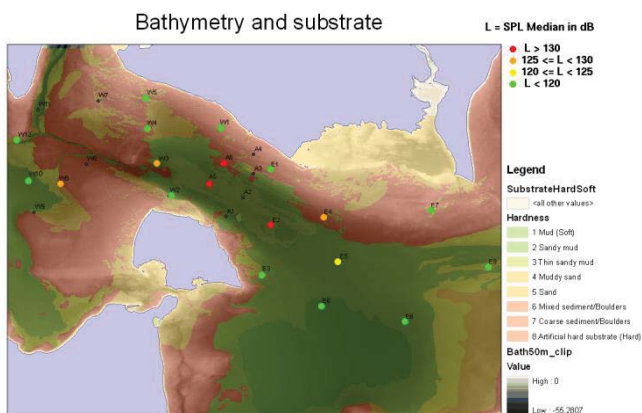


Abbildung 1: Seegebiet um den Fehmarnbelt mit den farblich klassifizierten Medianwerten des Schalldruckpegels an den 19 Messpositionen (Kreise). Ebenfalls farbkodiert ist der Sedimenttyp. Die Wassertiefe ist durch den Sättigungsgrad angedeutet.

Vorgehensweise

Die Messungen fanden im Zeitraum von Oktober 2009 bis Oktober 2010 an den 19 farblich markierten Positionen (Abb. 1) statt. Als Hydrofone kamen empfindliche und rauscharme vom Typ Brüel & Kjær 8106 zum Einsatz. Sie wurden mit Auftriebskörpern ca. 1.8 m über dem Meeresboden gehalten. Die Aufzeichnungsgeräte waren in Stahlröhren eingebaut, die auf dem Meeresgrund lagen.

Vom Arbeitsschiff JHC Miljø zum Ausbringen der Schalldatenlogger (Abb. 2) wurden während dieser Fahrten der Schiffsverkehr im Gebiet mit Hilfe eines AIS-Empfängers (Icom MXA-5000) registriert.

Ergebnisse

In Abb. 3 ist die zeitliche Variation der Perzentilpegel über einen Zeitraum von einem Monat an einer lauten Position nahe des Hauptfahrwassers dargestellt. Hier fahren im Jahresmittel ca. 45000 Schiffe auf der Ost-West-Route (T-Route) und noch einmal ca. 35000 (Fähren) auf der Nord-Süd-Achse. Der Median schwankt hier um ca. ± 1 dB also weniger, als der angenommene Messfehler.

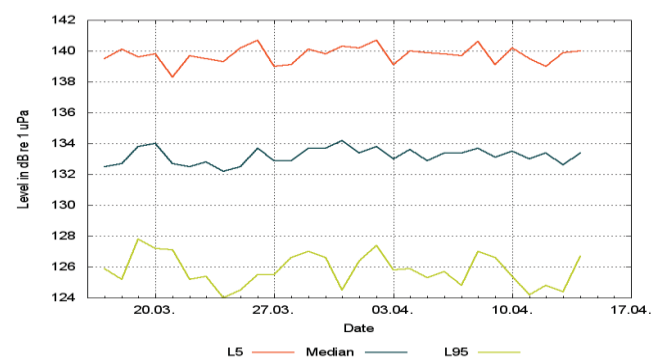


Abbildung 3: Zeitliche Variation der Perzentilpegel in der Nähe der Hauptschiffahrtsstraße über einen Monat

Ein Blick auf die Histogramme der Pegelverteilung des 5-Sekunden-Leq nach drei Tagen bzw. einem Monat (Abb. 4) zeigt, dass eine drei-tägige Messung im Grunde ausreicht, um auf die Statistik und insbesondere auf den Medianpegel an dieser Messposition zu schließen. Dies gilt auch für Orte mit weitaus weniger Schiffsärm.

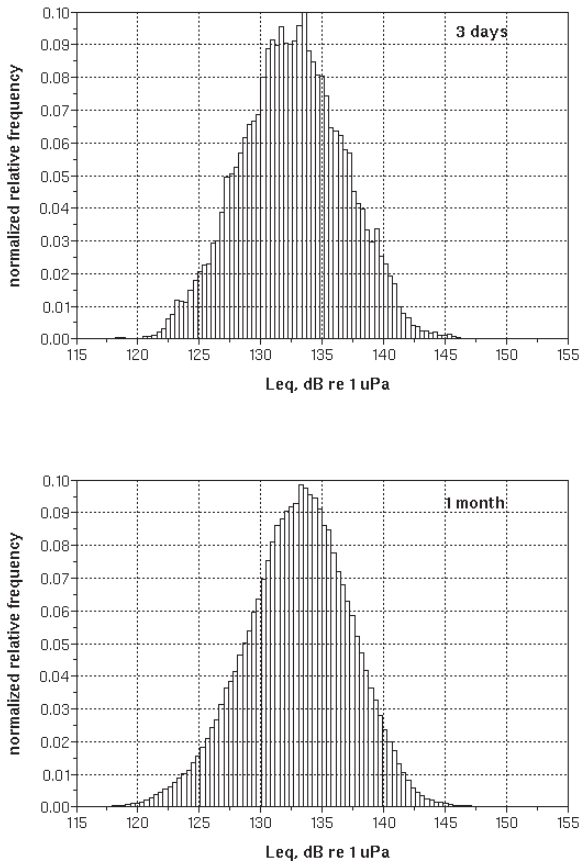


Abbildung 4: Histogramme der über 5 Sekunden gemittelten Leqs nahe dem Fahrwasser nach drei Tagen (Oben) und einem Monat (Unten)

Mit Hilfe der Messdaten wurde ein einfaches Modell zur Berechnung von Schallkarten für die Fehmarnbelt Region entwickelt. Die Berechnung des zu erwartenden Hydroschalls wurde auf einem Gitter mit 750 m Kantenlänge durchgeführt. Das modellierte Gebiet umfasst 180 km in West-Ost- und 75 km in Nord-Süd-Ausdehnung. Die Quellpegel der Gitterzellen sind hierbei durch die AIS-Schiffszählungen sowie eine willkürliche Konstante, die durch die Kalibration des Modells mit den gemessenen Pegeln ermittelt wurde, gegeben.

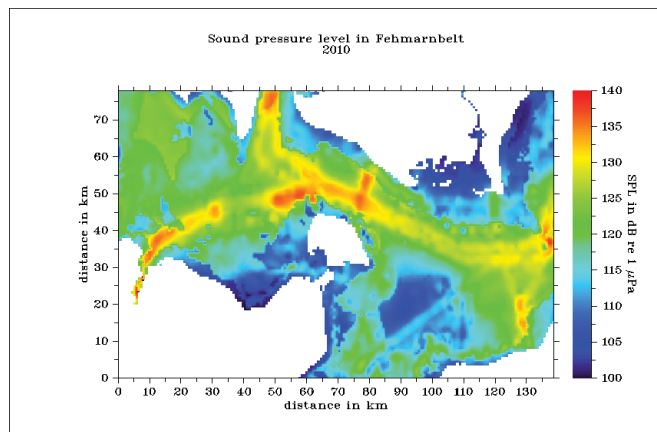


Abbildung 5: Schallkarte für den Medianpegel des Hydroschalls aus AIS-Schiffszählungen für das Jahr 2010.

Weiterhin geht die Wassertiefe, die die untere Grenzfrequenz der ausbreitungsfähigen Schallwellen vorgibt, sowie die Sedimentdämpfung in Form der Korngröße ein. Die Ausbreitungskonstante wurde aus der messtechnischen Ermittlung der Ausbreitungsdämpfung von Schiffslärm aus simultan aufgezeichneten AIS- und Schalldaten bestimmt. Eine mit Schiffszählungen aus dem Jahr 2010 berechnete Schallkarte für den Medianpegel des Hydroschalls zeigt Abb. 5. Neben der Fährlinie Puttgarden-Rodby ist hier deutlich die T-Route als Hauptlärmquelle auszumachen. Ebenso ist das Fahrwasser in Richtung Nord-Ostsee-Kanal in Kiel-Holtenau gut zu erkennen.

Im Rahmen des Projekts wurden auch Schallkarten für Oktaven berechnet, die es erlauben, mit Hilfe von Hörschwellenmessungen an Schweinswalen [2] sensation level Karten zu erstellen. Hier zeigt sich, dass der Unterschied zwischen lauten und leisen Regionen für den Schweinswal geringer ist, als nach den breitbandig gemessenen Pegeln zu erwarten war. Der Breitbandpegel des Schiffslärms wird im wesentlichen durch Frequenzanteile unterhalb von ca. 400 Hz bestimmt. Hier nimmt das Hörvermögen der Tiere jedoch schon deutlich ab.

Das BIAS-Projekt

Derzeit finden im Rahmen dieses von der EU geförderten Life+-Projektes Messungen des Hydroschalls in weiten Teilen der gesamten Ostsee statt. BIAS (Baltic Sea Information on the Acoustic Soundscape, www.bias-project.org) wird durchgeführt mit Projektpartnern aus Schweden (FOI), Dänemark (Aarhus University und Femern Belt A/S), Finnland (SYKE), Polen (FRUG), Estland (TUT) und Deutschland (BSH und itap). Ziel ist es, die Umsetzung der Meeresrahmenrichtlinie, Deskriptor 11 in Bezug auf anthropogen verursachten Hydroschall zu unterstützen. Die Messkampagne läuft über das gesamte Jahr 2014. Erste Ergebnisse sind im kommenden Jahr zu erwarten.

Danksagung

Wir danken Femern A/S, dem Team von BioConsultSH und der Crew der JHC Miljø.

Literatur

- [1] Betke K, Matuschek R.; Schallausbreitung eines unterseeischen Eisenbahntunnels. DAGA 2014
- [2] Kastelein RA, Wensveen PJ, Hoek L, Au WWL, Terhune JM, de Jong CAF: Critical ratios in harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) for tonal signals between 0.315 and 150 kHz in random Gaussian white noise. *J. Acoust. Soc. Am.* 126(3), 1588-1597, 2009