

Zielpelmessungen im Fjord mit einem vertikalen Hydrofonarray

Edgar Schmidtke

WTD 71, Forschungsbereich für Wasserschall und Geophysik,
Berliner Straße 115, 24340 Eckernförde, Deutschland, Email: edgarschmidtke@bwb.org

Einleitung

Geräuschabstrahlungen von Schiffen ins Wasser rücken auch in der zivilen Schifffahrt immer mehr in den Fokus, spätestens seit Erscheinen der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie [1]. Diese Richtlinie nimmt in Artikel 2, Abs. 2, „Tätigkeiten, die allein der Verteidigung oder der nationalen Sicherheit dienen“, aus, verlangt aber gleich im nächsten Satz, dass „soweit angemessen und machbar“ im Sinne dieser Richtlinie zu handeln ist.

Die Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung (WTD 71) untersucht bereits seit geraumer Zeit die Geräuschabstrahlung von Marineschiffen und deren Ursachen (z. B.: [2, 3, 4, 5, 6]). Es ist bekannt, dass die Daten entsprechender Messungen stark von den Umgebungsbedingungen abhängen und es aufwändig ist, Ergebnisse von verschiedenen Messeinrichtungen trotz gleichen Untersuchungsobjektes miteinander zu vergleichen [7]. Um die Vergleichbarkeit der Messungen an fest installierten Einrichtungen mit Freifeldvermessungen zu ermöglichen, wurde im Herbst 2010 eine Forschungsfahrt mit dem Forschungsschiff PLANET und einem mobil einsetzbaren Messsystem durchgeführt. Zum Einen diente diese Messung der Vorbereitung einer Messkampagne, die im Sommer 2011 gemeinsam mit dem kanadischen Forschungsschiff QUEST [8] durchgeführt werden soll, und bei der die QUEST und die PLANET auf diese Weise vermessen werden sollen, bevor begleitende Messungen in Hegernes (Norwegen) und Aschau anstehen an fest installierten Messstellen anstehen. Zum Anderen sollte untersucht werden, ob bei Messungen in einem tiefen Fjord Reflexionen von Fjordwänden oder Meeresboden das Ergebnis stören oder ob die Messungen einer Freifeldmessung nahe kommen.

Experimente

Das vertikale Hydrofonarray VA-III, das auch frei driftend als Boje betrieben werden kann, wurde bereits in [4] vorgestellt. Die damalige Kampagne wurde mit dem mittlerweile außer Dienst gestellten Forschungsschiff PLANET (das zweite dieses Namens) durchgeführt, die Kampagne aus dem Jahre 2010 mit dem seit 2004 im Dienst stehenden neuen Schiff PLANET (das dritte, vgl. auch [3]).

Die Messungen wurden im September 2010 im norwegischen Sognefjord bei ca. $61^{\circ}08,6'N$, $5^{\circ}56,5'E$ und bei Wassertiefen von mehr als 1200 m durchgeführt. Die Abstände zu den Fjordwänden waren größer.

Das vertikale Hydrofonarray wurde als frei driftende Boje

ausgebracht. Bei dem zur Messzeit vorherrschenden ruhigen Wetter wurde die Boje von Tideströmung und Wind während eines ganzen Messtages um weniger als 1000 m versetzt. Den prinzipiellen Aufbau zeigt Abbildung 1. Die

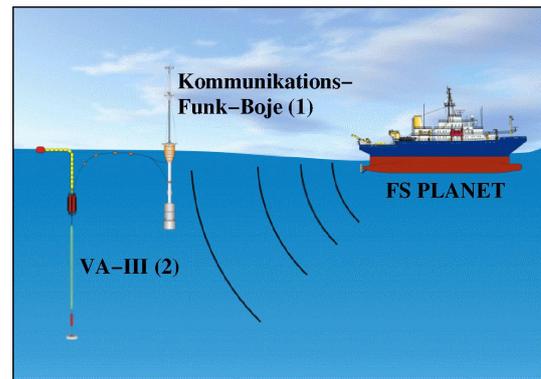


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau des Experimentes. An der Wasseroberfläche die Kommunikationsboje mit GPS (1), davon abgesetzt das Hydrofonarray (2), daneben das Schiff als zu untersuchende Schallquelle.

Zustände des Schiffes bei den einzelnen Messungen waren, so gut es eben bei Schiffen in See geht, die gleichen wie bei den Vermessungen an den stationären Vermessungsstellen in Hegernes und Aschau [7], das heißt, es liefen die gleichen Aggregate und Motoren, um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen. Das Schiff passierte bei den einzelnen Messungen die Boje mit konstanter Geschwindigkeit. Der Abstand zwischen dem Schiff und dem Array kann über GPS nur ungenau bestimmt werden, weil nur die an der Oberfläche treibende Aufzeichnungs- und Kommunikationsboje über eine Antenne verfügt, nicht jedoch der unter der Wasseroberfläche liegende Teil, der dem Betrieb des Arrays dient. Diese beiden Teile sind durch ein etwa 100 m langes Kabel miteinander verbunden, so dass das Array sich in diesem Abstand in beliebiger Richtung von der Antenne befindet. Das hochgenaue Zeitsignal des GPS wird daher in den Datenstrom des Arrays eingefügt, über einen zweiten GPS-Empfänger wird an Bord des Schiffes ein kurzes Schallsignal getriggert (Pinger). Über die Kenntnis der Schallgeschwindigkeit lässt sich die Laufzeit des Signals vom Wasserschallsender zum Array sehr genau in Entfernung umrechnen. Die Zeitsignale der verwendeten 64 Hydrofone im Abstand von jeweils 150 mm (geometrische Mitte des Arrays auf 80 m Tiefe) wurden einer Frequenz-Wellenzahl-Analyse ($k-\omega$ -Analyse) unterzogen. Dies erlaubt das Ausblenden von Störgeräuschen, die aus anderen Winkeln auf das Array fallen.

In Abb. 2 ist die genannte $k-\omega$ -Analyse für eine Messung

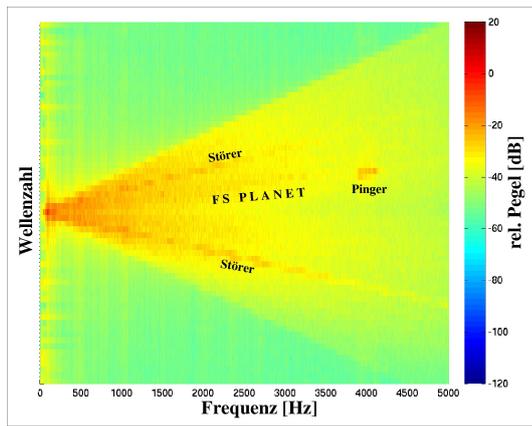


Abbildung 2: Relative Pegel bei einer Vorbeifahrt mit 4 Knoten. Der Pinger, zwei Spuren von Störsignalen und die schwach erkennbare Spur des Schiffes PLANET sind erkennbar.

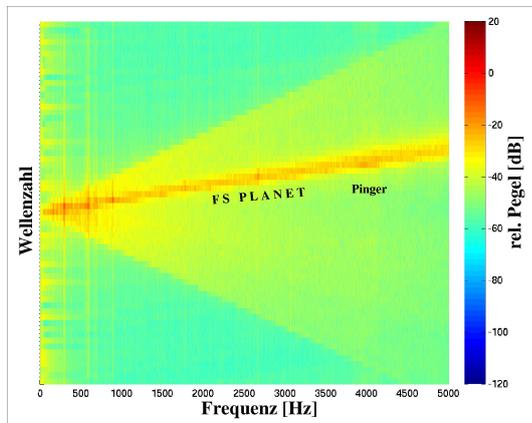


Abbildung 3: Relative Pegel bei einer Vorbeifahrt mit 12 Knoten. Der Pinger ist diesmal nur schwach erkennbar, die Spur der PLANET umso deutlicher als bei der Fahrt mit 4 kn.

mit einer Fahrt von 4 kn in der Nähe des CPA (closest point of approach) dargestellt. Man erkennt das Signal des Pingers bei 4 kHz und Spuren von Störsignalen, die eindeutig nicht der PLANET zuzuordnen sind. Alle Akustik von der PLANET sind auf der schwach erkennbaren Linie vom Punkt ($k=0, f=0$) hin zu dem Signal des Pingers zu sehen. In der Abbildung sind relative Pegel dargestellt.

Sowohl die Störer als auch PLANET sind als gerade Spuren erkennbar, breitbandig (alle Frequenzen) und alle mit jeweils einem konstanten Verhältnis von Wellenzahl zu Frequenz, somit mit einer typischen – auf das Array projizierten – Schallgeschwindigkeit. Mit einer Geschwindigkeit von 12 Knoten ist das Experiment durchgeführt worden, dessen Daten in Abbildung 3 dargestellt sind. Bei 12 Knoten setzt bereits die Kavitation an den beiden Propellern ein, diese stellt dann die dominierende breitbandige Geräuschquelle des ansonsten sehr leisen Schiffes dar. Die Spur der PLANET in der Abbildung (diesmal ohne Störer) hebt sich wesentlich deutlicher vom Hintergrundgeräusch ab als bei der Fahrt mit 4 Knoten. Auch tritt der Pinger nicht mehr so deutlich hervor.

Zusammenfassung

Die Messung des Zielpiegels eines Schiffes mit einem frei driftenden vertikalen Hydrofonarray wurde im tiefen Wasser in Vorbereitung auf ein im Sommer 2011 geplantes Experiment durchgeführt. Die Auswertung der Messdaten erlaubt das Ausblenden von Störquellen, so dass die Bestimmung des Zielpiegels mit Hilfe dieses Arrays besser gelingt als mit Einzelhydrofonen. Das Bojensystem erlaubt die Vermessung eines Schiffes, ohne auf fest installierte Anlagen oder ein zweites Messschiff zurückgreifen zu müssen. Bei diesen Experimenten zeigt sich, dass solche Experimente auch in einem Fjord durchgeführt werden können, da keine Reflexionen des Schiffgeräusches, erkennbar durch das Fehlen eines Echos des Pingers, vom Meeresboden oder den Fjordwänden auftreten.

Literatur

- [1] Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie)
- [2] Schäl, S.: Hydro acoustical range facilities in Germany, Proceedings of the Joint Congress CFA/DAGA'04, pp. 335–336, Strasbourg (2004)
- [3] Will, C., Schmidtke, E., Abshagen, J. u. Nejedl, V.: Körperschall-Wasserschall-Korrelation bei nieder- und mittelfrequenter Luftschallanregung, Fortschritte der Akustik, pp. 699–700, Berlin (2010)
- [4] Nejedl, V., Ehrlich, J. und Kubaczyk, C.: Freefield Measurements of Radiated and Structure Borne Sound of a Ship, Proceedings of the Joint Congress CFA/DAGA'04, pp. 337–338, Strasbourg (2004)
- [5] Homm, A.: Einfluss der Propellereigenschaften auf die Wasserschallabstrahlung eines Schiffes am Beispiel des Forschungsschiffes Planet, Fortschritte der Akustik, pp. 427–428, Stuttgart (2007)
- [6] Schmidtke, E., Abshagen, J. und Nejedl, V.: Tieffrequente Anregung von Schiffsstrukturen mit Luftschall, Fortschritte der Akustik, pp. 419–420, Stuttgart (2007)
- [7] Schäl, S. und Forst, C.: Akustische Abstrahlung des Forschungsschiffes PLANET, Fortschritte der Akustik, t.b.p., Düsseldorf (2011)
- [8] CFAV QUEST, kanadisches Forschungsschiff, http://www.atlantic.drdc-rddc.gc.ca/factsheets/TS0102/TS0102_eng.html