

Akustische Abstrahlung des Forschungsschiffes PLANET

Stefan Schäl¹, Christian Forst^{1,2}

¹ WTD 71 Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung, 24340 Eckernförde, E-Mail: stefanschael@bwb.org

² E-Mail: christianforst@bwb.org

Einleitung

Die latente Bedrohung der Marineschiffe durch die Auswertung der akustischen Unterwasserabstrahlung in Unterwasserwaffensystemen sowie der Beitrag von Schiffen am Pegel des Unterwasserlärms in den Weltmeeren erfordern als Voraussetzung für Gegenmaßnahmen die Kenntnis der eigenen Unterwassersignatur und des Ausbreitungsverhaltens im Einsatzraum.

Die hydroakustische Vermessung von Schiffen und Booten wird durch eine Vielzahl von Parametern beeinflusst. Darstellungen, Vergleiche und Analysen werden fehlinterpretiert, falls die eindeutige Beschreibung der Parameter ausbleibt. Neben den Messungenauigkeiten folgen häufig systematische Fehler. Die Registrierung der hydroakustischen Emission eines Objektes erfolgt durch mobile oder festinstallierte Hydrofonanordnungen. Für eine periodisch durchzuführende Vermessung ist es erforderlich, festinstallierte Anordnungen zu wählen, um in einem Vergleich der zeitlich aufeinanderfolgenden Messperioden mögliche Unterschiede zu dokumentieren. In Deutschland wird die einzige stationäre hydroakustische Messstelle durch die WTD 71 (Wehrtechnische Dienststelle in Eckernförde) betrieben. Die Abhängigkeit von den Umweltparametern werden durch die Gegenüberstellungen hydroakustischer Vermessungen eines Messobjektes an zwei unterschiedlichen Messstellen aufgezeigt.

Umweltparameter

Die Schallausbreitung unter Wasser unterliegt dem Einfluss der Eigenschaften des Mediums (z.B. Temperatur, Salzgehalt) und des Raumes. Neben der frequenzabhängigen Ausbreitung ist die Abstrahlcharakteristik der Quelle zu berücksichtigen. Eine auswertbare Registrierung einer künstlichen Quelle im Wasser ist nur bei ausreichendem Pegel gegenüber dem vorherrschenden Hintergrundgeräusch möglich. Bei Wiederholungsvermessungen der gleichen unveränderten Quelle wird, messtechnische Fehlerfreiheit sei vorausgesetzt, das gleiche Ergebnis erzielt. Die Reproduzierbarkeit ist an der Flachwassermessstelle der WTD 71 im engen Toleranzrahmen gewährleistet. Bereits in einer geringen örtlichen Distanz von einer ursprünglichen Vermessungsaktion differieren die akustischen registrierten Pegel aufgrund unterschiedlichen Umgebungsparameter erheblich. In der Eckernförder Bucht aufgezeichnete Messergebnisse des Forschungsschiffes PLANET dokumentieren diese messstellengebundenen Eigenschaften. Die globale hydroakustische Vermessung eines Schiffes/Bootes ist ohne Beschreibung der Geometrie der Messstelle, der Messverfahren und Schiffsbe-

triebseinstellungen wertlos. Das Messergebnis wird von folgenden Parametern beeinflusst:

- Reflexionen
 - an der Wasseroberfläche (Beamaspekt)
 - am Meeresboden (Flachwasser)
 - an den seitlichen Begrenzungen des Messgebietes (z.B. im schmalen Fjord)
- Messgeometrie im Nahfeld /Fernfeld
- Ausbreitungverluste im Medium
- Externe Störquellen, Wetter
- Konfigurationseinstellungen des Messobjektes



Abbildung 1: Allgemeine Umweltumgebung für eine hydroakustische Vermessung.

Messobjekt PLANET

Das Forschungsschiff der WTD 71 mit einer Länge von 73m ist in der SWATH-Technologie (Small Waterplane Area Twin Hull) gebaut worden. Für die Erprobungen und Forschungsarbeiten wird ein besonders leises Schiff und zugleich eine nahezu seegangsunempfindliche Plattform gefordert. Bis auf den direkten Antriebsstrang mit dem permanent angeregten Elektromotoren befinden sich die wesentlichen Geräuscherzeuger oberhalb der Wasserlinie. Mit einer Stammbesatzung von 25 Personen können zusätzlich 20 Wissenschaftler an Bord aufgenommen werden. Im gesamten Schiff ist eine 96 kanalige Messsensorkette an den relevanten Stelle integriert, die es ermöglicht, den akustischen Zustand des Schiffes zu protokollieren.

Mit einer Gesamtantriebsleistung von 4160 kW wird über zwei direkt angetriebenen Wellen mit 7 blättrigen Skewpropeller die Maximalgeschwindigkeit von 15 kn erreicht.

Im Rahmen der Dokumentation der hydroakustischen Eigenschaften ist die PLANET in Flachwasser und Tiefwasser vermessen worden.

Akustische Messstellen der WTD 71

Die WTD betreibt eine Flachwassermessstelle in der Eckernförder Bucht sowie eine Tiefwassermessstelle in NO in Kooperation mit NO und NL. Im Flachwasserbereich befinden sich 2 Hydrofonketten mit jeweils 5 transversal zum Überlaufkurs angeordneten Hydrofonen in einer Wassertiefe von ca. 20 m. In der Tiefwassermessstelle werden die ebenfalls transversal zum Überlaufkurs installierten Hydrofone backbords und steuerbords in ca. 100m Abstand über ein Winchsystem in der Tiefe variiert. Die Wassertiefe im Fjord beträgt ca. 380 m. Die sehr unterschiedlichen Messgeometrien und Umweltumgebungen dieser Messstellen beeinflussen die messtechnischen Ergebnisse erheblich. Abnahmebedingungen sind entsprechend den Besonderheiten anzupassen.

Messergebnisse

Das Forschungs- und Erprobungsschiff PLANET ist in kurzen Zeitabständen in Tiefwasser und Flachwasser akustisch vermessen worden. Es werden zum Vergleich Registrierungen der seitlichen Abstrahlungen in 40 m bzw. 80 m analysiert. Das Messverfahren und die Analyse sind für beide Messstellen identisch. Es wurden drehzahlabhängige Überläufe miteinander verglichen. Durch Verfahren der Winchsysteme im Tiefwasser wurde der gleiche Aspektwinkel eingestellt.

Für das Erreichen der unterschiedlichen Geschwindigkeiten werden feste Konfigurationen der Antriebsanlage und Generatoren gewählt. Die Hauptgeräuscherzeuger Propeller, Dieselmotoren, Elektromotor, Seekühlwasserpumpe sind im Spektrum anhand ihrer Drehzahlen im unteren Frequenzbereich zu identifizieren. Mit steigender Geschwindigkeit überragt die durch den Propeller induzierte Kavitation das Spektrum von höheren Frequenzen bis in den unteren Frequenzbereich.

Zur Abdeckung des Frequenzbereiches bis 80 kHz wurde zur Darstellung die Terzanalyse gewählt. Die Terzen zeigen den Pegel im jeweiligen Messabstand. Das zeitliche Auswertefenster liegt im akustischen Schwerpunkt während des Überlaufs im CPA(Closest Point of Approach) und die Terzkurven präsentieren die energetische Mittelung der Pegelwerte über diese Zeit. Die Analyse der hydroakustischen Aufnahmen bei 6 kn ist nur in 40 m Abstand möglich, da der Störabstand zum Hintergrundgeräusch bei 80m nicht ausreichend war, welches für die Sensibilisierung in der Planung und Umsetzung der akustischen Maßnahmen der PLANET spricht.

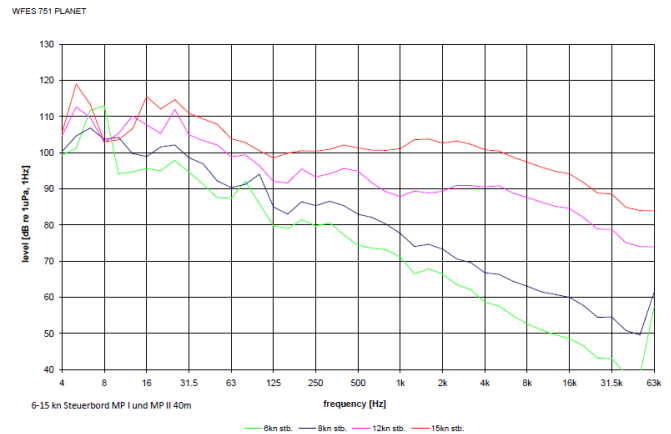


Abbildung 2: Dokumentation der Terzpegelverläufe bei steigenden Geschwindigkeiten der PLANET über der Messstrecke

Die Unterschiede der Flachwasser und Tiefwasser- vermessung wurden durch frequenzabhängige Differenzkurven dokumentiert. Die größeren Pegelunterschiede sind erwartungsgemäß aufgrund des Meeresbodeneinflusses im unteren Frequenzbereich aufgetreten, während mit steigender Frequenz eine Differenzierung zwischen den Messstellen schwindet. Tendenziell wird diese Differenzkurve durch bereits vorheriger Vermessungen anderer Schiffe bestätigt.

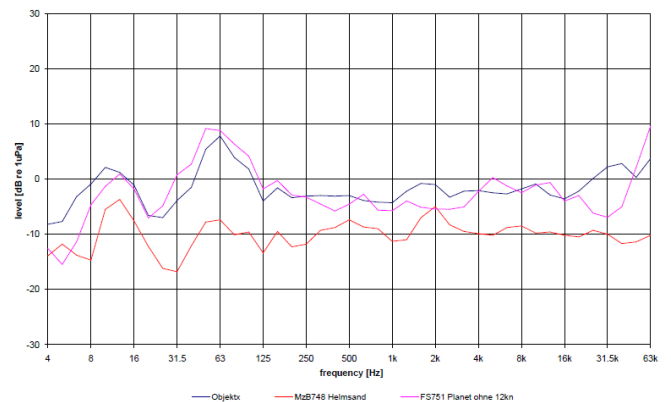


Abbildung 3: Differenzkurve der Tiefwasservermessung

Zusammenfassung und Ausblick

Die hydroakustischen Vermessungen von Schiffen sind von vielen Faktoren abhängig. Die exakte Bestimmung der universalen Zipegel eines Schiffes ist nicht ausreichend möglich. Die Ergebnisse sind stets messplatzbezogen und können nicht ohne weitere Analysen auf andere Umgebungen übertragen werden. Während die Reproduzierbarkeit bei Einhaltung der Konfigurationen und Messbedingungen in einer hohen Güte bei der WTD 71 gewährleistet wird.

Für differenzierte weitergehende Analysen zur Ermittlung des universalen Zipegels werden in einem internationalen Rahmen zwei Forschungsschiffe in einer kurzen Zeitfolge 2011 sieben Messstellen in Flachwasser mit unterschiedlichen Bodenverhältnissen, im Freifeld in offener Tiefsee und in Tiefwasser befahren.