

Tieffrequente Anregung von Schiffsstrukturen mit Luftschall

E. Schmidtke, J. Abshagen, V. Nejedl

Forschungsanstalt der Bundeswehr für Wasserschall und Geophysik
Klausdorfer Weg 2-24, 24148 Kiel, Email: EdgarSchmidtke@bwb.org

Einleitung

Der innerhalb eines Schiffes erzeugte Körperschall ist eine der wesentlichen Ursachen für den von diesem Schiff abgestrahlten Wasserschall. Die Kenntnis der Ursachen, der Ausbreitungswege und des qualitativen Zusammenhangs zwischen den Geräuscherzeugern und dem abgestrahlten Wasserschall sind von grundlegender Bedeutung für Maßnahmen zur Geräuschreduzierung und zur Überwachung des abgestrahlten Wasserschalls. In früheren Experimenten [1] wurden zur gezielten Anregung der Schiffsstruktur an der Außenhaut so genannte selbsttragende Shaker verwendet. Großflächige Anregung unterhalb von 100 Hz ist mit diesen Geräten nicht möglich. Daher wurde eine Luftschallanlage in Schiffssektionen unterhalb der Wasserlinie installiert, mit der sowohl schmal- als auch breitbandige Signale abgegeben werden können. Die gleichzeitig gemessenen Körperschall- und Wasserschallpegel werden für die Barkasse AK2 (ca. 45 t) und das Forschungsschiff FS PLANET (ca. 3500 t) vorgestellt.

Barkasse AK2

Während normaler Betriebszustände der Barkasse AK2 bei einer Fahrt mit 8 Knoten wurden im Maschinenraum Luft- und Körperschall gemessen (vgl. Abb. 1), außerbords der Wasserschall aufgezeichnet. Die Schmalbandspektren (1 Hz) sind in Abbildung 2 dargestellt. Im zweiten Experiment wurde bei ansonsten ruhendem Schiff das vorher aufgezeichnete Luftschallsignal im Maschinenraum über große Lautsprecher wieder mit Pegeln abgegeben, die dem normalen Fahrtzustand entsprechen, siehe Abbildung 3. Der Wasserschallpegel liegt in beiden Fällen

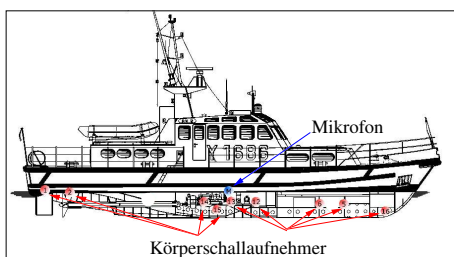


Abbildung 1: Positionen der Körperschallaufnehmer und des Mikrofons im Maschinenraum der Barkasse AK2.

etwa 50 – 60 dB über dem verursachenden Körperschallpegel. Die Luftschallpegel sind vergleichbar, der allein aus dem Luftschall resultierende Körperschallpegel liegt 10 – 20 dB unter jenem Körperschallpegel, der bei einer Fahrt von 8 Knoten vom Antriebsdiesel herrührt. Damit konnte gezeigt werden, dass die vom Luftschall herrührenden Wasserschallpegel zwar nicht dominierend sind, jedoch relevante Pegel im Wasserschall hervorrufen können.

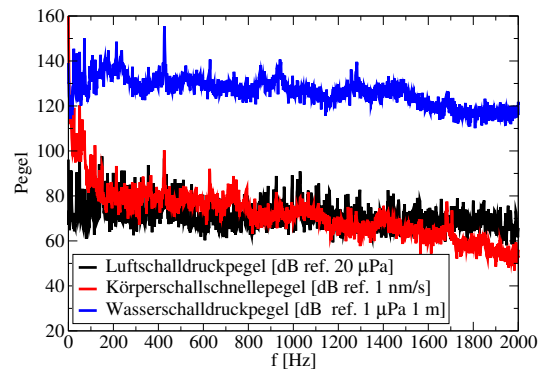


Abbildung 2: Luft-, Körper- und Wasserschallspektren bei 8 Knoten Fahrt.

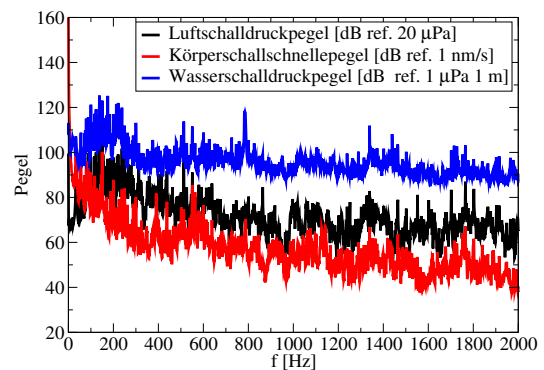


Abbildung 3: Luft-, Körper- und Wasserschallspektren bei ruhendem Schiff und über Lautsprecher erzeugten Luftschall.

FS PLANET

In einer unter der Wasserlinie liegenden Sektion mittschiffs des Forschungsschiffes FS PLANET (vgl. Abb. 4) wurde eine neue Luftschallanlage mit einer Leistung von ca. 1000 W installiert, um auch größere Räume ausreichend beschallen zu können. Ziel des Versuches war, die Antwort der Schiffsstruktur auf die großräumige tieffrequente Anregung zu finden, sowie die Auswirkungen im Wasserschall zu studieren. Es wurden so genannte Sweeps als Signale verwendet, beginnend bei 100 Hz, absteigend mit 0,1 Hz/s bis hinunter zu 30 Hz. Die Körperschallschnellepegel eines ausgewählten Spants und die Wasserschallsignale in etwa 100 m Entfernung (unkalibriert) wurden aufgezeichnet.

Das Experiment wurde zunächst im Backbordrumpf aufgebaut. In Abbildung 5 sind die Schnellepegel eines Spants in unmittelbarer Nähe zum Lautsprecher dargestellt. Die vier Verläufe stellen den Körperschall bei verschiedenen Füllzuständen der drei Ballasttanks im



Abbildung 4: FS PLANET, das neue Forschungsschiff in SWATH-Bauweise.

Backbordtauchkörper des Schiffes dar, die sich in unmittelbarer Nähe zur Geräuschquelle befanden. Auffallend ist die Überhöhung der Signale bei etwa 90 Hz bei allen vier Füllzuständen. Die gleichzeitig ermittelten Wasserschallspektren sind in Abbildung 6 dargestellt. Die im Körperschall bei allen Trimmzuständen erkennbare Überhöhung findet sich nur bei einem der vier Zustände (leer/leer/voll) in dieser Deutlichkeit auch im Wasserschall wieder. Hingegen finden sich in allen vier Zuständen die Überhöhungen bei 45 Hz und bei 60 Hz im Körperschall auch im Wasserschall wieder.

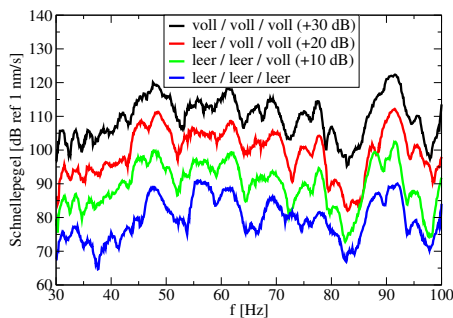


Abbildung 5: Schnellepegel eines Spants in unmittelbarer Nähe zur Luftschallquelle im Backbordrumpf.

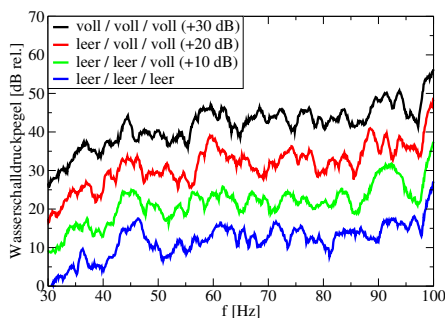


Abbildung 6: Relative Wasserschallpegel in etwa 100 m Entfernung backbord querab.

In den Abbildungen 7 und 8 sind die Ergebnisse eines entsprechenden Experimentes im Steuerbordrumpf dargestellt. Dabei wurde auf größtmögliche Spiegelsymmetrie beim Versuchsaufbau geachtet. Deutlich hebt sich eine Signalüberhöhung bei etwa 65 Hz im Körperschall hervor, von der sich bei keinem der in Betracht gezogenen Ballastzustände etwas im Wasserschall findet. Sowohl im Körper- als auch im Wasserschall verhalten sich die beiden Rümpfe aus akustischer Sicht bei gleichartiger Anregung im Frequenzbereich zwischen 30 Hz und

100 Hz deutlich unterschiedlich. Hierfür spricht auch die nicht-symmetrische Anordnung mehrerer Aggregate in den Rümpfen.

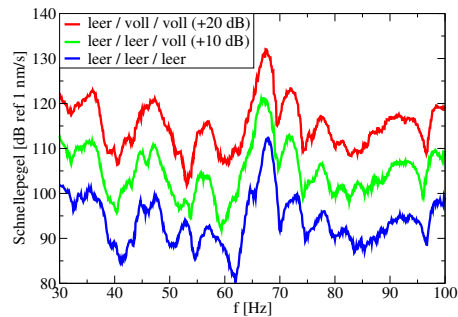


Abbildung 7: Schnellepegel eines Spants in unmittelbarer Nähe zur Luftschallquelle im Steuerbordrumpf.

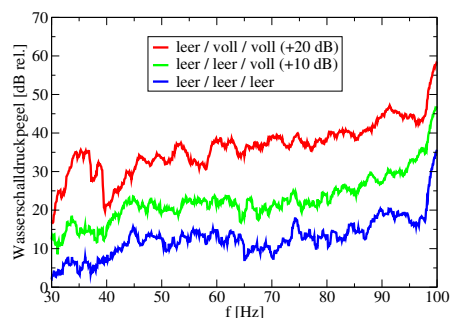


Abbildung 8: Relative Wasserschallpegel in etwa 100 m Entfernung steuerbord querab.

Zusammenfassung

Bei früheren Versuchen konnte gezeigt werden, dass selbsttragende Shaker geeignet sind, an ausgewählten Punkten gezielt Signale in die Schiffstruktur einzuleiten, allerdings erhält man so lediglich lokale Informationen. Für die Anregung großer Flächen bei Frequenzen unterhalb 100 Hz ist die Anregung der Struktur über Luftschall interessant, da auf diese Weise akustische Eigenschaften über einen größeren Bereich untersucht werden können. An einer Barkasse wurde gezeigt, dass allein durch Anregung der Struktur über Luftschall im Maschinenraum bei realistischen Pegeln 110 – 120 dB(A) relevante Wasserschallpegel hervorgerufen werden. An dem Forschungsschiff FS PLANET konnte gezeigt werden, dass Veränderungen der Füllzustände der Ballasttanks sowohl den Körper- als auch den Wasserschall beeinflussen. Das Schiff ist im akustischen Sinne trotz seiner besonderen Bauweise nicht rechts-links-symmetrisch. Bei zukünftigen Messkampagnen ist die Bestimmung des quantitativen Zusammenhangs zwischen Körper- und Wasserschall bereits geplant.

Literatur

- [1] V. Nejedl, J. Ehrlich und C. Kubaczyk, Freefield Measurement of Radiated and Structure Borne Sound of a Ship, Proceedings of the Joint Congress CFA/DAGA (2004), 337 – 338