

Körperschallreduktion im Schiffbau

Projektleiter
Prof. Dr.-Ing.
Thomas Borchert

Zeitraum
2002

Kooperation
Nordseewerke GmbH,
Emden

Förderung
Fachhochschule
Dortmund,
Forschungssemester

Kontakt
Prof. Dr.-Ing.
Thomas Borchert,
Fachbereich
Maschinenbau,
Fachhochschule
Dortmund,
Sonnenstraße 96,
44139 Dortmund,
Telefon:
(0231) 9112-292,
E-Mail: thomas.borchert
@fh-dortmund.de

Die Forschungsinhalte des Labors für Schwingungstechnik und Akustik des Fachbereiches Maschinenbau, vorgestellt auf der Fachtagung für Schiffgeräusche im Hause der Howaldtswerke Deutsche Werft AG – HDW – im Jahre 2001 in Kiel, führten zu einer Kooperation mit den Thyssen Nordseewerken in Emden, heute Nordseewerke GmbH, ein Unternehmen von ThyssenKrupp Marine Systems.

Die Nordseewerke sind Hersteller von zivilen und militärischen Schiffen; im letztgenannten Bereich u.a. spezialisiert auf Unterseeboote. In Kooperation mit der Howaldtswerke Deutsche Werft AG (HDW) produziert die Werft U-Boote der Klasse 212A. Diese Boote besitzen einen Hybridantrieb, im Wesentlichen bestehend aus Dieselmotor, Batterie, Brennstoffzelle und Fahrmotor, der es ermöglicht, längere Einsätze im getauchten Zustand weitestgehend unabhängig von Aussenluftzufuhr zu fahren. Die Brennstoffzelle wandelt nahezu geräuschlos Wasserstoff und Sauerstoff in elektrische Energie um; das als Reaktionsprodukt anfallende destillierte Wasser findet an Bord Verwendung.

Ein wesentliches Merkmal eines U-Bootes ist seine Tarnung; die Ortbarkeit durch gegnerisches Sonar wird durch die Minimierung der akustischen Signatur vermieden. Die Akustik, insbesondere das Studium der zum Wasserschalltransfer geeignenden potentiellen Körperschallquellen des Schiffsystems, stellt daher einen Forschungsschwerpunkt der Nordseewerke dar. Eingebunden in die Abteilung für Schiffsakustik wurden Grundsatzstudien zur Schwingungsreduktion von Schiffsystemkomponenten durchgeführt.

Das Versuchsfeld der Nordseewerke für akustische Experimente besteht im Kern aus einer U-Boot-Sektion, Bild 1, ausgestattet mit Körper-, Luft- und Wasserschallmesstechnik.



Bild 1: Versuchssektion der Nordseewerke

Ein erstes Thema war die Dämpfungserhöhung der Propellerflügel einer Schiffantriebsanlage:

Während des Betriebes werden die Propellerflügel schwingungserregt und erzeugen Wasserschallemissionen, die sich durch Reduktion der Schwingungsamplituden mittels gesteigerter System-Dämpfungsmechanismen verringern lassen.

Hierzu wurden systematisch alternative Propellerflügelmaterialien sowie Dämpfungsadditive prinzipiell an einer einseitig eingespannten Platte getestet. Bild 2 zeigt den Versuchsaufbau der Platte in atmosphärischer Umgebung; der untere Halter dient für die Unterwassertests.

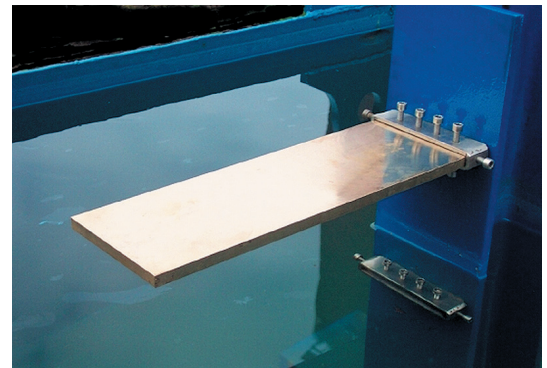


Bild 2: Plattenförmiger Versuchsträger für Dämpfungsstudien

Die experimentellen Resultate, siehe beispielhaft die Abklingkurven nach Bild 3,

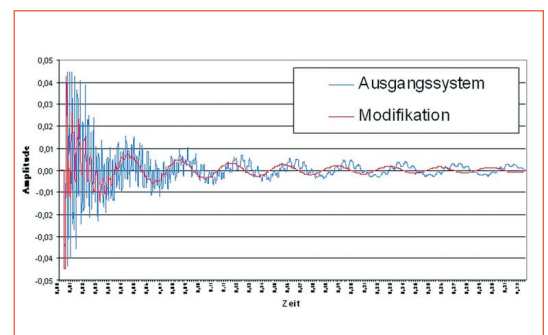


Bild 3: Amplituden-Zeit-Spektren eingespannter Platten unter Wasser

wurden durch numerische Studien mit der Finite-Elemente-Methode auf die Propellergeometrien übertragen und optimiert, Bild 4.

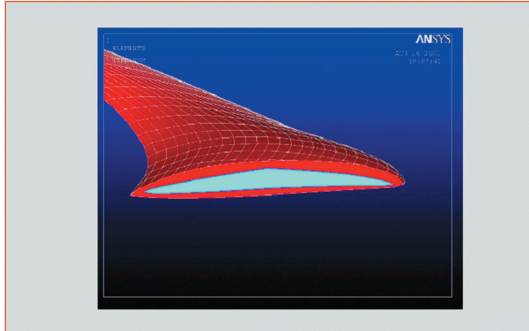


Bild 4: Finite-Elemente-Modell eines dämpfungsschichteten Propellerflügels

Die Studie zeigt schließlich Material- und Schichtvarianten der Propellerflügel auf, durch die sich die Wasserschallsignatur einer Schiffantriebsanlage reduzieren lässt.

Ein zweites Arbeitsgebiet war die Körperschallreduktion von Schiffssystemkomponenten mit Resonatoren.

Hierbei werden balkenförmige Schwingungstilger, die mit ihrer jeweiligen ersten Eigenfrequenz auf die Betriebsschwingungsfrequenz eines Schiffsaggregates abgestimmt sind und daher Resonatoren genannt werden, auf Motorcorpi oder Lagerelemente der Maschine montiert, um so kinetische Energie zu absorbieren und in Wärme umzuwandeln. Auf diese Weise wird die Körperschallkette im Schiff unterbrochen und die Wasserschallemission reduziert.

Als Beispiel zeigt Bild 5 das Lager eines Pumpenaggregates, an dem ein – hier rot gefärbter – Resonator adaptiert ist. Dadurch werden während des Pumpenbetriebes die Lagerschwingungsamplituden und somit die Transmission der Schallwellen reduziert; Bild 6 zeigt hierzu den Vergleich der Körperschallschnellepegel zwischen Ausgangssystem und Modifikation.

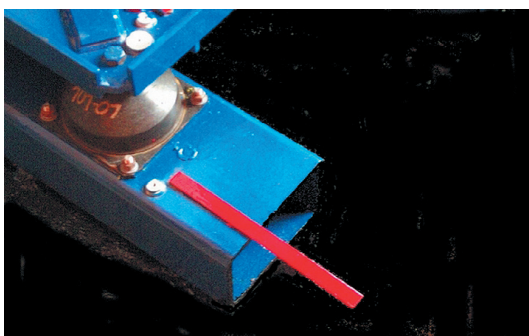


Bild 5: Pumpenlager mit Resonator

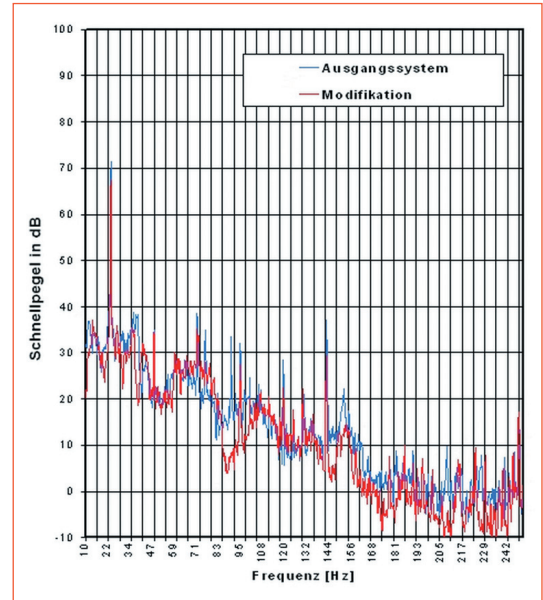


Bild 6: Pumpen-Betriebsschwingungsspektren: Körperschall am Lager

Durch den Resonator reduzierte sich der Körperschallschnellepegel am Pumpenlager im Zielfrequenzbereich bei 140 Hz um ca. 8 dB.

Hinsichtlich der Zielsetzungen des Praxissemesters ergaben sich

- für die Lehre Optimierungsansätze zur Interaktion analytischer, experimenteller und numerischer Verfahren an Beispielen der Technischen Mechanik und
- für die Forschung Ansätze zur Erhöhung der frequentiellen Breitbandeffizienz der Resonatoren in integrierter, masseneutraler Bauweise.

Veröffentlichung

Borchert, Thomas: Körperschallreduktion im Marineschiffbau durch Resonatoren, 13. Arbeitstagung Anwendungen der Akustik in der Wehrtechnik, Wehrtechnische Dienststelle 61 der Bundeswehr, Meppen, 24.–26.09.2002.