

Internationale Aktivitäten im Hinblick auf die Reduzierung der Wasserschallabstrahlung von Handelsschiffen

Anton Homm

Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, maritime Technologie und Forschung – WTD 71
E-Mail: AntonHomm@bwb.org

Einleitung

Messungen des Umgebungsgeräusches in den Weltmeeren haben gezeigt, dass durch den massiven Anstieg des Schiffsverkehrs in den vergangenen Jahrzehnten auch der Pegel des Hintergrundgeräusches vgl. [3] und [4] stark angestiegen ist. Wegen der besonderen Ausbreitungsbedingungen für Wasserschall gilt dies nicht nur entlang der vielbefahrenen Schifffahrtsrouten sondern generell. Diese Entwicklung bleibt nicht ohne Folgen für die Meeresfauna, insbesondere Säuger, die häufig auf akustische Unterwasserkommunikation angewiesen sind.

Vor diesem Hintergrund haben Umweltverbände eine Initiative im „Marine Environment Protection Committee“ (MEPC) der IMO (International Maritime Organization) gestartet, um langfristig die Schallabstrahlung ziviler Schiffe zu reduzieren.

Diskussionen zu schallreduzierenden Maßnahmen zeigten allerdings schnell, dass eine notwendige Voraussetzung für Aktivitäten in dieser Richtung zunächst ein allgemein anerkannter Standard (Norm) zur reproduzierbaren Vermessung der Wasserschallabstrahlung von zivilen Schiffen ist. Bisher existieren Anlagen hierzu nur im militärischen Bereich, die zwar auch für Sonderschiffe, wie z.B. Forschungsschiffe oder Fischereiforschungsschiffe genutzt werden, für den Großteil anderer ziviler Fahrzeuge, wie große Containerschiffe oder Supertanker jedoch häufig nicht geeignet sind.

Aktueller Sachstand

Innerhalb der ISO (International Organization for Standardization) wurde deshalb eine Arbeitsgruppe WG 6 (Protecting marine ecosystem from underwater irradiated noise) unter dem TC 8 (Ships and marine technology), SC 2 (Marine environment protection) etabliert, die verbindliche Normen zur Vermessung der Wasserschallabstrahlung von Schiffen erarbeiten soll. Nach der letzten Sitzung der Arbeitsgruppe am 15. Februar in London wurde ein erstes offizielles Entwurfsdokument zur Abstimmung verteilt, ISO/NP PAS 16554 [1].

Parallel zu diesen Bemühungen wurde in den USA ebenfalls von einem international besetzten Gremium der 1. Teil eines nationalen Standards zur Vermessung ziviler Schiffe erarbeitet [2]. Die USA haben nun über ISO/TC 43 (Acoustics) SC 1 (Noise) vorgeschlagen, diese Norm unter dem Entwurf ISO/NP 17208-1 einfach international zu übernehmen. Da es zum Zeitpunkt dieses Vorschlags jedoch

bereits eine offizielle ISO Arbeitsgruppe zu dieser Thematik gab, zeichnet sich ab, dass es wohl zu einer gemeinsamen Arbeitsgruppe aus den beiden Bereichen kommen wird, in der sowohl Schiffbauer als auch Akustiker vertreten sind.

Innerhalb des DIN hat sich eine ähnliche Konstellation herauskristallisiert. Die ursprünglich durch die Normenstelle für Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) formierte Spiegelgruppe wird mittlerweile nicht mehr durch den Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) ergänzt, sondern dieser hat aus Gründen der Finanzierung die Federführung der Spiegelgruppe übernommen.

Problemstellung

Wie bei der Normung allgemein üblich, sind die Interessen unterschiedlicher Gruppen bei der Standardisierung zu berücksichtigen. Da es sich hierbei um ein internationales Projekt handelt, sind nicht nur unterschiedliche Nationen beteiligt (aktuell, Japan, China, UK, USA, Frankreich, Italien, Niederlande, Deutschland) sondern auch unterschiedliche internationale Interessensvertretungen. Hinzu kommt, dass eine Reihe technischer und physikalischer Randbedingungen die Arbeit erschweren. Nicht zuletzt dürfen wirtschaftliche Gesichtspunkte nicht vernachlässigt werden. Zunächst haben sich folgende allgemeine Vorgaben herauskristallisiert:

- Die Norm soll für alle zivilen Schiffe gültig sein,
- Die Vermessung soll im Rahmen einer Seeerprobung (SAT) möglich sein,
- Die Vorschrift soll sowohl für tiefes Wasser als auch für Flachwasser einschlägige Vorschriften bereitstellen.

Diese Vorgaben zeigen schon, dass es durch eine einfache Übernahme von [2] nicht getan ist, weil die amerikanische Norm explizit für Schiffe entwickelt wurde, die hinsichtlich der Wasserschallabstrahlung akustische Anforderungen erfüllen müssen, wie z.B. Forschungsschiffe. Außerdem gilt der aktuell vorliegende 1. Teil dieser Norm ausschließlich für Vermessungen im tiefen Wasser.

Physikalische Randbedingungen

Eine ganze Reihe objektiver physikalischer Gegebenheiten ist bei der Formulierung der Vermessungsvorschrift zu beachten. Bei Vermessungen zum Wasserschall wird man immer den Einfluss der freien Oberfläche des Seegebietes

berücksichtigen müssen (Lloyd Mirror Effekt). Durch den Impedanzsprung an der freien Oberfläche kommt es zu einer Totalreflexion der einfallenden Schallwelle. Dieser Effekt lässt sich bei monofrequenten Punktquellen und ideal glatter Oberfläche in allen Raumpunkten exakt berechnen und erzeugt am Ort des Empfängers ein frequenzabhängiges Interferenzmuster. Natürlich handelt es sich bei einem Schiff weder um eine Punktquelle, noch um einzelne Frequenzen. Auch kann in den meisten Fällen nicht von einer ideal glatten Spiegelfläche ausgegangen werden, sodass eine allgemeingültige exakte Angabe des Lloyd-Mirror-Effekts nicht möglich ist.

Bei der Behandlung des Problems darf man die Zielsetzung der Verwendung der Messergebnisse nicht aus den Augen verlieren. Zum Einen sollen die Resultate Hinweise darauf geben, in welchen Bereichen schallreduzierende Maßnahmen am Schiff erfolgversprechend sind. In diesem Fall kann man den Weg wie in [2] gehen und einen sogenannten „affected source level“ definieren, bei dem der Einfluss der freien Oberfläche nicht korrigiert wird, aber immer in der gleichen Weise berücksichtigt wird. So sind die Messungen untereinander immer vergleichbar.

Zum Anderen sollen die Ergebnisse dazu dienen, die Umweltbelastung in gewissen Seegebieten durch die Schallabstrahlung ins Wasser zu berechnen. Hier wäre es sinnvoll, die Messwerte entsprechend zu korrigieren, da die meisten Berechnungsmodelle den Zielpegel als Eingangsgröße benutzen und die freie Oberfläche bereits in der Modellierung steckt. Andernfalls würde man den Einfluss der Spiegelfläche doppelt berücksichtigen.

Ein weiteres objektives physikalisches Problem sind die Ausbreitungsverluste der Schallwellen im Seegebiet der Vermessung. Sie hängen sowohl von den hydrografischen (Wassertiefe), geologischen (Meeresboden) und meteorologischen (Seegang), als auch von den physikalischen (Schallgeschwindigkeitsprofil, Messabstand) Rahmenbedingungen ab. Selbst wenn man sich auf die Unterscheidung zwischen Tiefwasser und Flachwasser beschränkt, ist eine eindeutige Abgrenzung der Verhältnisse nicht so ohne weiteres möglich. Der allgemein übliche Ansatz sphärischer Schallausbreitungsbedingungen ist eine Näherung, die mit Sicherheit bei Tiefwasser und Frequenzen oberhalb von 1 kHz ihre Berechtigung hat und damit kompromissfähig ist. Man muss sich jedoch darüber im Klaren sein, dass man bei den relevanten tiefen Frequenzen unter 100 Hz und in Seegebieten mit geringerer Wassertiefe nicht unerhebliche Fehler bei diesen Annahmen begeht. Dieses Problem ist noch nicht gelöst und wird auch künftig zu weiteren Diskussionen führen.

Technische Rahmenbedingungen

Bei einem Schiff handelt es sich um ein sehr komplexes technisches Gebilde, bei dem viele verschiedene Mechanismen und Quellen zur Schallabstrahlung ins Wasser beitragen können. Welche der denkbaren Quellen zum Zeitpunkt der Vermessung pegelbestimmend sind, hängt jedoch von der Konfiguration an Bord und unter Umständen von den entsprechenden Beladungszuständen des Schiffes

ab. Deshalb wird auf eine genaue Buchführung der Umstände der Vermessung großer Wert gelegt. In [1] wurde daher ein Katalog von Schiffsparametern angegeben, welche bei der Vermessung zu protokollieren sind. Beispielhaft seien hier die Propellerdrehzahl und der Ladezustand (inkl. Tiefgang) hervorgehoben, weil die Kombination dieser Parameter ein „Maß“ dafür sein kann, ob Propellerkavitation vorliegt oder nicht.

Weitere technische Rahmenbedingungen sind vorgegeben durch die Verwendung der entsprechenden Sensorik einschließlich der Signalkonditionierung, Datenerfassung und Aufbereitung. Neben beispielhaften Angaben zu Möglichkeiten der Hydrofonausbringung wurden hier insbesondere Vorgaben zur Kalibrierung sowie zur Berücksichtigung der Sensorempfindlichkeit und Signalübertragung gemacht.

Die Vorgabe von Minimalanforderungen an die Geometrie der Messkonfiguration (Messabstand, Hydrofontiefe, bzw. Aspektwinkel etc.) gehört ebenfalls in den Bereich der technischen Rahmenbedingungen.

Die Art und Weise der Datenauswertung bzw. Mittelung der Messdaten hat Einfluss auf das erzielte Ergebnis. Hier wurden zwar ebenfalls bereits Vorgaben gemacht, es ist jedoch damit zu rechnen, dass diese Vorgaben zur Mittelung noch nicht endgültig sind, sondern noch eingehender Diskussionsbedarf besteht.

Hintergrundgeräusch

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass bei jeder Messkampagne auch eine Vermessung des Hintergrundgeräusches erfolgen muss. Nur bei ausreichendem Abstand vom Nutz- zum Störsignal kann sichergestellt werden, dass man das zu vermessende Schiff richtig charakterisiert. Dies scheint auf den ersten Blick trivial. Jedoch ist dabei zu berücksichtigen, dass sich tieffrequente Geräusche bei entsprechend geeigneten Umgebungsbedingungen nahezu ungedämpft über viele Kilometer im Ozean ausbreiten können. Das kann zur Folge haben, dass gerade im tieffrequenten Bereich Störungen durch Schiffe auftreten, die weder auf dem Radar, noch optisch in der Umgebung zu erkennen sind.

Literatur

- [1] ISO/CD 16554, Ships and marine technology — Protecting marine ecosystem from underwater radiated noise — Measurement and reporting of underwater sound radiated from merchant ships
- [2] ANSI/ASA S12 .64-2009/Part 1, AMERICAN NATIONAL STANDARD, Quantities and Procedures for Description and Measurement of Underwater Sound from Ships – Part 1: General Requirements
- [3] Urlick, Robert, J., Principles of underwater sound, 3rd edition, Peninsula Publishing, Los Altos, 1983,
- [4] Urban, Heinz, G., Handbook of Underwater Acoustic Engineering, STN ATLAS Elektronik GmbH, Bremen, 2002