

Akustische Holografie (SONAH) und p-p-Sonde für die Kartierung der Schallintensität im akustischen Nahfeld – Ergebnisse experimenteller Untersuchungen an Plattenstrukturen

Martin Quickert¹, Marco Gnauck¹, Holger Kunze¹, Reimund Neugebauer²

¹ Fraunhofer IWU Dresden, 01187 Dresden, Deutschland, Email: quickert@iwu.fraunhofer.de

² Fraunhofer IWU Chemnitz, 09126 Chemnitz, Deutschland, Email: neugebauer@iwu.fraunhofer.de

Einleitung

Das Verfahren der Messung der nahen Feldintensität mittels Schallintensitätssonde und der Bestimmung von Teilschallleistungen wird verbreitet für die Lokalisierung und Leistungsbestimmung von Teilschallquellen eingesetzt. Die komplexen und ausgeprägten hydrodynamischen Nahfelder plattenförmiger Gebilde sind bei der Anwendung dieses Verfahrens zu beachten. So tritt Zirkulation im Nahfeld meist bei ineffizienten Strahlern, insbesondere bei Platten wesentlich unterhalb ihrer kritischen Biegefrequenz, auf.

Die Untersuchung des Schalldurchgangs durch Platten z.B. mit Messabständen innerhalb von 100 mm führt oft nur zu unbefriedigenden Ergebnissen. Zum Teil liegt das Problem darin, dass die Schallenergie vor allem durch nicht-resonante Schwingungen übertragen wird, während das Nahfeld auf Resonanzen der relativ schwach bedämpften Struktur zurückgeht (vgl. Abb. 2 bis Abb. 7). Die ausgeprägten Nahfelder sind bei Messungen der Schallintensität im hohen PI-Index des Schallfeldes nachweisbar. Auf Grund des hohen PI-Index sind normkonforme Untersuchungen im Nahfeld an den Platten nicht möglich. Systematische Untersuchungen haben nachgewiesen, dass die Schallleistung unter diesen Umständen zu gering bestimmt wird. Von Bedeutung ist, dass dieser Effekt immer dann eintritt, wenn die Leistungsabgabe ohnehin gering ist. Damit ist die Verfälschung der Genauigkeit der Leistungsmessung nur gering. [1, 2, 3]

Prinzipiell ist das dargestellte Problem nur durch Erhöhung des Messabstandes auf z.T. über 300 mm lösbar [3, 4], eine befriedigende örtliche Auflösung ist dann nicht mehr erreichbar. Auf der Suche nach alternativen Verfahren bietet sich die Statistisch Optimale Nahfeldholografie (SONAH) an, da mit diesem Verfahren aktive und reaktive Feldanteile gleichermaßen erfasst werden und Messungen im Nahfeld ohnehin Voraussetzung für optimale Ergebnisse sind [5]. Versuche an Leichtbauplatten sind Grundlage eines Vergleichs der Anwendung der SONAH und der Schallintensitätsmessung mittels herkömmlicher Intensitätsmesssonde.

Experimentelle Untersuchungen

Der Aufbau des verwendeten Prüfstandes ist in Abbildung 1 dargestellt. In einer Trennwand befindet sich ein Fenster für ein- und doppelschalige Aufbauten. Die hier vorgestellten Untersuchungen wurden an einer laminierten Leichtbauplatte durchgeführt. Die Platte wurde auf der Rückseite mit einem Lautsprecher und einem Rauschsignal angeregt.

Folgende Messverfahren mit Kartierung der Ergebnisse wurden angewandt:

- direkte Schallintensitätsmessung
- Berechnung der Schallintensität/-schnelle mittels SONAH
- Laserscanninginterferometrie der Schwingschnelle

Als Vergleichswert wurde zusätzlich die von der Platte auf der Empfangsseite abgegebene Schallleistung nach DIN EN ISO 15186-1 [3] mit einem Messquader in 30 cm Abstand bestimmt.



Abbildung 1: Bauteilprüfstand mit 96-kanaligem Mikrofonarray im reflexionsarmen Halbraum des Fraunhofer IWU

Es wurde festgestellt, dass die Schallleistungsbestimmung mittels SONAH nahezu innerhalb der Standardabweichung des Verfahrens der DIN EN ISO 15186-1 [3] liegt. Das Verfahren liefert für die untersuchte Anwendung somit hinreichend genaue Werte.

Die gute örtliche Auflösung der SONAH wird im Vergleich mit Ergebnissen der Laserinterferometrie deutlich (vgl. Abbildungen 4 und 5).

Zusammenfassung

Die Anwendung der SONAH liefert Kartierungen der Schallintensität und anderer akustischer Schallfeldgrößen, die in der Ortsauflösung herkömmlichen Messungen der Schallintensität überlegen sind und vergleichbare Genauigkeit besitzen. Ein weiterer Vorteil liegt in der enormen Zeiteinsparung während der Messungen. Ferner kann bei gleichzeitiger Aufnahme der Schalldrucksignale an allen Punkten der Messebene auch die nichtstationäre Schallabstrahlung untersucht werden.

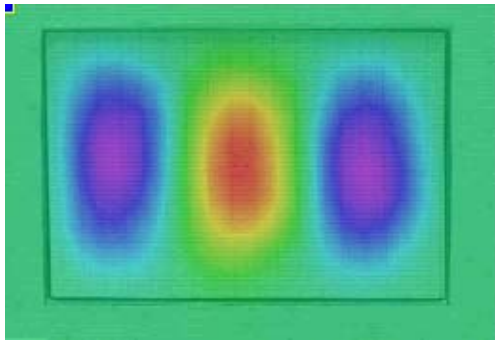


Abbildung 2: Schwingungsbild der Platte ermittelt mit dem Laserinterferometer für 128 Hz

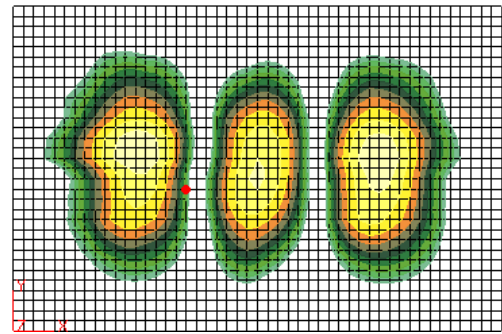


Abbildung 6: Schwingschnellepegel über Platte ermittelt mit SONAH für 128 Hz (Darstellung eines Dynamikbereich von 15 dB, grün - gelb)

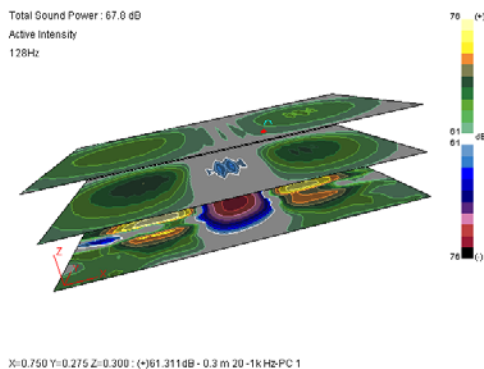


Abbildung 3: Aktive Schallintensität der Platte in 3 Ebenen im Abstand von 15 cm. Die unterste Ebene entspricht der Messebene.¹

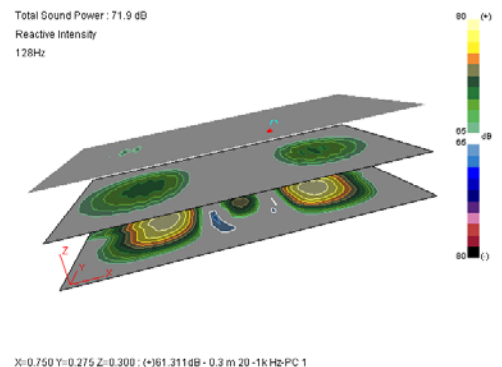


Abbildung 7: Reaktive Schallintensität der Platte in 3 Ebenen im Abstand von 15 cm. Die unterste Ebene entspricht der Messebene.¹

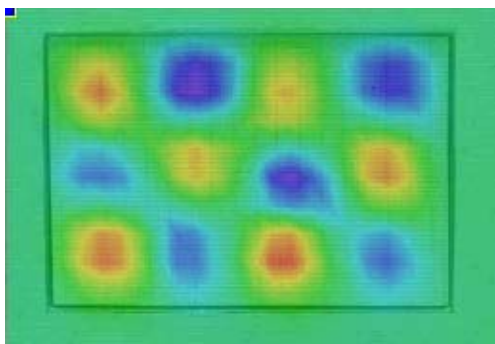


Abbildung 4: Schwingungsbild der Platte ermittelt mit dem Laserinterferometer für 338 Hz

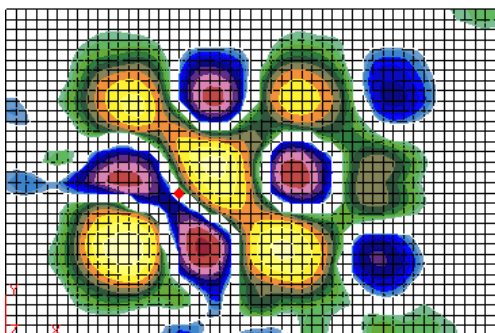


Abbildung 5: Aktive Schallintensität der Platte ermittelt mit SONAH für 338 Hz.¹

Literatur

- [1] Fahy, F. J.: Sound Intensity, London, 1995.
- [2] Nolte B., Gaul L.: Sound Energy Flow In The Acoustic Near field of a vibrating plate, Mechanical Systems and Signal Processing 10(3) (1996), 351-364.
- [3] DIN EN ISO 15186-1 2003-12-00 Akustik - Bestimmung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen aus Schallintensitätsmessungen Teil 1: Messungen im Prüfstand (ISO 15186-1:2000).
- [4] ISO 15186-3 2002-11-01(E) Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements using sound intensity – Part 3: Laboratory measurements at low frequencies (ISO 15186-3:2002(E)).
- [5] Steiner R., Hald J.: Near-field Acoustical Holography Without the Errors and Limitations Caused by the Spatial DFT, International Journal of Acoustics and Vibration, 6(2), June 2001.

¹ Dargestellt wird ein Dynamikbereich von 15 dB aus der Ebene, grün – gelb, und in die Ebene, blau – rot.