

Vibroakustische Messungen an generischen Fahrzeugstrukturen

T. Dietrich-Radt, B. Knöfel und M. Kettlitz

TU Dresden, Institut für Akustik und Sprachkommunikation, Helmholtzstraße 18, 01062 Dresden,
Email: dietrich.th@arcor.de, bjoern.knoefel@ias.et.tu-dresden.de

Einleitung

Kenntnisse über akustische Eigenschaften von Fahrzeugstrukturen sind unter anderem wichtig, um Voraussagen über ihr schwingungstechnisches Verhalten im Alltag zu ermöglichen. Diese Arbeit gibt einen Überblick über die angewendeten Verfahren (und deren Messergebnisse) zur Messung von Abstrahlgrad und Dämpfungsverlustfaktor an verschiedenen praxisrelevanten Fahrzeugstrukturen. Dazu gehören ein verripptes Fahrzeugbodenblech, eine Sperrholz-Sandwichplatte und eine verrippte Aluminiumplatte.

Die Messungen wurden im Rahmen eines Forschungsprojektes über akustische Simulationsverfahren im Bereich Körperschall [1] durchgeführt. Die daraus resultierenden Ergebnisse sind für hochfrequente Schwingungsberechnungen verwendet worden.

Versuchsaufbau

Zum Versuchsaufbau (Abbildung 1) gehörten ein Frequenz-Analysator für Anregung und Messwertaufnahme, zwei elektrodynamische Schwingungserreger (Typ 4810 von B&K, Typ 11076 von RFT), jeweils mit Koppelement und Impedanzmesskopf (Typ 8001 von B&K), das zu untersuchende Messobjekt, sowie verschiedene Beschleunigungsaufnehmer (Typ 4503 von B&K). Als Anregungssignal diente bei allen Messungen ein Multisinus mit folgenden Spektrallinien: von 100Hz – 1250Hz in $\Delta f = 2\text{Hz}$ Abständen und von 1250Hz – 10000Hz in $\Delta f = 16\text{Hz}$ Abständen.

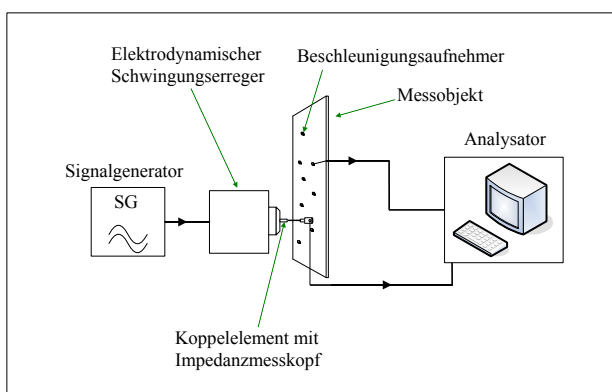


Abbildung 1: Blockschaltbild der Versuchsanordnung

Messobjekte

Das verrippte Fahrzeugbodenblech stammt aus dem PKW-Fahrzeugsbereich und hat eine Größe von 2500mm x 1220mm x 1mm. Die Aluminiumplatte hat die Abmaße 2000mm x 800mm x 2mm und steht stellvertretend für eine

generische Fahrzeugstruktur. Die Sperrholz-Sandwichplatte (BaryVAM) ist ein Verbund aus mehreren Sperrholzschnitten mit einer viskoelastischen Zwischenlage und den Maßen 857mm x 1400mm x 16mm.

Für die Messungen wurden sowohl Fahrzeugbodenblech als auch Aluminiumplatte zur Entkopplung gegen äußere Störeinflüsse an einem Stativverbund mit weichen Federelementen aufgehängt. Die Ankopplung des Schwingungserregers erfolgte in vertikaler Ebene.

Die BaryVAM-Platte dagegen ruhte auf Stahlträgern, die wiederum auf Luftfederelementen lagerten. Die Ankopplung des Schwingungserregers erfolgte für diesen Fall in horizontaler Ebene unterhalb eines Stahlträgers.

Neben Messungen an den drei Grundstrukturen wurden auch Messungen mit praxisrelevanten Strukturänderungen durchgeführt. Dazu zählten: das Aufbringen von Dämpfungsbilg auf das Fahrzeugbodenblech und die Radhäuser sowie das Verschrauben von Versteifungen in Form von T- und I-Profilen an der Aluminiumstruktur.

Experimentelle Untersuchungen

Abstrahlgradmessung

Für die Bestimmung des Abstrahlgrades σ wurde nachfolgende Formel zugrunde gelegt:

$$10 \log \sigma \text{ dB} = L_p - L_v + 10 \log \left[\frac{A}{4S} \right] \text{ dB.} \quad (1)$$

Die Parameter Schalldruckpegel L_p , Schallschnellepegel L_v und äquivalente Absorptionsfläche A wurden experimentell im Hallraum des Institutes für Akustik und Sprachkommunikation der TU Dresden bestimmt. S ist die gemessene Plattenfläche.

Dämpfungsmessung

Der Dämpfungsverlustfaktor η lässt sich nach folgender Formel berechnen:

$$\eta = \frac{P}{\omega W}, \text{ mit } W = m \cdot \bar{v}^2. \quad (2)$$

Dabei sind: ω = Kreisfrequenz, W = Energie im Objekt, m = Masse des Objektes und \bar{v}^2 = gemittelttes Schnellequadrat. Die eingespeiste Leistung P wurde nach Cremer [2] aus dem Kreuzleistungsspektrum von Kraft und Schnelle am Anregungsort berechnet.

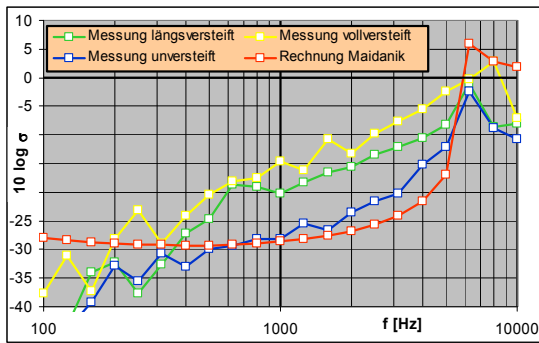


Abbildung 2: Abstrahlmaße Aluminiumplatte

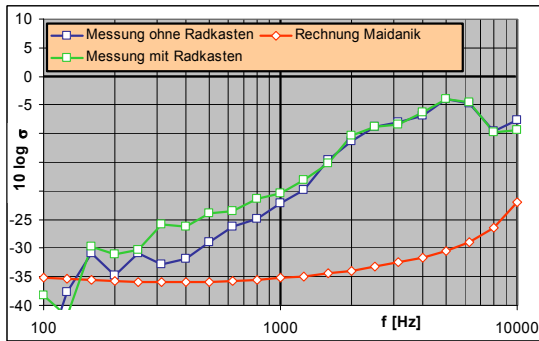


Abbildung 3: Abstrahlmaße Bodenblech

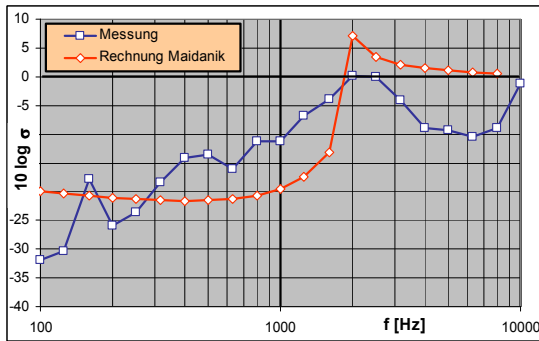


Abbildung 4: Abstrahlmaße BaryVAM

In Abbildung 2 sind die gemessenen Abstrahlmaße der Aluminiumplatte mit und ohne Versteifungen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass der prinzipielle Verlauf der Kurve der Messung der unversteiften Aluminiumplatte gut mit dem nach Maidanik berechneten Abstrahlmaß übereinstimmt. Ähnlich Aussagen lassen sich zu den in Abbildung 4 dargestellten Abstrahlmaßen der BaryVAM-Platten treffen, wobei die Messung lediglich einen Einbruch der Schallabstrahlung zwischen 3kHz und 8kHz darlegt. Abbildung 3 zeigt dagegen, dass das gemessene Abstrahlmaß des Bodenbleches doch erheblich vom berechneten abweicht. Das ist vor allem darauf zurückzuführen das im Berechnungsfall zum einen der Einbau der Platte in eine starre Wand vorausgesetzt wurde und zum anderen die Verrippung der Platte, die eine stark erhöhte Schallabstrahlung unterhalb der Plattengrenzfrequenz verursachen kann, nicht berücksichtigt wurde.

Aus Abbildung 5 ist ersichtlich, dass der Dämpfungsverlustfaktor der versteiften Aluminiumplatte vor allem im Bereich 500Hz – 5000Hz wesentlich höher als bei der unversteiften Platte ist. Allgemein lässt sich außerdem sagen, dass die Querversteifungen im Bereich 100Hz – 5000Hz einen höheren Dämpfungsverlustfaktor bewirken als die Längsversteifungen. Abbildung 6 zeigt, dass der

Dämpfungsverlustfaktor beim bedämpften Bodenblech vor allem im Bereich 200Hz – 2500Hz höher ist als beim unbedämpften. Da der Belag nur am Rand aufgebracht worden ist, lässt sich schlussfolgern, dass die Randdämpfung einen großen Einfluss auf die Gesamtdämpfung hat. Abbildung 7 stellt die Dämpfungsverlustfaktoren der BaryVAM-Platte im in-situ-Zustand und frei hängend am Stativverbund dar. Es ist erkennbar, dass die Verkopplung für eine zusätzliche Randdämpfung und somit einem Anstieg der Dämpfung im Bereich 100Hz – 1250Hz sorgt.

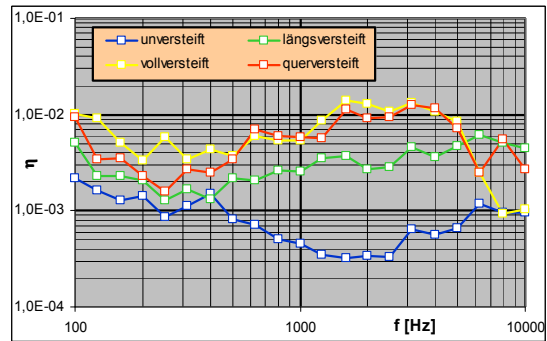


Abbildung 5: Dämpfungsverlustfaktoren Aluminiumplatte

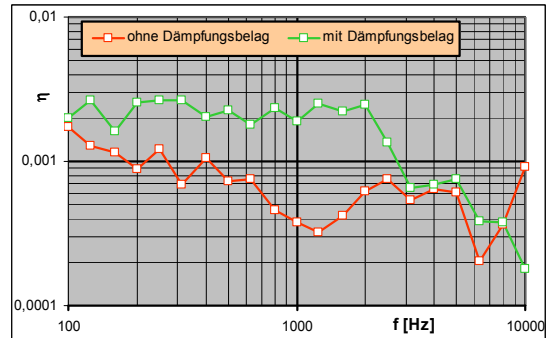


Abbildung 6: Dämpfungsverlustfaktoren Bodenblech

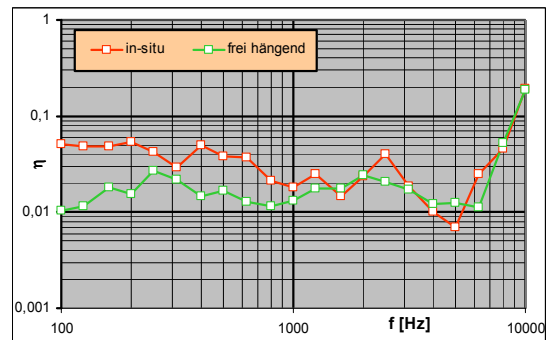


Abbildung 7: Dämpfungsverlustfaktoren BaryVAM

Förderung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 19U1074A gefördert.

Literatur

- [1] Knöfel, B., Dietrich-Radt, T., Sarradj, E.: Ein alternatives Berechnungsverfahren für die Körperschall-Ausbreitung in Fahrzeugstrukturen. In: Fortschritte der Akustik 2005
- [2] Cremer, L., Heckl, M.: Körperschall. 2. Aufl. Springer-Verlag Berlin, 1996