

Charakterisierung von Körperschallquellen

Dipl.-Ing. Albert Vogel
Prof. Dr. rer. nat. Oliver Kornadt

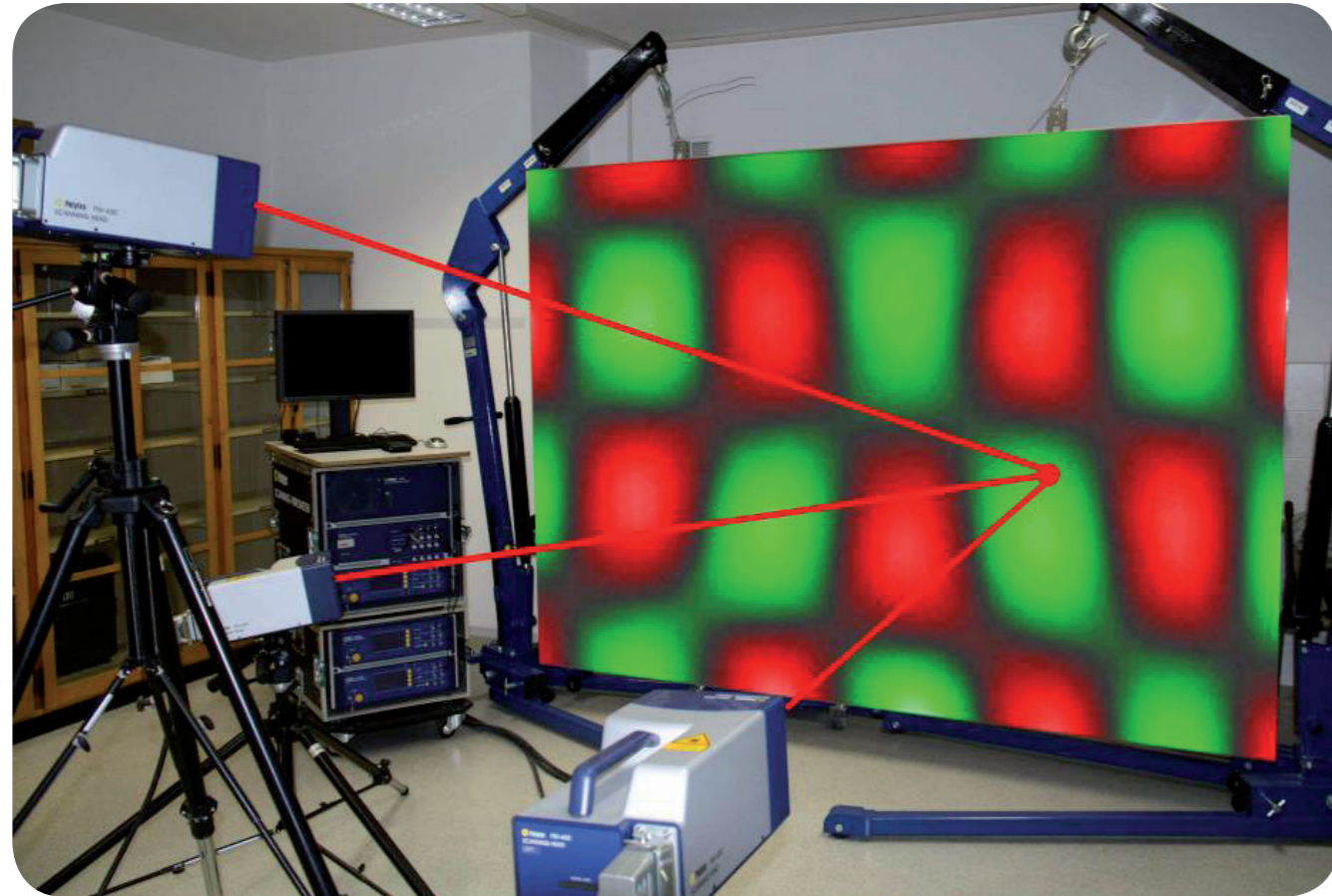


Abbildung 2: Laser-Doppler-3D Vibrometer

Einleitung

Zurzeit ist die Prognose von Körperschallein- und weiterleitung in Strukturen nur begrenzt möglich, doch die Prognosenorm für Körperschall DIN 12354-5:2009 liefert Anreize für Forschungsarbeit. Um die Körperschalleinleitung von Quellen in beliebige Strukturen prognostizieren zu können, ist eine vorherige Charakterisierung der Quelle notwendig. Dies kann durch die regulären Quellgrößen (reg. Q.) Quellimpedanz, freie Schnelle und Kurzschlusskraft erfolgen. Sie stellen quellspezifische, installationsunabhängige Größen dar und ermöglichen eine Prognose der eingeleiteten Leistung einer Körperschallquelle in ein plattenförmiges Bauteil.

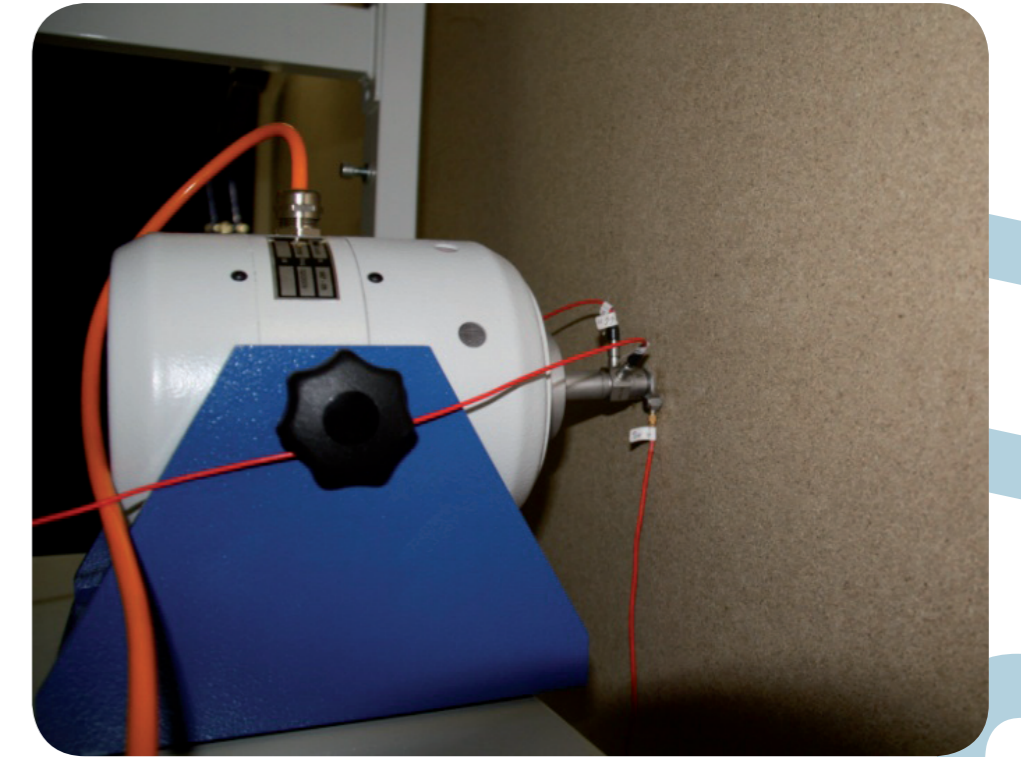


Abbildung 1: Körperschallquelle - Shaker mit Impedanzmesskopf

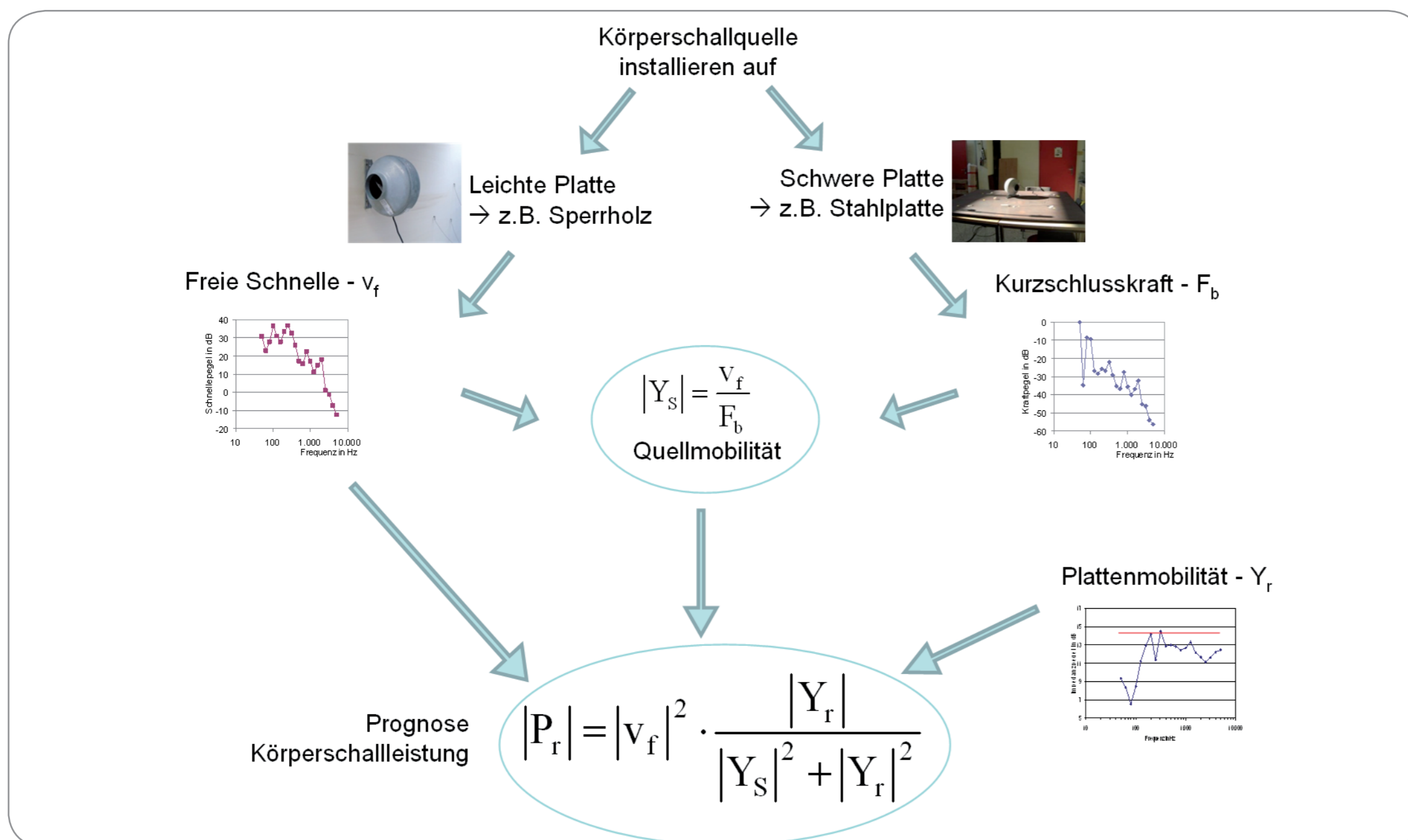


Abbildung 3: Prinzipskizze des Empfangsplattenverfahrens

Empfangsplattenverfahren

Ein Verfahren zur Bestimmung der reg. Q. ist das Empfangsplattenverfahren (two stage method). Bei dieser Methode werden alle Kraftkomponenten und Momente, die zur Körperschalleistungseinleitung einer Quelle beitragen, in einem Punkt und zu einer Kraftkomponente zusammengefasst. Somit ist es möglich, eine Körperschallquelle mit drei Größen zu beschreiben, Quellimpedanz Z_s , freie Schnelle v_f und Kurzschlusskraft F_b . Die Ermittlung der Kurzschlusskraft erfolgt durch die Installation der Quelle auf eine schwere, steife Empfangsplatte (geringe Mobilität), die freie Schnelle wird durch das Installieren der Quelle auf eine leichte, weiche Platte (hohe Mobilität) ermittelt. Aus dem Verhältnis von freier Schnelle zu Kurzschlusskraft berechnet sich die Quell-Mobilität Y_s , deren reziproker Wert Quellimpedanz genannt wird.

In Diagramm 1 ist der experimentell ermittelte Quellimpedanzpegel eines Gebläses dargestellt. Die in DIN 12354-5 für gewöhnliche Haushaltsgeräte angegebene Quellmobilität von $Y_s = 10 - 3 \text{ s/kg}$ ($Y_s = 1 / Z_s$; $L_{Z_s} = 4 \text{ dB}$) weicht davon deutlich ab.

Vergleich der Körperschalleistungspegel gemessen und prognostiziert

Die mit den reg. Q. prognostizierte Leistung für ein an die Struktur gekoppeltes Gebläse stimmt relativ gut mit der gemessenen, tatsächlichen Leistung in der Platte überein. (Diagramm 2) Die Prognose nach DIN 12354-5 liefert dagegen keine gute Übereinstimmung, was vor allem der in DIN 12354-5 als konstant über die Frequenz angenommenen Quellimpedanz geschuldet ist.

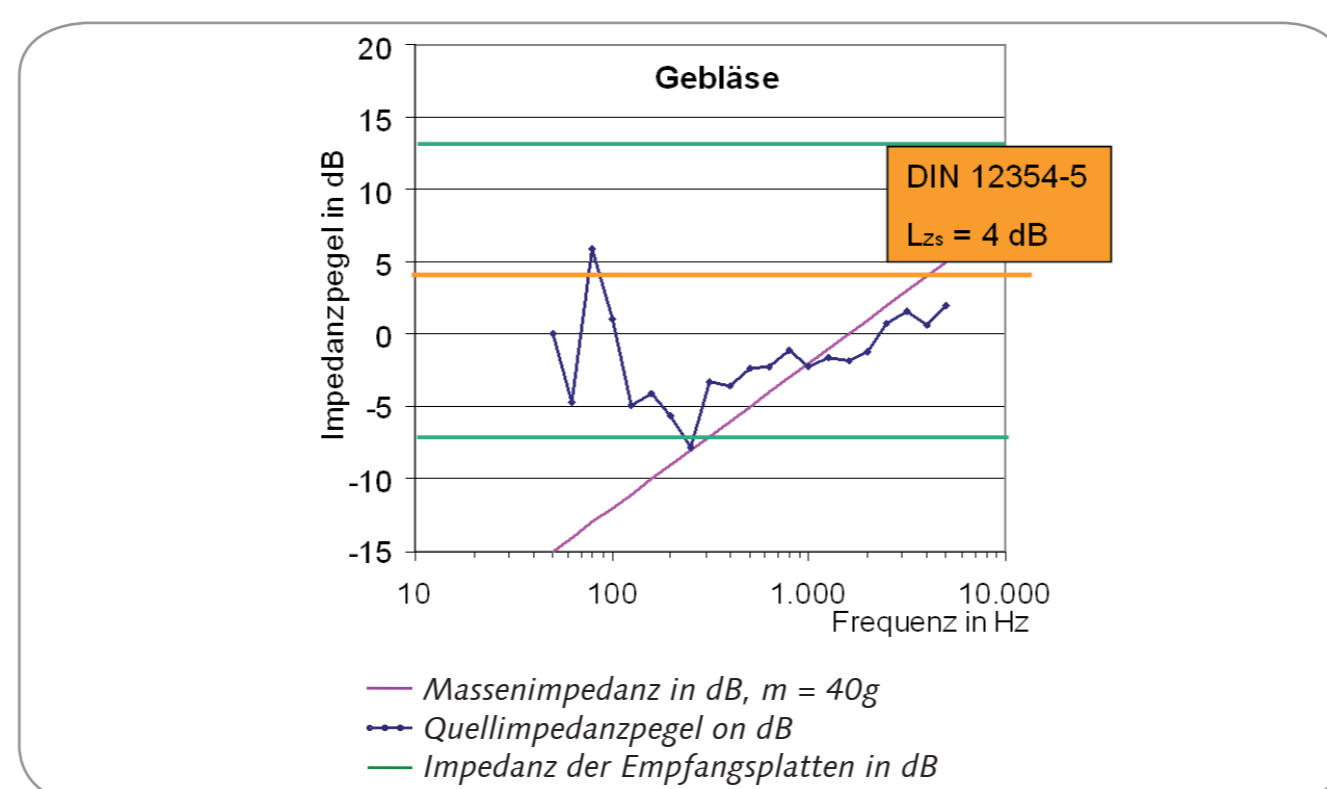


Diagramm 1: Quellimpedanzpegel eines Gebläses

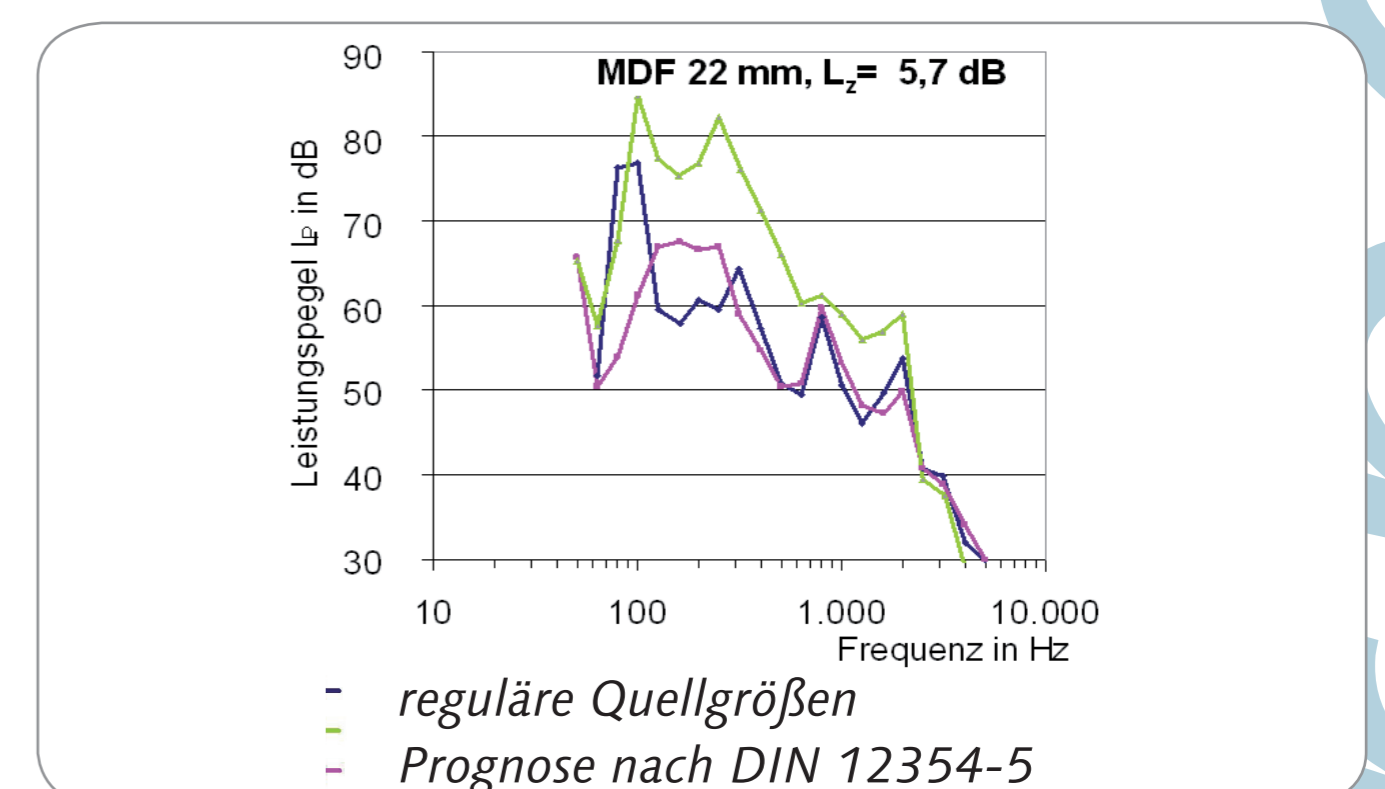


Diagramm 2: Körperschalleistungspegel eines Gebläses auf plattenförmiger Struktur

Einfluss von In-plane-Kräften auf das Empfangsplattenverfahren

Eine ideale Körperschallquelle – ein Shaker – regt die Struktur mit einer nahezu senkrecht und punktförmig wirkenden Kraft zum Schwingen an. Messungen haben gezeigt, dass das 2-Plattenverfahren bei idealer, senkrechter Anregung (Shaker und Gebläse) gut funktioniert. Aber was passiert, wenn 3-dimensionale Kraftanteile in die Baukörperstruktur eingeleitet werden? Welche Auswirkungen hat dies auf das Körperschallprognoseverfahren?

Sogenannte In-plane-Schwingungen können mit einem Laser-Doppler-3D-Vibrometer gemessen und visualisiert werden (Bild 2). In laufenden Untersuchungen werden die in dem plattenförmigen Bauteil auftretenden Schwingungskomponenten quantifiziert und bewertet. Dazu werden Kraft und Beschleunigung sowie deren Phasenwinkel am Kräfteinleitungspunkt (Bild 1) aufgezeichnet. Über die Plattenoberfläche verteilt wird mit einem Raster aus ca. 1600 Laser-Messpunkten die mittlere quadratische Schnelle ermittelt und die in die Platte eingeleitete Leistung berechnet. Anhand dieser Größe wird der Einfluss der Ankopplungsart, der Empfangsstruktur sowie der Quellspezifikation ermittelt und quantifiziert. Als Empfangsstrukturen werden bauübliche Materialien verwendet wie zum Beispiel Fasergipsplatten, versch. Holzwerkstoffe mit versch. Stärken, Gipskartonplatten und Gipskartonständerwände.