

14 (1987) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

W. Maysenhölder und W. Schneider

Lokalisierung von Schallbrücken mit Hilfe von Körperschallintensitätsmessungen *)

Körperschallbrücken in zweischaligen Wohnungstrennwänden oder in schwimmenden Estrichen können die Schalldämmung dieser Bauteile erheblich verschlechtern. Derartige Bauschäden zu beheben ist in der Regel zeitraubend und teuer (Aufsägen der Trennfuge, Anbringen von Vorsatzschalen, vollständige Entfernung des schadhaften Estrichs und Verlegen eines neuen). Es wird daher versucht, mit verschiedenen Methoden (Höreindruck, Infrarot-Thermografie, Körperschallpegelmessung) solche Schallbrücken zu lokalisieren, um dadurch eine gezielte und kostengünstige Entfernung zu ermöglichen. Befriedigend sind diese Methoden allerdings nicht: sie sind entweder zu unsicher oder zu aufwendig. Am IBP wurde deshalb eine neue Methode entwickelt, die auf der Messung der Körperschallintensität beruht und damit die Mängel der herkömmlichen Methoden weitgehend vermeidet.

Die Messung der Körperschallintensität erfolgt (analog zur Messung der Luftschallintensität mit zwei Mikrofonen) mit einem Beschleunigungsaufnehmerpaar, dessen Signale in einem Fourier-Analysator zum Kreuzspektrum verarbeitet werden. Die Kreuzspektren werden auf Diskette gespeichert und mit einem Pascal-Programm auf einem Tischrechner ausgewertet. (Unter gewissen Voraussetzungen ist der Realteil des Kreuzspektrums proportional zum Körperschallpegel, der Imaginärteil proportional zur Komponente der Körperschallintensität längs der durch das Aufnehmerpaar definierten Richtung.) Die Körperschallanregung geschieht durch einen elektrodynamischen Schwingerreger, der sinusförmig betrieben wird (mit stufenweiser Erhöhung der Frequenz).

Im Gegensatz zu einer reinen Pegelmessung liefert die Messung des Intensitätsvektors Informationen darüber, woher die Schwingungsenergie kommt und wohin sie fließt. Dies ermöglicht eine Lokalisierung von Körperschallquellen und -senken mit relativ wenigen Meßpunkten. Bereits nach

Messungen an vier Punkten, die einigermaßen gleichmäßig über das Bauteil verteilt sind, besitzt man erste Hinweise auf Anzahl und Ort eventuell vorhandener Schallbrücken. Wenige weitere Meßpunkte führen zu einer ausreichend genauen Lokalisierung, falls die Schallbrückenwirkung nicht zu gering ist. (Schwache Schallbrücken sind möglicherweise erst nach Entfernung der starken "sichtbar".)

Die Lokalisierungsaufgabe wird vor allem durch Reflexionen des Körperschalls an den Rändern des Bauteils erschwert, bei gemauerten Wänden zusätzlich durch deren Inhomogenität. Derartige Einflüsse auf die Richtung der Körperschallintensität lassen sich grundsätzlich nicht vermeiden. Mit folgenden Maßnahmen können Fehler und Unsicherheiten bei der Lokalisierung jedoch beträchtlich reduziert werden: Erstens verteile man - nach den ersten vier Messungen zur groben Orientierung - die Meßpunkte möglichst gleichmäßig um den vermuteten Ort der Schallbrücke, damit sich Ablenkungen der von der Schallbrücke stammenden Intensität möglichst kompensieren. Zweitens bewerte man die "Zuverlässigkeit" gemessener Intensitäten nach ihrem Betrag und ihrem Abstand von einer mutmaßlichen Schallbrücke. (Dies geschieht zum Teil automatisch bei der Auswertung durch das Pascal-Programm; darüber hinaus können einzelne Meßpunkte von der Auswertung ausgeschlossen werden.) Drittens wähle man einen für die Lokalisierung günstigen Frequenzbereich aus, über den die gemessenen Kreuzspektren gemittelt werden. Als günstig erwies sich ein breites Band (eine Oktave und mehr), das zahlreiche kleinere Resonanzen enthält. Die Hauptresonanzen des Bauteils sind zu meiden, da deren Schwingungsbäuche kräftige Energiesenken darstellen und deshalb die von der Quelle kommende Intensität auf sich ziehen.

Das neue Lokalisierungsverfahren wurde an einer zweischaligen Kalksandsteinwand im nebenwegfreien Prüf-

*) gefördert durch den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und die Forschungsgemeinschaft der Gips-Schüle-Stiftung

stand des IBP-Technikums erprobt (**Bild 1**). Durch Anziehen einer Schallbrücke verschlechterte sich das bewertete Schalldämmmaß R_w von 79 dB auf 70 dB. **Bild 2** vermittelt einen Eindruck vom Schwingungsverhalten der dickeren Wandschale, die über eine Schallbrücke mit der ungefähr in der Mitte angeregten dünneren Wandschale gekoppelt war (Mittelung der dargestellten Größen von 500 Hz bis 2000 Hz). Die Auswertung der Quellen- und Senkenverteilung ohne Berücksichtigung der beiden Messungen in der linken Hälfte (die das Ergebnis geringfügig verschlechtern würden) ergab eine Quelle mit einem "Unsicherheitskreis" (gestrichelt) von 22 cm Radius (**Bild 3**). Die Schallbrücke befand sich tatsächlich in diesem Kreis, und zwar nur 8 cm vom berechneten Schallbrückenort entfernt.

In einem weiteren Versuch konnte eine Schallbrücke in der Nähe des linken Randes mit ebenfalls nur sieben Meßpunkten auf ungefähr 10 cm genau lokalisiert werden. Nach diesen ermutigenden Ergebnissen im Labor wäre eine Erprobung dieses Lokalisierungsverfahrens in der Baupraxis wünschenswert. Eine ausführliche Beschreibung findet sich im IBP-Bericht BS 166/87 "Entwicklung eines Meßverfahrens zur Lokalisierung von Körperschallbrücken in mehrschaligen Wänden" (164 S.).

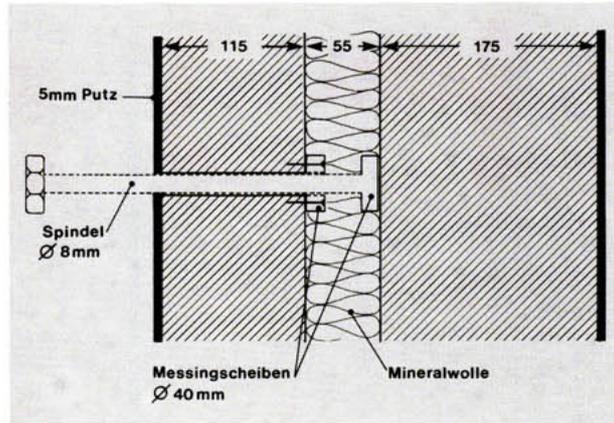


Bild 1: Schnitt durch die zweischalige Kalksandsteinwand mit einer Schallbrücke, die mittels einer Spindel angezogen und wieder gelöst werden konnte (Maße in mm)

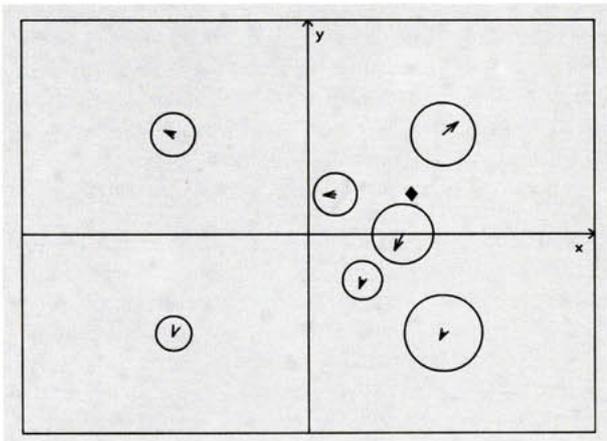


Bild 2: Körperschallpegel (Radius der Kreise proportional zum Quadrat der Schwingungsamplitude) und Körperschallintensitäten (Pfeile) an verschiedenen Punkten der durch die Schallbrücke (◆) angeregten Wandschale

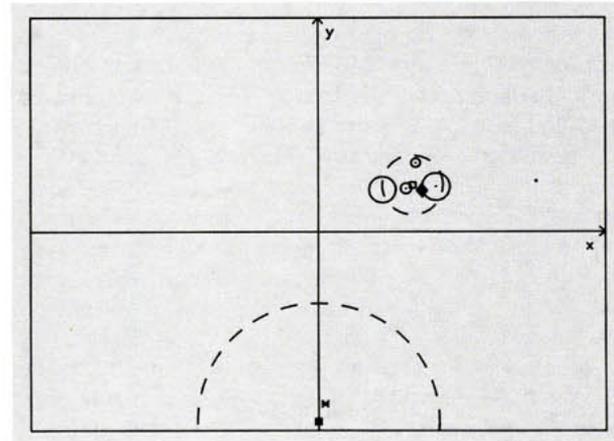


Bild 3: Quellen- und Senkendarstellung zu Bild 2 ohne Berücksichtigung der beiden Messungen in der linken Hälfte (● = Quelle, ✖ = Senke; Radius der durchgezogenen Kreise proportional zur Gewichtung; □ = mittlere Quelle; ⊠ = mittlere Senke; gestrichelte Kreise markieren die Unsicherheit der mittleren Quelle bzw. Senke)