

## Schallübertragung durch Silikonfugen

Lutz Weber, Caner Sarikaya, Sven Öhler, Joachim Mohr, Clarissa Spiegel

Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, E-Mail: lutz.weber@ibp.fraunhofer.de

### Einleitung

Viele Sanitärobjekte, wie z. B. Bade- und Duschwannen oder Waschtische, werden zum Bauwerk hin mit Silikonfugen abgedichtet. Verfügt das Sanitärobjekt über eine wirkungsvolle Körperschallentkopplung (im Falle von Badewannen z. B. elastische Befestigungselemente und Wannenfüße), so verbleibt die Silikonfuge als maßgebender Schallübertragungsweg, der den resultierenden Installations-Schallpegel bestimmt.

Das akustische Verhalten von Fugendichtungen hängt vor allem von zwei Faktoren ab: den elastischen Eigenschaften des verwendeten Dichtstoffs und der Fugengeometrie. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich vor allem mit dem Einfluss des Dichtstoffs. Die dargestellten Messwerte entstammen größtenteils einer im IBP durchgeführten Diplomarbeit [1]. Neben der Vorstellung der Messergebnisse wird auch auf den verwendeten Messaufbau eingegangen.

### Messaufbau

Um die akustischen Eigenschaften verschiedenartiger Dichtstoffe zu untersuchen, wurde eine Messvorrichtung auf Grundlage eines Masse-Feder-Masse Systems aufgebaut, bei der die beiden starren Massen (ein Aluminium-Block und ein elastisch gelagerter Stein) durch den Dichtstoff federnd miteinander verbunden waren. Die Anregung erfolgte durch einen am Aluminium-Block angebrachten Shaker; gemessen wurde der resultierende Beschleunigungspegel auf dem Stein. Als maßgebende Messgröße diente die Einfügungsdämmung der Probe, die aus der Differenz der Beschleunigungspegel bei starrer und elastischer Verbindung ermittelt wurde. Zur Erhöhung der Messgenauigkeit wurde zusätzlich die in den Aluminium-Block eingeleitete Kraft ermittelt, so dass Schwankungen des Anregungssignals rechnerisch kompensiert werden konnten.

Wegen der verhältnismäßigen langen Aushärtezeit der untersuchten Dichtstoffe erfolgten die Messungen mittels separater Probenhalter, die aus zwei quadratischen Metallplatten mit jeweils 10 cm Kantenlänge bestanden. Der Dichtstoff wurde in viskosem Zustand in den Randbereich des Halters eingebracht, wobei eingebaute Abstandsleisten eine definierte geometrische Form der Fugen gewährleisteten. Nach dem Aushärten und dem Entfernen von Abstandsleisten und Dichtstoffresten waren Ober- und Unterseite des Halters, wie in Abbildung 1 dargestellt, an zwei Rändern durch Dichtstoffquader mit den Maßen 10 mm × 10 mm × 100 mm miteinander verbunden. Beim Einbau in die Messvorrichtung wurde die Oberseite des Halters mit dem Aluminium-Block und die Unterseite mit dem Stein verschraubt, wodurch sich einheitliche und reproduzierbare Messbedingungen ergaben. Dies war eine wesentliche Voraussetzung für die hohe Ge-

nauigkeit und Reproduzierbarkeit der ermittelten Messergebnisse (siehe Abbildung 2).

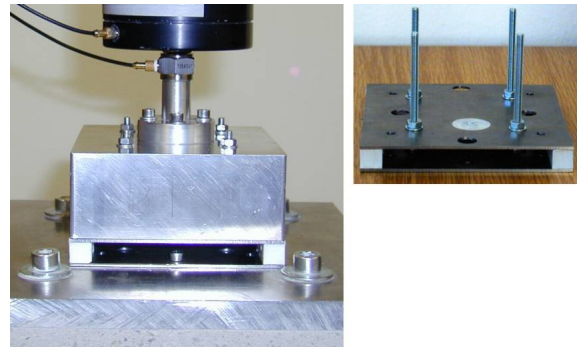


Abbildung 1: Ausschnitt der Messvorrichtung mit Shaker, Aluminium-Block, Kraftaufnehmer, Probenhalter und Oberseite Stein (links) sowie ausgebauter Probenhalter mit Probe aus weißem Dichtstoff (rechts).

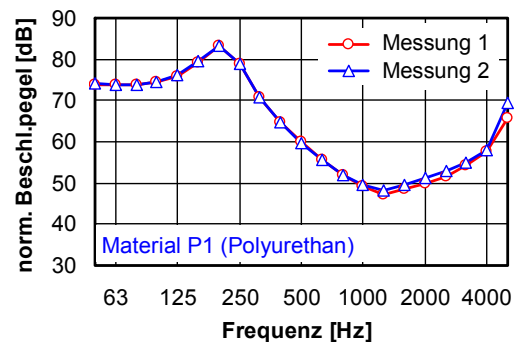


Abbildung 2: Wiederholungsmessung nach Ausbau und erneutem Einbau einer Probe. Dargestellt ist der normierte Beschleunigungspegel auf der Unterseite des Steins.

### Untersuchte Proben

Die durchgeführten Untersuchungen umfassten insgesamt 18 verschiedene Fugendichtstoffe aus dem Sanitär- und Baubereich. Es handelte es sich dabei um Produkte aus Acryl (Proben A1 - A4), Polyurethan (Probe P1), sauer vernetzendem Silikon (Proben S1 - S8) sowie neutral vernetzendem Silikon (Proben N1 - N5).

### Bewertete Einfügungsdämmung

Um die akustische Wirkung der Dichtstoffe im praktischen Einsatz zu beurteilen und die Ergebnisse direkt miteinander zu vergleichen, wurde aus dem Terzspektrum der gemessenen Einfügungsdämmung  $D_e$  die Einzahlangabe  $D_{e,w}$  (bewertete Einfügungsdämmung) gebildet. Als Grundlage hierfür diente ein Referenzspektrum  $L_{ref}$ , das dem A-bewerteten Installations-Schallpegel von Brausegeräuschen am Bau bei starrem Einbau der Wanne nachempfunden war. Zur Berechnung von  $D_{e,w}$  wurde  $D_e$  terzweise von  $L_{ref}$  subtrahiert und anschließend die Differenz der zugehörigen Gesamtpegel bestimmt:

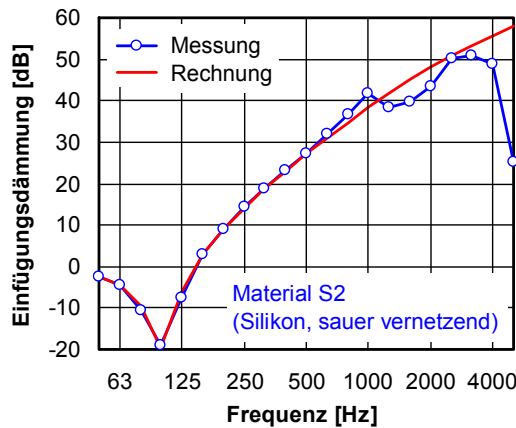
$$D_{e,w} = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^{16} 10^{L_{ref,i}/10} \right) \text{ dB} - 10 \lg \left( \sum_{i=1}^{16} 10^{(L_{ref,i}-D_{e,i})/10} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

Die energetische Addition der Terzen erfolgt dabei im Bereich von 100 - 3150 Hz.

### Messergebnisse

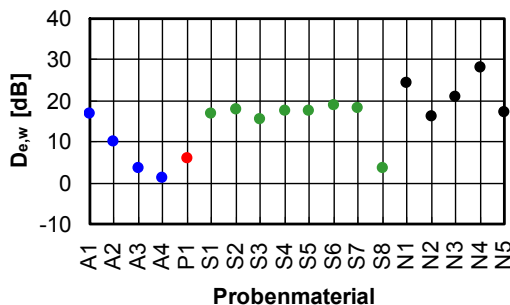
Ein typisches Beispiel für die gemessene Einfügungsdämmung eines Dichtstoffes ist in Abbildung 3 dargestellt. Der Frequenzverlauf entspricht weitgehend dem Modell eines gedämpften Zweimassenschwingers, wobei  $f_R$  die Resonanzfrequenz und  $\eta$  den Verlustfaktor bezeichnen:

$$D_e = 20 \lg \left( \sqrt{\frac{(1 - (f/f_R)^2)^2 + \eta^2 (f/f_R)^2}{1 + \eta^2 (f/f_R)^2}} \right) \text{ dB} \quad (2)$$



**Abbildung 3:** Beispiel für die gemessene Einfügungsdämmung eines Dichtstoffes. Die berechnete Kurve wurde nach Gleichung (2) ermittelt, wobei die Resonanzfrequenz  $f_R$  aus der Messkurve entnommen und für den Verlustfaktor ein Wert von  $\eta = 0,06$  eingesetzt wurde.

Eine Übersicht über die bewertete Einfügungsdämmung aller untersuchten Proben ist in Abbildung 4 dargestellt:



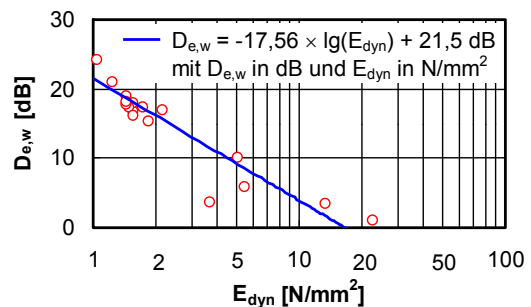
**Abbildung 4:** Bewertete Einfügungsdämmung  $D_{e,w}$  aller untersuchten Proben. Die Art des Dichtstoffes geht aus der Farbe der Punkte sowie dem ersten Buchstaben der Probenbezeichnung hervor: A = Acryl, P = Polyurethan, S = sauer vernetzendes Silikon und N = neutral vernetzendes Silikon.

Die ermittelten  $D_{e,w}$ -Werte überspannen einen breiten Wertebereich von etwa 1 - 28 dB. Obgleich auch innerhalb der gleichen Produktgruppe zum Teil erhebliche Streuungen

vorhanden sind, lassen sich folgende allgemeine Tendenzen erkennen:

- Acryl weist eine große Produktstreuung und im Mittel die geringste Körperschallisolation auf.
- Die Isolationswirkung von Polyurethan ist gleichfalls gering. Da nur eine einzige Probe untersucht wurde, lässt sich dieses Ergebnis jedoch nicht verallgemeinern.
- Sauer vernetzendes Silikon stellt - mit einer Ausnahme - eine stofflich homogene Produktgruppe mit guten akustischen Eigenschaften dar.
- Für neutral vernetzendes Silikon wurde trotz verhältnismäßig großer Produktstreuung im Mittel die höchste Isolationswirkung gemessen.

Die Körperschallisolation von Dichtstoffen hängt in erster Linie von ihrem dynamischen Elastizitätsmodul  $E_{dyn}$  ab, der sich aufgrund des verwendeten Messaufbaus in Form eines Masse-Feder-Masse Systems direkt aus der Resonanzfrequenz der Messkurven bestimmen lässt. Trägt man die bewertete Einfügungsdämmung über dem auf diese Weise ermittelten Elastizitätsmodul auf, so ergibt sich für die untersuchten Dichtstoffe unabhängig von der Art des Materials ein logarithmischer Zusammenhang, der in Abbildung 5 dargestellt ist. Wie aus der aufgeführten Gleichung hervorgeht, vermindert sich die bewertete Einfügungsdämmung bei Verdopplung des Elastizitätsmodul im Mittel um ca. 5 dB.



**Abbildung 5:** Zusammenhang zwischen dynamischem Elastizitätsmodul  $E_{dyn}$  und bewerteter Einfügungsdämmung  $D_{e,w}$  für die untersuchten Dichtstoffe.

### Zusammenfassung

Bei Untersuchungen an 18 bauüblichen Fugendichtstoffen auf Acryl-, Polyurethan- und Silikonbasis wurden für den dynamischen Elastizitätsmodul Werte von 1 - 23 N/mm<sup>2</sup> ermittelt, die mit der bewerteten Einfügungsdämmung der Proben in Höhe von 1 - 28 dB korrelieren (die bewertete Einfügungsdämmung ist ein Maß für die Körperschallisolation von Fugendichtungen in der baulichen Praxis). Von den untersuchten Dichtstoffen wies Acryl die geringste Isolationswirkung auf, während Silikon - besonders in neutral vernetzender Ausführung - die besten Werte erreichte.

Mit Untersuchungen zum Einfluss der Fugengeometrie auf die Körperschallübertragung wurde begonnen. Abgeschlossene Ergebnisse hierzu liegen jedoch bislang noch nicht vor.

### Literatur

- [1] Sarikaya, C.: Körperschallübertragung von Fugendichtstoffen. Diplomarbeit am Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Stuttgart (2002).