

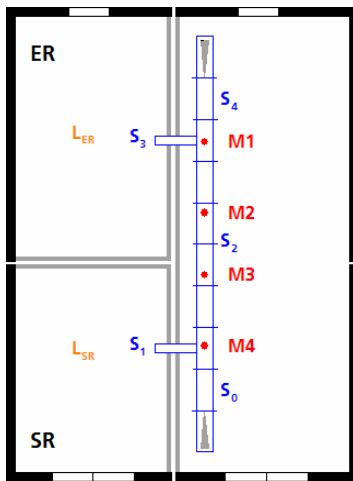
# Schall-Längsübertragung zwischen Räumen durch raumlufttechnische Anlagen

Philip Leistner

Fraunhofer-Institut für Bauphysik, 70569 Stuttgart, Deutschland, Email: philip.leistner@ibp.fraunhofer.de

## Einleitung

Raumlufttechnische (RLT-) Anlagen in Doppel- oder Hohlraumböden, Unterdecken oder Abkofferungen stellen einen flankierenden akustischen Übertragungsweg zwischen Räumen (z.B. Büros) dar. Zur Untersuchung dieses Übertragungsweges wurde ein Messaufbau im Diagonal-Prüfstand des Fraunhofer-IBP errichtet, der in Abb. 1 schematisch dargestellt ist. Zwei benachbarte Räume sind dabei durch eine (hoch-) schalldämmende Wand voneinander getrennt. Zur Untersuchung verschiedener Einbausituationen mit RLT-Anlagen wurden zwei Bauteile verwendet: eine mehrschalige Längswand und ein Hohlraumboden.



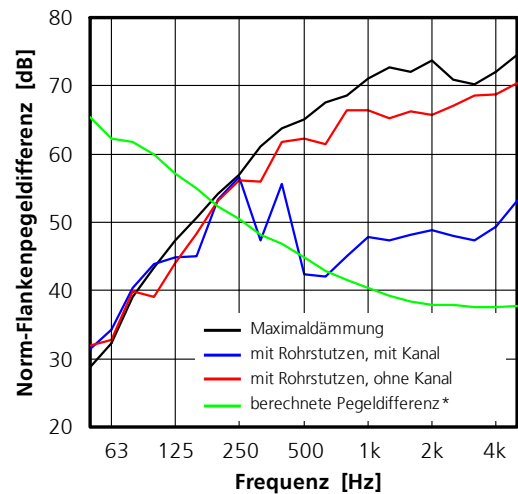
**Abbildung 1:** Messaufbau mit Trenn- und Längswand, Verbindungskanal, Wanddurchführungen und reflexionsarmen Abschlüssen (1 m lange Absorberkeile) zur Simulation eines fortlaufenden Kanalnetzes (Kanalquerschnitte  $S_i$ , Mikrofonpositionen  $M_i$  im Kanal).

Die bewertete Norm-Flankenpegeldifferenz der unbeeinflussten Konstellation beträgt 67 dB und kann als Grenzdämmung betrachtet werden. Die Messungen sind wie folgt gegliedert: Wandöffnungen und (Rohr-) Durchführungen in der Längswand OHNE und MIT Verbindungskanal, Variation von Luftdurchlässen und Schalldämpfern, Bodendurchlässe.

## Messergebnisse

Da derzeit keine direkt zutreffende normative Regelung für RLT-Anlagen als flankierende Bauteile vorliegt, werden die Messergebnisse analog zu anderen flankierenden Bauteilen als (bewertete) Norm-Flankenpegeldifferenz  $D_{n,f,w}$  angegeben. Die Messungen ohne Verbindungskanal außerhalb der Messräume dienten vorwiegend der Schaffung von Referenzwerten. Die Ergebnisse liegen nur wenig unterhalb der Grenzdämmung, d.h. mit Wandöffnungen ( $\varnothing$  100 mm) bei  $D_{n,f,w} = 65$  dB und mit Rohrstützen bei 63 dB. Die Verbindung der Wanddurchlässe mit einem Kanal (Querschnitt 200 mm x 400 mm) führt zu einer realitätsnahen RLT-Anlage

bezüglich ihrer Eigenschaften als flankierendes Bauteil und zu einem Messwert von  $D_{n,f,w} = 46$  dB. Dieser sehr deutliche Unterschied von 17 dB (im Vergleich zum Fall ohne Kanalverbindung) müsste in jedem Fall planerisch einbezogen werden. Von erheblicher Bedeutung ist die nahezu unbeeinflusste Norm-Flankenpegeldifferenz bei tiefen Frequenzen unterhalb von 250 Hz, siehe Abb. 2. Selbst das „leere“ RLT-Netzwerk erreicht und überschreitet dort offenbar die Schalldämmung der übrigen Übertragungswege.



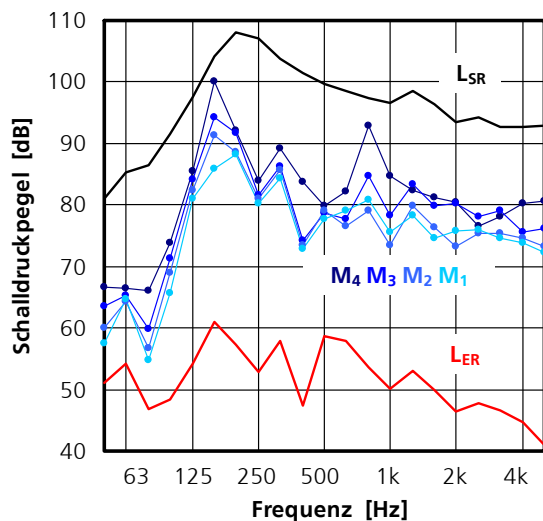
**Abbildung 2:** Gemessene Norm-Flankenpegeldifferenzen mit und ohne Verbindungskanal im Vergleich zur Maximaldämmung sowie zur berechneten Pegeldifferenz\* (siehe nachfolgende Gleichung).

Welche Planungshilfsmittel momentan verwendet werden könnten, sei an einem Beispiel unter Bezugnahme auf [1] erläutert. Die Pegeldifferenz (siehe Abb. 2) ist danach:

$$L_{SR} - L_{ER} = -10 \lg \frac{S_1 S_2 S_3}{(S_0 + S_2)(S_3 + S_4) A_{ER}} - 6 \text{ dB} + \Delta L_W$$

Darin sind  $S_i$  die Querschnittsflächen,  $A_{ER}$  die äquivalente Absorptionsfläche im Empfangsraum und  $\Delta L_W$  die Pegelabsenkung durch das Kanalnetz inkl. Mündungsreflexion. Das Ergebnis dieser Berechnung ist ebenfalls in Abb. 2 (\*) dargestellt. Aus der Gegenüberstellung lassen sich zunächst zwei Folgerungen ableiten: Erstens bewirkt überwiegend die Mündungsreflexion am Rohrende im Empfangsraum, dass die Norm-Flankenpegeldifferenz der Wandkonstruktion bei tiefen Frequenzen unbeeinflusst bleibt. Zweitens reduziert bzw. begrenzt die Anlage den Gesamtschallschutz im Bereich mittlerer und hoher Frequenzen. Bei aller Vorsicht mit konkreten Frequenzangaben können diese Ergebnisse als verallgemeinerbar angenommen werden. Zur weiteren Interpretation des Übertragungsweges RLT-Anlage wurden Schalldruckpegel an verschiedenen Positionen (siehe Abb. 1) im Verbindungskanal ermittelt. Einschließlich der Send- und Empfangsraum-Pegel sind die Messwerte in Abb. 3

dargestellt. Sie weisen ausgeprägte Maxima auf, die auf Stehwellen zwischen Reflexionsstellen (z.B. Verzweigungen) im Kanalnetz hindeuten und teilweise den Summenpegel bestimmen.



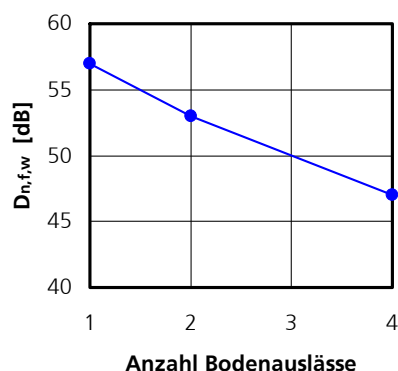
**Abbildung 3:** Gemessene Schalldruckpegel im Sende- und Empfangsraum sowie an verschiedenen Positionen  $M_i$  gemäß Abb. 1 im Verbindungskanal.

Bemerkenswert sind die deutlichen Unterschiede der Summenpegeldifferenz zwischen Senderraum und  $M_4$  (12 dB) sowie des Pegelabfalls zwischen  $M_1$  und Empfangsraum (26 dB).

### Variation der RLT-Komponenten

Zur Variation von Luftdurchlässen (Geometrie, Gestalt) wurden an Stelle einer Vielfalt von Produkten einige, sozusagen generische Typen (Loch, Schlitz, Lochblech) mit in allen Fällen gleicher Austrittsfläche verwendet. Die  $D_{n,f,w}$ -Werte betragen mit dem Loch 55 dB, mit dem Schlitz 51 dB und mit dem Lochblech 48 dB. Aus diesen Relationen lässt sich zumindest konstatieren, dass die Durchlässe in der Regel eine Erhöhung der Schall-Längsdämmung im Vergleich zum Fall ohne Durchlass (46 dB) bewirken. Zur Bestimmung der Wirkung von eingefügten Schalldämpfern wurde zunächst ein konventioneller Rohrschalldämpfer (760 mm lang, 25 mm Auskleidungsdicke) betrachtet. Dessen Einfügungsdämpfung bei mittleren und hohen Frequenzen bewirkt bereits, dass der  $D_{n,f,w}$ -Maximalwert erreicht wird. Als Alternative zum Rohrschalldämpfer im Kanalnetz lassen sich im Luftdurchlass Schalldämpfer integrieren. Einlagen aus porösem Material im Durchlasskasten stellen eine solche Möglichkeit dar. Die unter beispielhafter Verwendung der schlitzförmigen Auslassöffnung erhaltenen Ergebnisse ( $D_{n,f,w}$ ) veranschaulichen mit 11 dB Schalldämpfung resp. -dämmung das akustische Potenzial der integrierten Schalldämpfer. Es entspricht dem Niveau des (externen) Rohrschalldämpfers, wobei die Materialauswahl und Positionierung der Absorbereinlagen nur eine von vielen Spielarten darstellen. Im Ergebnis der Untersuchungen mit Bodenauslässen und den zugehörigen Öffnungen ( $\varnothing$  200 mm) im Hohlraumboden lässt sich einerseits eine mit zunehmender

Zahl der Öffnungen gleichmäßig abnehmende Schalldämmwirkung feststellen, siehe Abb. 4.



**Abbildung 4:** Beziehung zwischen zunehmender Anzahl von Bodenauslässen und gemessener  $D_{n,f,w}$ .

Je zusätzlichem Bodendurchlass beträgt diese Abnahme ca. 3 dB. Der Einbau der ersten Öffnung führt zu einer Senkung der Norm-Flankenpegeldifferenz um etwa 10 dB. Im Vergleich zu Wandöffnungen ist dieser Wert sehr hoch, selbst unter Berücksichtigung der etwa 4-fachen Fläche, veränderter Mündungsreflexion und weiterer Unterschiede. Offenbar überträgt das Plenum des Hohlraumbodens trotz lateraler Bedämpfung den Schall effektiver als die benachbarten Räume im Fall der Wandöffnungen. Die schalldämmende Wirkung der Bodenauslässe im Vergleich zur freien Öffnung liegt bei 6 dB und ist im wesentlichen der wieder teilweise verschlossenen Fläche zuzuordnen.

### Zusammenfassung

Die Reduzierung des resultierenden Schallschutzes infolge Schall-Längsübertragung durch RLT-Anlagen konzentriert sich auf mittlere und hohe Frequenzen. Die Ausprägung des akustischen Übertragungsverhaltens (Frequenzbereich und Intensität) der Anlage hängt von der geometrischen Gestaltung und Kombination der Anlagenkomponenten (Luftdurchlässe, Kanalanschlüsse und -geometrie, Verbindungskanal oder Bodenhohlraum) ab. Eine sehr vereinfachte Berechnung ist z.B. anhand der Hinweise in [1] möglich. Die damit ermittelten Anhaltswerte liegen bei mittleren und hohen Frequenzen deutlich unter den vergleichbaren Messwerten. Die Luftdurchlässe haben ein Minderungspotenzial von bis zu 8 dB (max. Differenz zwischen unterschiedlich gestalteten Durchlassöffnungen). Mit konventionellen Telefonie-Schalldämpfern lassen sich (bei vorhandenem Einbauraum) problemlos hohe  $D_{n,f,w}$ -Anforderungen erfüllen. Eine Wirkung in praktisch gleicher Größenordnung ermöglichen integrierte Schalldämpfer in den Luftdurchlässen.

### Literatur

- [1] VDI 2081, Blatt 1, Geräuscherzeugung und Lärminderung in Raumlufttechnischen Anlagen (Juli 2001).

*Die Untersuchungen wurden mit dankenswerter Unterstützung der Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik (FLT) e.V. durchgeführt.*