

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103 (1985)
Heft: 45

Artikel: Warum entspricht die am Bau gemessene Luftschalldämmung oft nicht den Erwartungen?
Autor: Kühn, Beat / Blickle, Rudolf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-75928>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 19.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Warum entspricht die am Bau gemessene Luftschalldämmung oft nicht den Erwartungen?

Von Beat Kühn und Rudolf Blickle, Unterägeri

In den letzten paar Jahren ist sehr viel über das Thema «Luftschalldämmung» geschrieben worden. Beim Studium dieser Literatur stellt man jedoch fest, dass sich die meisten Arbeiten auf ein einzelnes Element wie Trennwand, Fenster usw. beschränken. Das Problem der zu erreichenden Luftschalldämmung eines aus mehreren Elementen aufgebauten Systems ist auch für den Nicht-Akustiker in verständlicher Form noch viel zu wenig behandelt worden. In den nachfolgenden Ausführungen wird versucht, das äusserst vielschichtige Problem der Luftschallübertragung zwischen zwei Räumen möglichst einfach darzustellen, so dass der Leser imstande sein wird, die oben gestellte Frage bei jeder in der Praxis vorkommenden Situation selber zu beantworten.

Luftschallübertragung über einzelne Elemente und daraus zusammengesetzte Systeme

Eine allgemeinverständliche Darstellung der Luftschallübertragung über ein aus einzelnen Elementen zusammengesetztes Übertragungssystem kann anhand zweier Wasserbehälter gegeben werden, welche durch eine Anzahl verschieden dicker Rohre miteinander verbunden sind.

In der obigen schematischen Darstellung stellen die beiden Behälter 1 und 2 den Sende- bzw. Empfangsraum dar. Die Wassermenge bzw. das Wasserniveau im Behälter 1 entspricht dabei dem im Senderaum erzeugten Luftschallpegel. Es wird vorausgesetzt, dass das Wasserniveau im Behälter 1 konstant gehalten wird. Die vom Behälter 1 zum Behälter 2 transportierte Wassermenge hängt nebst der Wasserhöhe im Behälter 1 von der Anzahl Rohre und deren Durchmesser ab (Durchmesser und Fließgeschwindigkeit ergeben zusammen einen bestimmten Widerstand R , der das Wasser auf seinem Weg vom Behälter 1 in den Behälter 2 am Fliesen hindert). Es ist einleuchtend, dass bei einer grossen Anzahl Rohre die übertragene Wassermenge grösser ist als bei einer geringen Anzahl Rohre.

Nehmen wir an, dass die beiden Behälter durch gleich lange und gleich dicke Rohre miteinander verbunden sind. In einem solchen Fall wird durch ein Rohr die Wassermenge Q transportiert. Zwei Rohre desselben Systems transportieren die Menge $2Q$, drei Rohre befördern $3Q$ usw. Genau die gleichen Verhältnisse ergeben sich bei der Schallenergieübertragung vom Senderaum (Behälter 1) in den Empfangsraum (Behälter 2) über ein Übertragungssystem, welches aus einer Anzahl Elementen

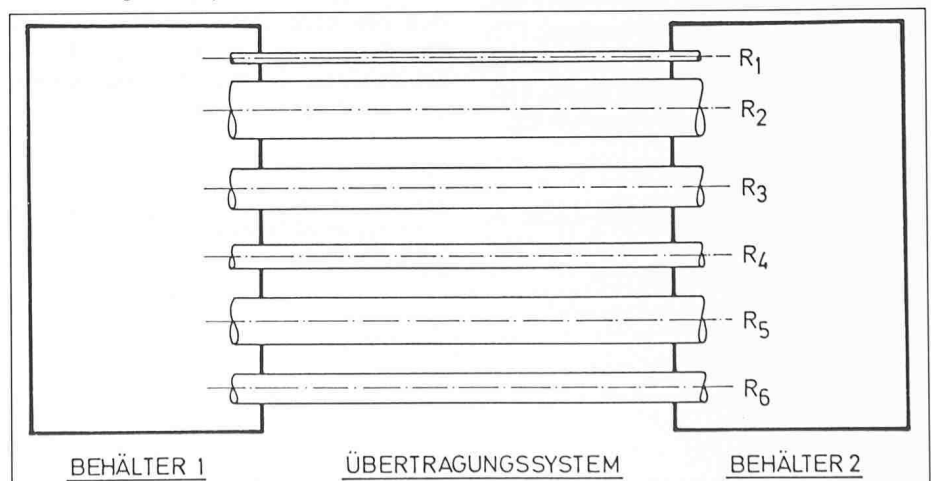
bzw. Leitern besteht. Solche Elemente sind zum Beispiel die gemeinsame Trennwand zwischen Sende- und Empfangsraum, der unter der Trennwand durchgezogene Unterlagsboden, die abgehängte Decke, die rechtwinklig an die Trennwand anschliessende Korridorwand und Fassade und ein evtl. von einem Raum zum andern durchgehender Lüftungskanal usw. ... Jedes einzelne dieser Elemente bzw. Rohre überträgt nun je nach seinem Widerstand R eine ganz bestimmte Menge an Schallenergie bzw. Wasser vom Raum 1 in den Raum 2. Je grösser der Widerstand eines Elements ist, desto weniger trägt es zur übertragenen Menge bzw. Leistung des Systems bei. Im praktischen Fall, das heisst am ausgeführten Bau, überträgt jedes einzelne Element bzw. Bauteil eine kleinere oder grössere Menge an Schallenergie. Ganz anders hingegen liegen die Verhältnisse im Labor. Dort ist tatsächlich im Normalfall immer nur ein Element bzw. Bauteil für die Schallübertragung vom Senderaum in den Empfangsraum massgebend. Dies soll wiederum anhand des obigen Schemas erklärt werden. Im Labor interessiert normalerweise die Fra-

ge, welche Energiemenge jedes Bauteil bzw. Rohr von einem Raum zum andern für sich alleine überträgt. Will man nun zum Beispiel die transportierte Wassermenge vom Behälter 1 in den Behälter 2 über das Rohr 2 ohne den Einfluss der übrigen Rohre messen, so hat man lediglich die Rohre 1, 3, 4, 5 und 6 mittels eines Korkens abzudichten. Aufgrund dieser so ermittelten Wassermenge lässt sich dann relativ einfach der Widerstand R_2 des interessierenden Rohres errechnen. Das gleiche Messverfahren verwendet man im Prinzip im Prüflabor zur Bestimmung der Luftschalldämmung von einzelnen Bauelementen. Ganz so einfach wie bei den Rohrversuchen ist es hier allerdings nicht. Die einzelnen Elemente des Wand- oder Fensterprüfstands usw. müssen so aufgebaut sein, dass die über sie vom Sende- in den Empfangsraum übertragene Schallenergie vernachlässigbar klein ist im Vergleich zur Energie, die über das interessierende Wand- bzw. Fensterelement transportiert wird. Man erreicht das normalerweise so, indem sämtliche an das interessierende Wandelement anstossenden Bauteile (Decke, Boden und Längswände) mit biegeweichen Vorsatzschalen verkleidet werden.

Es soll nochmals betont werden, dass die im Labor ermittelte Luftschalldämmung ausschliesslich durch das zu prüfende Element bestimmt wird – im Gegensatz zum praktischen Fall am ausgeführten Bau, wo ein ganzes System aus einzelnen Elementen die Luftschalldämmung bestimmt. Diese Tatsache sollte man sich bei der Planung stets vor Augen halten. Man darf also nie erwarten, dass die im Labor ermittelte Luftschalldämmung eines Bauteils mit der am Bau gemessenen Luftschalldämmung identisch ist.

Nach diesen sehr allgemein gehaltenen Ausführungen soll im folgenden anhand einiger Beispiele erläutert werden, welche Unterschiede in der Luft-

Bild 1. Analogon zur Luftschallübertragung über ein aus Elementen zusammengesetztes System



schalldämmung zwischen Labormessungen und Messungen am ausgeführten Bau auftreten können.

Beispiel 1

Bei einer Kontrollmessung in einem neuerstellten Bürogebäude in Skelettbauweise mit einem Ausbau in Leichtbauweise ergab sich die Luftschalldämmung zwischen zwei benachbarten Büroräumen zu $R'_w = 39$ dB. Es stellte sich dann die Frage, warum die Dämmung so gering ausfiel, da doch Trennwände mit einer im Labor ermittelten Luftschalldämmung von $R_w = 48$ dB montiert worden waren. Eine Analyse ergab folgendes Schallübertragungssystem:

- Übertragungselement 1: doppelschalige Leicht-Trennwand $R_{w1} = 48$ dB
- Übertragungselement 2: abgehängte Decke $R_{w2} = 48$ dB
- Übertragungselement 3: Fassade $R_{w3} = 52$ dB
- Übertragungselement 4: Korridorwand $R_{w4} = 49$ dB
- Übertragungselement 5: schwimmender Unterlagsboden $R_{w5} = 42$ dB
- Übertragungselement 6: Kabelkanal entlang Fassade $R_{w6} = 50$ dB

Eine energetische Addition der Widerstände R der sechs Übertragungselemente ergibt für das gesamte System einen Wert von $R'_w = 39$ dB, obwohl eine Wand mit einem Wert von $R_{w1} = 48$ dB (gemäss Labormessung) verwendet wurde. Wie weiter oben ausführlich behandelt wurde, wird ja im Labor die Luftschalldämmung der Trennwand alleine ermittelt (Wasserfluss von Behälter 1 in den Behälter 2 nur über Rohr 1), wogegen am ausgeführten Bau zusätzliche Übertragungselemente (vergleiche mit obiger Skizze, Rohre 2, 3, 4, 5 und 6) hinzukommen. Jedes einzelne Element bzw. Rohr überträgt für sich eine kleine Menge an Energie, so dass die Summe der übertragenen Energie grösser ist als der im Labor ermittelte Schallenergiefluss. In andern Worten, die im Bau ermittelte Luftschalldämmung liegt wegen der zusätzlichen Übertragungselemente unter der im Labor ermittelten Dämmung. Möchte man nun am ausgeführten Bau eine Luftschalldämmung in der Grössenordnung der Laborwerte erreichen, so müssen die Dämm-Masse R_w der einzelnen Elemente 2 bis 6 um mindestens 10 dB über dem Wert des Elements «Trennwand» liegen. Derart hohe Dämmungen ($R_w = 58$ –60 dB) sind kaum mehr realisierbar.

Infolge der immer vorhandenen Nebenwegübertragung über die Elemente 2 bis 6 ergibt sich bei einem in Leichtbauweise erstellten Bau die obere Grenze der noch realisierbaren Luftschalldämmung zu $R'_w = 50$ –52 dB in horizontaler Richtung und $R'_w = 56$ –58 dB in vertikaler Richtung (übereinanderliegende Räume). Bei in Massivbauweise erstellten Gebäuden liegt diese Grenze normalerweise bei $R'_w = 56$ –58 dB. Diese Grenzwerte gelten ganz unabhängig von der Luftschalldämmung der verwendeten Leichtbauwand.

Beispiel 2

In einem weiteren Beispiel soll wiederum gezeigt werden, wie gross der Schalldämmunterschied zwischen Labor und Bau ein und desselben Elements sein kann. Bei einer Überprüfung der Luftschalldämmung zwischen zwei Dachgeschosszimmern zweier Reiheneinfamilienhäuser ergab sich ein bewertetes Schalldämm-Mass von $R'_w = 45$ dB.

Eine Analyse ergab folgendes Bild für das Übertragungssystem:

- Übertragungselement 1: Haustrennwand aus einem doppelschaligen Mauerwerk $R_{w1} = 58$ dB (Betondeckenplatte und Fassadenmauerwerk waren im Bereich der Haustrennwand unterbrochen)
- Übertragungselement 2: über die Haustrennwand hinweg gehender Dachhohlraum (mit Mineralwolle bedämpft) $R_{w2} = 58$ dB
- Übertragungselement 3: von den Dachsparren abgehängte und vom Sende- in den Empfangsraum durchgehende Holzschalung (Körperschallmessungen) $R_{w3} = 46$ dB
- Übertragungselement 4: Pfetten vom Sende- in den Empfangsraum durchgezogen (Körperschallmessungen) $R_{w4} = 52$ dB

Eine energetische Addition der Schalldämm-Masse R_w der vier Übertragungselemente ergibt für das gesamte Leitungssystem einen Wert von $R'_w = 45$ dB. Solche und ähnliche Fälle gehören zur täglichen Praxis eines Akustikers. Durch eine akustisch richtige Auslegung der verschiedenen Bauelemente und eine sorgfältige Bauausführung lassen sich Fehlschläge dieser Art verhindern.

Beispiel 3

Ein sehr häufiger Fall, welcher zu Klagen führt, ist die ungenügende Luftschalldämmung von Wohnungsab-

schlusstüren. Gemäss einer Ausschreibung hat die Luftschalldämmung einer Wohnungstür $R_w = 40$ dB zu betragen. Ob es sich dabei um die Dämmung der betriebsfertigen Türe handelt oder nicht, geht aus der Ausschreibung nicht hervor.

Nachdem die Wohnung bezogen worden ist, wird, veranlasst durch Klagen der Mieter, eine Luftschalldämmungsmessung angeordnet. Das bewertete Schalldämm-Mass der betriebsfertigen Wohnungstüre ergibt sich zu $R'_w = 30$ dB. Warum ist die Dämmung so gering ausgefallen? Eine Analyse des Übertragungssystems ergibt:

- Übertragungselement 1: Türblatt alleine $R_{w1} = 43$ dB (gemäss Labormessung; im Labor werden die umlaufenden Fugen zwischen Türblatt und Prüföffnung normalerweise mit Kitt abgedichtet)
- Übertragungselement 2: Holzzarge $R_{w2} = 45$ dB
- Übertragungselement 3: einfache Lippendichtung seitlich und oben $R_{w3} = 39$ dB
- Übertragungselement 4: Senkschwelendichtung auf Hohlflachschiene aufliegend Teppich unter Hohlflachschiene durchgezogen $R_{w4} = 31$ dB

Eine energetische Addition der Dämm-Masse der vier Übertragungselemente ergibt ein bewertetes Schalldämm-Mass für die betriebsfertige Tür von $R'_w = 30$ dB.

Die Analyse zeigt also einmal mehr, dass eine den Erwartungen entsprechende Luftschalldämmung nur erreicht wird, wenn jedem einzelnen Übertragungselement die gleiche Aufmerksamkeit geschenkt wird. Weiter sollte man sich immer vergewissern, ob sich die in einem Prüfzeugnis oder Prospekt angegebenen Schalldämm-Masse R auf das Türblatt im eingekitteten Zustand oder auf den betriebsfertigen Zustand beziehen. Das gleiche gilt natürlich auch für Fenster, Schiebetüren, demontable Trennwände usw.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass es keinen Sinn hat, ein ausgesprochen gut schalldämmendes Türblatt zu verwenden, solange nicht die anderen Übertragungselemente gleichermassen schalldämmend ausgeführt sind. Zur Verhinderung von allzu grossen Enttäuschungen sollten daher immer nur Prospektunterlagen usw. konsultiert werden, die die Schalldämmung betriebsfertiger Türen, Fenster usw. beinhalten.

Beispiel 4

Als letztes Beispiel soll noch dargestellt werden, wie sich die Luftschalldäm-

mung einer doppelschaligen Leichtbauwand, die gemäss Laboruntersuchungen ein bewertetes Schalldämm-Mass von $R_w = 52$ dB aufweist, am ausgeführten Bau verhält. Sie besteht im wesentlichen aus einem Ständerwerk aus Holz, welches beidseitig mit Schalen aus 19 mm dicken Holzspanplatten verkleidet ist. Die Spanplatten sind hohlraumseitig mit punktwise aufgebrauchten Holzfaserhartplatten versehen. Die Befestigung der Schalen am Ständerwerk erfolgte punktwise über runde Unterlagsplättchen. Der Hohlraum wurde mit Mineralfaserfilz gefüllt. Bei der Labormessung wurde die Dichtung gegen die flankierenden Bauteile (Boden, Wände und Decke aus 250 mm dickem Stahlbeton, glatt abgezogen) mit leicht komprimierbaren Schaumstoffstreifen realisiert. Der Einbau der Trennwand im Labor wurde mit grösster Sorgfalt durchgeführt, um eine möglichst hohe Dämmung zu erreichen. Dieselbe Wand wurde alsdann in einem Massivbau unter Termindruck eingebaut. Die messtechnische Kontrolle der Luftschalldämmung ergab ein Schalldämm-Mass von $R'_w = 45$ dB, also einen um 7 dB kleineren Wert als man sich aufgrund des Prüfberichts erhofft hatte.

Die wiederum vorgenommene Analyse für die verschiedenen Elemente ergab:

- Übertragungselement 1: doppelschalige Leichtbauwand ohne Einfluss der Anschlussfugen (ermittelt aus Körperschallmessungen) $R_{w1} = 52$ dB
- Übertragungselement 2: Anschlussfugen zwischen Leichtbauwand und

angrenzenden bzw. flankierenden Bauteilen (ermittelt aus Luftschalldmessungen im Nahbereich der Fugen) $R_{w2} = 48$ dB

- Übertragungselement 3: Boden in Form einer glatt abgezogenen Stahlbetonplatte, Dicke 180 mm $R_{w3} = 58$ dB
- Übertragungselement 4: Decke, Aufbau wie Boden $R_{w4} = 58$ dB
- Übertragungselement 5: Fassade aus Isomodul-Mauerwerk, beidseitig verputzt $R_{w5} = 54$ dB
- Übertragungselement 6: Korridorwand aus 200 mm, beidseitig verputzten Calmo-Backsteinen $R_{w6} = 56$ dB

Eine energetische Addition der Dämmung der einzelnen Elemente 1 bis 6 ergibt ein bewertetes Schalldämm-Mass von $R'_w = 45$ dB.

Aus der Analyse geht hervor, dass der Schalldämmverlust von 7 dB (Unterschied zwischen Labor- und Baumesung) in erster Linie durch die mangelhafte Dämmung der umlaufenden Anschlussfugen verursacht wurde. Bei einer Prüfung der Anschlussfuge zeigte sich dann auch, dass die Fugenbreite nicht wie bei den Labormessungen genau 4 mm betrug, sondern zwischen 4 bis 12 mm variierte. Dadurch ergibt sich natürlich eine wesentlich kleinere Zusammendrückung des Schaumstoffstreifens, was zu einem geringeren Strömungswiderstand und folglich zu einer geringeren Schalldämmung der Fugen führt. Das gleiche wäre natürlich auch bei Profilen aus Gummi usw. passiert. Schaumstoffstreifen und Gummiprofildichtungen ergeben nur dann eine aus-

reichende Dämmung, wenn ein grosser Anpressdruck vorhanden ist und die Fugen ziemlich genau parallel verlaufen.

Zusammenfassung

Anhand von zwei Wasserbehältern, die mit einer Anzahl Röhren miteinander verbunden sind, lässt sich einfach zeigen, wie sich Luftschallenergie vom Sende- in den Empfangsraum fort-pflanzt. Während bei akustischen Untersuchungen im Labor die Schallenergie normalerweise nur über ein Element, zum Beispiel eine Trennwand, vom Senderaum in den Empfangsraum gelangt, existierten am ausgeführten Bau eine ganze Reihe von Übertragungselementen. Diese zusätzlichen Übertragungselemente führen dazu, dass die gemessene Luftschalldämmung einer Trennwand usw. am üblich ausgeführten Bau stets kleiner wird als im Labor. Grössere Diskrepanzen dieser Art können nur verhindert werden, wenn aufgrund von Bauplänen eine kritische Analyse sämtlicher Übertragungselemente vorgenommen wird und entsprechende schalltechnische Massnahmen getroffen werden.

Adresse der Verfasser: B. Kühn und R. Blickle, Institut für Lärmschutz, Gewerbestrasse 9b, 6314 Unterägeri.

Segelschiffe ohne Tuch

Von Oskar Stürzinger, Monte Carlo

Grosse Segelschiffe weisen eine umfangreiche und komplizierte Takelage auf, deren Bedienung harte und oft gefährliche Arbeit zahlreicher Matrosen erfordert. Der Anstieg der Brennstoffpreise infolge der Ölkrise führte daher nicht wieder zu herkömmlichen Segel-Frachtschiffen, sondern machte u. a. das Wiederaufgreifen des Magnus-Effektes für den Windantrieb von Frachtschiffen wirtschaftlich interessant.

Nach einer kurzen Darstellung der aerodynamischen Verhältnisse an einem Zylinder bzw. an einem Turbosegel weist der Verfasser auf eine Reihe neuerer Entwicklungen hin.

Aerodynamik

An einem quer zu seiner Achse angeblasenen Zylinder bildet sich in der Blasrichtung eine Kraft F aus (Bild 1). Bei unsymmetrischer Ausbildung der

Strömung, z. B. wenn die Zylinderwand rotiert und die Grenzschicht mitzieht, entsteht eine Auftriebskraft P quer zur Anströmungsrichtung, zusätzlich zur Widerstandskraft R . Diesen Effekt wies Gustav Magnus schon 1852 nach (Bild 2).

Ein ähnlicher Auftriebseffekt lässt sich erreichen, wenn am angeströmten Profil die sich ausbildende Grenzschicht abgesaugt wird, wobei das Profil nicht kreisrund zu sein braucht (Bild 3).

Flettner-Rotor

1922 beschäftigte sich Anton Flettner[1] an der aerodynamischen Forschungsanstalt in Göttingen, die für ihre Flügelprofilentwicklungen berühmt werden sollte, mit den Ideen seines Landsmanes Magnus.

Die Arbeiten führten zur «Baden-Baden», einem Schiff mit dem ursprünglichen Namen «Buckau», das 1924 zwei 15,5 m hohe Rotoren von 8 m Durchmesser erhielt. Ein Dieselmotor von 120 kW erbrachte die Antriebsleistung