

Aufhorchen und hinschauen



Thomas Imhof

Dipl. Elektro-Ingenieur HTL
Dipl. Akustiker SGA
Imhof Akustik AG, Speicher

Raumakustik = Hörsamkeit

"Die Hörsamkeit ist ein Oberbegriff, der die Wirkungen der akustischen Eigenschaften eines Raums für Schalldarbietungen, etwa Musik oder Sprache, am Ort des Hörenden beschreiben soll."

So steht es einleitend in einem bekannten Wissensportal und meint vor allem die Akustik von Räumen, welche für Konzerte, Theateraufführungen und Vorträge genutzt werden.

Unseren Alltag verbringen wir aber in Wohn- und Büroräumen, in Betriebskantinen und Restaurants, in Werkstätten und Fabrikhallen. Auch dort erwarten wir eine gute Akustik: Gespräche sollen ohne Anstrengung geführt werden können, andere Personengruppen oder laute Maschinen sollen nicht stören und das Geschirr nicht in den Ohren klingeln. Diese Aufzählung könnte ohne weiteres eine ganze Seite füllen.

Moderne Büros haben heute selbstverständlich gute akustische Verhältnisse; das Auto ist im Innern auch bei Autobahntempo so ruhig, dass ohne Probleme ein klassisches Konzert gehört werden kann; und die eigene Wohnung soll Erholung vom stressigen Alltag erlauben. Der Anspruch auf Ruhe ist heute ein wichtiger Aspekt im gesamten Komfort.

Design contra Akustik?

Und welche Erfahrung machen wir im Alltag?

Die grosszügigen Wohnräume mit Essplatz und offener Küche machen den Bewohnern wegen zu grosser Halligkeit oft wenig Freude.

Öffentlich genutzte Räume (Restaurants, Foyers, Eingangshallen) werden wegen zu hoher Lautstärkepegel gemieden, obwohl sich der Besuch wegen der hochwertigen räumlichen Gestaltung und einer hervorragenden Gastronomie eigentlich lohnen würde.

Die moderne Eigentumswohnung hat einen ausgewählten Parkettboden, Wände mit Stucco-Veneziano-Oberfläche und Decken in Beton. Die Fensterfront gibt den Blick frei in die Landschaft, weshalb Vorhänge nicht in Frage kommen. Die Innenausstattung ist auf ausgewählte Möbel und wenige elektronische Geräte reduziert. "Cool!" ist der

spontane Ausruf des Besuchers. Damit hat aber die Raumakustik bereits den ersten harten Test zu bestehen.

Bauherrschaft und Architekt ziehen oft als letzte Möglichkeit einen Akustiker bei, der eine Lösung für das Lärmproblem erarbeiten soll. Da die Räume fertig gestaltet sind, ist die Montage von wirksamen akustischen Massnahmen meistens nicht mehr möglich. Bauherrschaften und Architekten sind deshalb gut beraten, das Thema Raumakustik frühzeitig in die Planung aufzunehmen.

Normen und Empfehlungen

Die Beschreibung der Akustik eines Raumes erfolgt vorwiegend über die Länge der frequenzabhängigen Nachhallzeit. Sie ist definiert als zeitliche Dauer eines ungestört abklingenden Geräusches bei verschiedenen Tonhöhen.

Für die Raumakustik von privat genutzten Räumen sind keine Normen verfügbar. Der Akustiker bezieht sich deshalb bei seiner Arbeit auf Empfehlungen für Räume, welche ähnliche räumliche Ausdehnungen aufweisen und gleich hohe Anforderungen zu erfüllen haben wie Schulzimmer, Büros und Restaurants.

Optimale Nachhallzeiten liegen je nach Raumnutzung zwischen 0.4 - 1.0 Sekunde. Der niedrigere Wert wird als sogenannte "trockene Akustik" bezeichnet und dort angestrebt, wo viele Menschen arbeiten oder Lärm produzieren. Nachhallzeiten von 0.6 - 0.8 Sekunden empfehlen sich für Wohn- und Esszimmer, Küchen und Restaurants. Grössere Räume wie Säle und Hallen sollten 1.0 Sekunden nicht überschreiten.

Die wichtigsten Normen und Empfehlungen, welche sich mit den Anforderungen an die Raumakustik befassen, sind:

- SN 520 181 - Schallschutz im Hochbau
- DIN 18041 - Hörsamkeit in kleinen bis mittelgrossen Räumen
- SGA - Richtlinie für die Akustik von Schulzimmern und anderen Räumen für Sprache
- Walter Lips, Hochschule Luzern - Akustik für Gebäudetechnik-Ingenieure

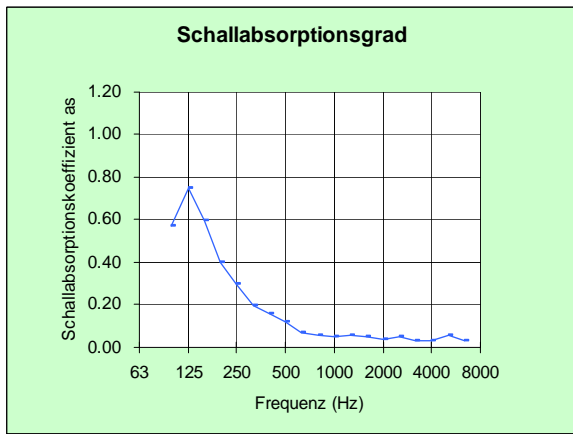
Raumakustik kann man planen

Die Raumakustik von Räumen kann mit Kenntnis des Raumvolumens und dem akustischen Verhalten von Baumaterialien mit nachstehender Formel berechnet werden. Es ist dabei zu beachten, dass der Schallabsorptionsgrad von der Tonhöhe abhängt, Luft den Schall absorbiert und die Raumform eine entscheidende Rolle spielen kann. Eine ansonsten gute Raumakustik

$$T = k * \frac{V}{A}$$

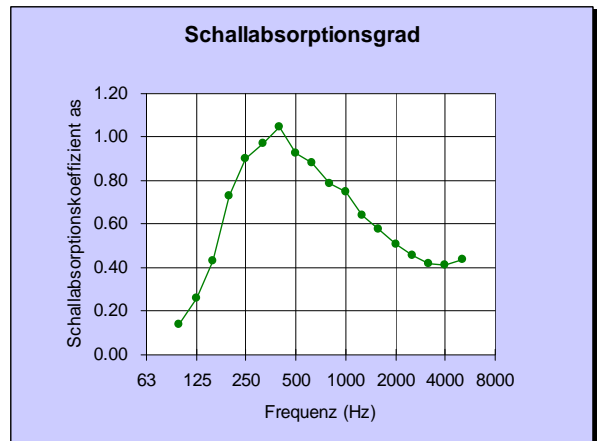
kann durch Einzel- oder Mehrfach-Echos (Flutterechos) empfindlich beeinträchtigt werden. Die geometrische Raumakustik berücksichtigt die Raumform und beobachtet die Schallstrahlen auf ihrem Ausbreitungsweg. Nach innen gekrümmte (konkave) Flächen sind dabei besonders zu beachten und deren Oberflächen mit dem optimalen Absorber zu verkleiden.

- T Nachhallzeit [sec]
- k 0.16
- V Raumvolumen [m³]
- A Schallabsorptionsfläche [m²]
 $A = S * \alpha$ resp. $A = S_1 * \alpha_1 + S_2 * \alpha_2 + \dots + S_N * \alpha_N$
- S Fläche [m²]
- α Frequenzabhängiger Schallabsorptionsgrad



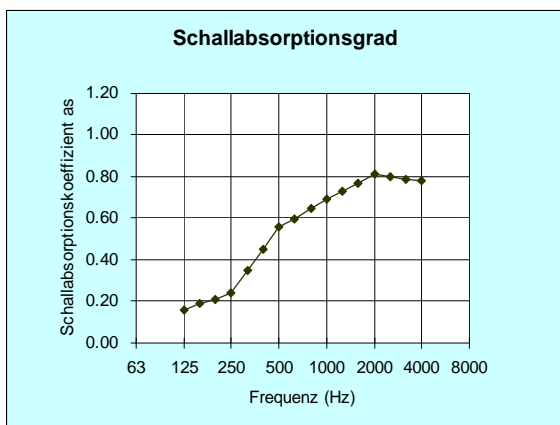
Tieftonabsorber

- alle schwingfähigen Oberflächen
- Holz, Gips, Metall
- Fenster



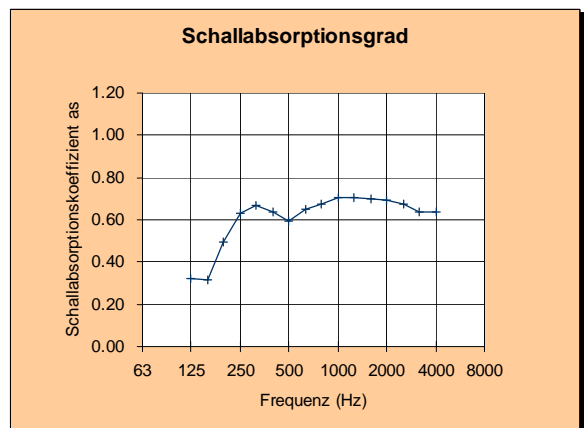
Mitteltonabsorber

- alle gelochten und geschlitzten Oberflächen



Hochtonabsorber

- Vorhänge
- Akustikputz
- poröse Materialien



Breitbandabsorber

- spezielle Absorber
- kombinierte Aufbauten

Raumakustik kann man messen

Die Akustik eines Raumes kann gemessen werden. Dabei werden leistungsfähige Lautsprecher mit kugelförmiger Abstrahlung (sogenannte Dodekaeder), hochwertige Messmikrofone mit kugelförmiger Richtcharakteristik und professionelle Schallanalysatoren eingesetzt.



Der Akustiker erkennt aus der frequenzabhängigen Nachhallzeit die Probleme und erarbeitet Vorschläge für deren Behebung.

Als wichtiges Arbeitsinstrument setzt er seine über Jahre aufgebaute Datenbank von akustisch wirksamen Materialien ein. Mit dem Architekten werden Flächen bestimmt, welche bearbeitet oder verkleidet werden können, die Struktur der Oberflächen diskutiert und daraus resultierende Kosten abgeschätzt. Oft müssen auch denkmalpflegerische Aspekte berücksichtigt werden, welche sich auf die Wahl der Flächen und deren Oberflächenqualität auswirken.

Die angestrebte Nachhallzeit wird in mehreren Berechnungsschritten optimiert, bis die geforderte Nachhallzeit und das Toleranzfeld von $\pm 20\%$ eingehalten sind. Wie nachstehendes Diagramm zeigt, ist gerade die Einhaltung des Toleranzfeldes nicht immer möglich, da die frequenzabhängigen Schallabsorptionsgrade der ausgewählten Materialien das Ergebnis bestimmen. Mit der Kombination von zwei oder mehreren Materialien kann der gewünschte Nachhallzeitverlauf oft erreicht werden.

Normgerechte Messungen ergeben ein exaktes Abbild der frequenzabhängigen Nachhallzeit und zeigen auch die Abweichungen zwischen den verschiedenen Messpositionen.

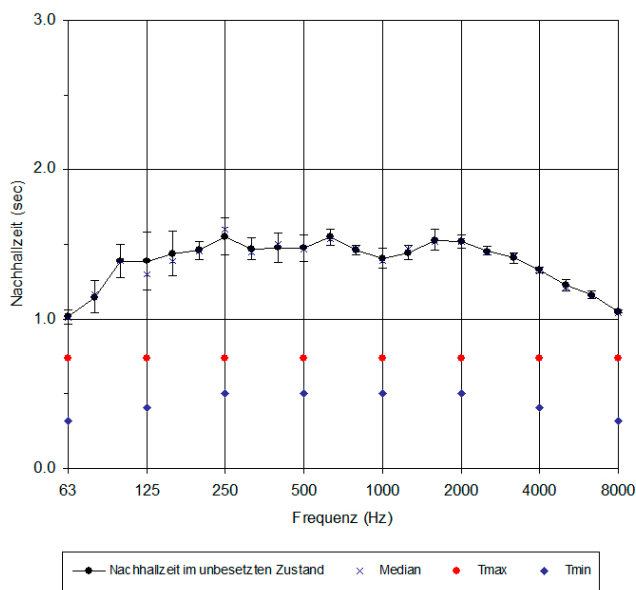


Diagramm 1: Frequenzabhängige Nachhallzeit eines Unterrichtszimmers

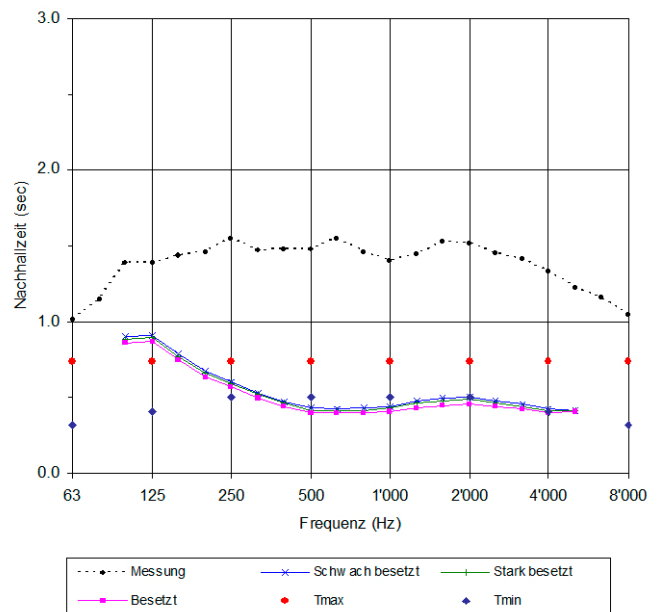
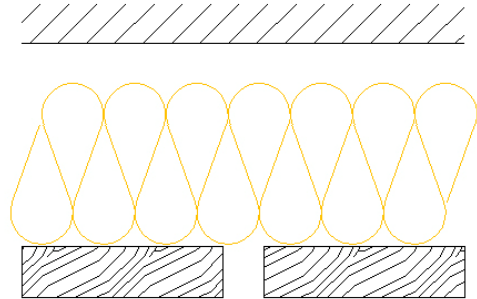


Diagramm 2: Vergleich der Nachhallzeiten vor und nach der Durchführung raumakustischer Massnahmen im schwach besetzten und besetzten Zustand

Raumakustik, handgemacht

Eine einfache, günstige und raumakustisch wirksame Massnahme kann jeder Schreiner selber herstellen:



Der Schallabsorptionsgrad kann mit der Breite der Holzriemen und dem Abstand zwischen den Holzriemen, mit der Höhe der Unterkonstruktion sowie mit der Wahl des porösen Absorbers weitgehend bestimmt werden.

Aufbau der Akustikdecke:

- Bestehende Decke
- Luftzwischenraum
- Poröser Absorber (Mineralfaser, Holz- oder Schafwolle)
- Akustikvlies als Sicht- und Rieselschutz
- Holzriemen mit Abstand

Akustisches Verhalten: Mitteltonabsorber



Neuer Wohnraum im Anbau zu Einfamilienhaus

Heute werden oft industriell vorgefertigte Schallabsorber eingesetzt, deren Schallabsorptionsgrade durch Messungen im Hallraum bestimmt wurden. Die Hersteller publizieren die Kurven von verschiedenen Konfigurationen in ihrer Produkte-Dokumentation und auf ihrer Homepage. Bei der Evaluation von Produkten ist auf die korrekte Darstellung der Ergebnisse zu achten.

Aktuelle Produkte

Fugenlose Decken

www.ac-fon.ch, www.baswa.ch, www.sto-ag.ch



Decken und Wandverkleidungen in Holz

www.akustik-raum.ch, www.bruag.ch,
www.topakustik.ch, www.zirp.at



Vorhänge und Textilien

www.creationbaumann.com, www.douglas-textiles.ch

