



Ermittlung der Einzahlwerte im Schallschutz

Etwas Licht im Kennwertedschungel



Martin Teibinger, Wien

Frequenzbereiche

Unter Schall wird eine mechanische Schwingung eines elastischen Mediums im Hörbereich des menschlichen Ohres verstanden. Dieser liegt zwischen 16 Hz und 20.000 Hz, wobei mit dem Alter der Bereich der höheren Frequenzen (und somit Töne) abnimmt. Während bei 20-jährigen die obere Grenze der Hörfähigkeit noch bei 18.000 Hz liegt, kann man im Durchschnitt mit einer weiteren Abnahme von ca. 3.000 Hz alle 15 Jahre rechnen. Da die Sprache in einem Bereich zwischen 100 Hz und 8.000 Hz liegt, spielt diese Abnahme für den Informationsaustausch keine wesentliche Rolle.

Die einzelnen Tonhöhen werden allerdings vom menschlichen Ohr nicht gleich wahrgenommen. Tiefe und sehr hohe Töne werden generell als leiser empfunden. Am empfindlichsten regiert das menschliche Gehör bei Tönen, zwischen 3.000 und 4.000 Hz. Um die Hörwahrnehmung näherungsweise abbilden zu können, wird mittels A-Bewertung eine frequenzabhängige Bewertung

der gemessenen Schallpegel durchgeführt. A-bewertete Pegel erkennt man an der Einheit dB(A).

Während man in der Raumakustik Oktavbänder verwendet, werden bauakustische Messungen und Berechnungen in der Regel in Terzbändern durchgeführt. Unter einer Oktave versteht man 12 Halbtonschritte, physikalisch gesehen handelt es sich um eine Verdoppelung der Frequenz (somit Verhältnis 1:2). Musikbegeisterten ist bekannt, dass drei Terzen eine Oktave bilden, somit liegt zwischen zwei Terzen ein Verhältnis von $1:\sqrt[3]{2}$ vor. Der bauakustische Frequenzbereich wurde zwischen den Bandmittenfrequenzen 100 Hz und 3150 Hz festgelegt. Dies entspricht 16 Mittelwerten. Der erweiterte Frequenzbereich reicht von den Bandmittenfrequenzen 50 Hz bis 5000 Hz. Die unteren und oberen Grenzen für die Terzbänder sind in Abb. 1 dargestellt.

bereich werden die ermittelten Pegel der 16 Mittenfrequenzen angeführt. Anhand der grafischen Darstellung kann der Akustiker Einbrüche aufgrund des Aufbaus erkennen und gegebenenfalls Verbesserungen vornehmen. Für den Gesetzgeber und den Planer sind allerdings Einzahlangaben zur Festlegung eines Anforderungsprofils entscheidend. Aus diesem Grund werden die Messergebnisse mit Hilfe der international genormten Bewertungskurve auf einen Einzahlwert umgerechnet. Der Verlauf dieser Bewertungskurve entspricht den schalltechnischen Eigenschaften eines mineralischen Bauteils. Die Bewertungskurve wird nun in ganzen dB-Schritten solange verschoben, bis die Summe der ungünstigen Abweichungen der Messkurve von der Bezugskurve (im Fall des Luftschallschutzes geringere Werte) bei Terzbändern maximal 32 dB beträgt. Dies entspricht bei den 16 Werten einer mittleren Abweichung von maximal 2 dB. In Abb. 2 sind die einzelnen ungünstigen Abweichungen als orange Linie dargestellt. Überschrei-

tungen der Messkurve, welche günstigeren Bereichen entsprechen, werden nicht berücksichtigt. Der Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500 Hz entspricht der Einzahlangabe – beispielsweise dem bewerteten Schalldämmmaß R_w . Dieser Vorgang wird bei allen Kennwerten des Luftschallschutzes zur Bestimmung der bewerteten Einzahlangaben verwendet.

Im Falle der Prüfergebnisse beim Trittschall ist die Herangehensweise zur Erzielung des Einzahlwertes grundsätzlich ähnlich. In diesem Fall handelt es sich allerdings nicht um einen „Dämmwert“ der Konstruktion, wie beim Luftschallschutz, sondern man misst den im Empfangsraum „ankommenden“ Pegel. Deswegen bedeuten geringere Werte bessere Ergebnisse. Es werden aus diesem Grund die ungünstigen Überschreitungen der Messwerte zur um wiederum ganze dB

Vom Prüfergebnis zum Einzahlwert

Bei akustischen Messungen im bauakustischen Frequenz-

Terzbänder		
f_a	f_m	f_b
28,0	31,5	35,5
35,5	40	45,0
45,0	50	56,0
56,0	63	71,0
71,0	80	90,0
90,0	100	112
112	125	140
140	160	180
180	200	224
224	250	280
280	315	355
355	400	450
450	500	560
560	630	710
710	800	890
890	1000	1120
1120	1250	1410
1410	1600	1800
1800	2000	2240
2240	2500	2800
2800	3150	3550
3550	4000	4500
4500	5000	5600
5600	6300	7100
7100	8000	9000
9000	10000	11200

Abb. 1: Terzbänder des bauakustischen und des erweiterten Frequenzbereiches.

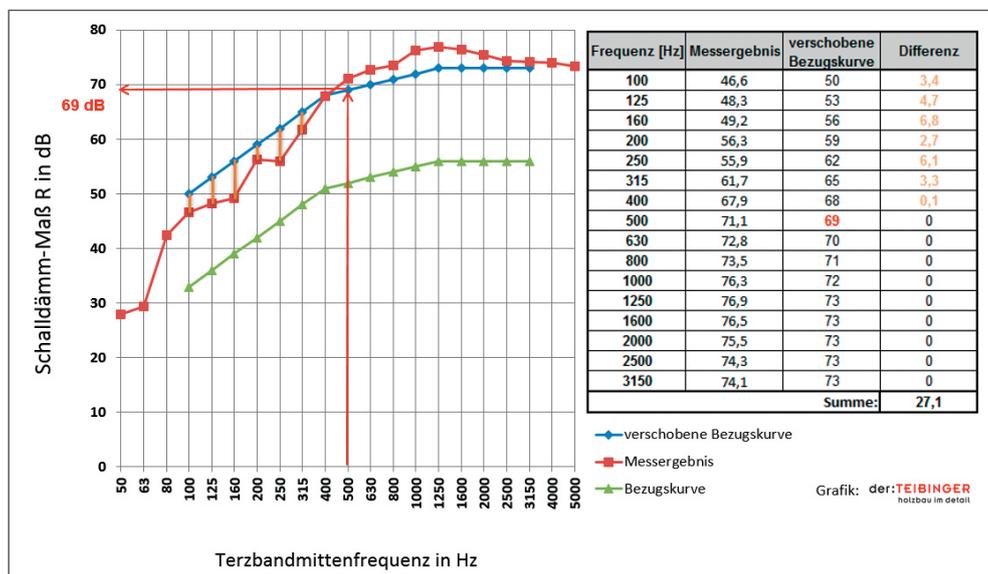


Abb. 2: Bestimmung des bewerteten Schalldämmmaßes R_w einer Massivholzdecke.



verschobenen Bezugskurve aufsummiert, siehe orange Linien in Abb. 3. Der Wert darf auch in diesem Fall in Summe 32 dB nicht überschreiten. Der bewertete Einzahlwert stellt wiederum den Wert der verschobenen Bezugskurve bei 500Hz dar.

Spektrum-Anpassungswerte

Da der Verlauf der Bezugskurven, die im Wohnbereich bzw. durch Verkehr verursachten Geräuschspektren zu wenig berücksichtigt, wurden Spektrum-Anpassungswerte definiert. Für den Luftschallschutz handelt es sich dabei um C (Spektrum 1) und C_{tr} (Spektrum 2). Abb. 4 stellt die Schalldruckpegel der Referenzspektren C und C_{tr} dar. Auf die Erläuterung der Berechnung der beiden Kennwerte wird an dieser Stelle verzichtet. Wichtig für den Praktiker ist vielmehr, dass bei Außenbauteilen C_{tr} und bei Innenbauteilen C berücksichtigt werden sollte. Die Werte werden bei den Prüfberichten in Klammer nach dem bewerteten Kennwert angeführt. Für den in Abb. 1 dargestellten Aufbau ergeben sich folgende Werte:

R_w (C; C_{tr}) = 69 (-2; -8) dB

Bei Innenbauteilen sollte in der Regel C und bei Außenbauteilen C_{tr} berücksichtigt werden. Es sei denn, es

Spektrum 1C – C	Spektrum 2 – C _{tr}
Wohnaktivitäten (Reden, Musik, Radio, TV) Kinderspielen Schienenverkehr mit mittleren und hohen Geschwindigkeiten Autoverkehr > 80 km/h Düsenflugzeuge in kleinem Abstand Betriebe, die überwiegend mittel- und hochfrequenten Lärm abstrahlen	Städtischer Straßenverkehr Propellerflugzeug Schienenverkehr mit geringer Geschwindigkeit Düsenflugzeuge in großem Abstand Discomusik Betriebe, die überwiegend tief- und mittelfrequenten Lärm abstrahlen

Tab. 1: Zuordnung von Geräuschquellen zu den Spektrum-Anpassungswerten C und C_{tr}.

ergibt sich aufgrund der Nutzung, z. B. Diskothek unter der Trenndecke ein anderes Profil. Die typischen Geräuschquellen für die beiden Spektren sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Bei den Spektrens-Anpassungswerten wird auch zwischen den einzelnen Frequenzbereichen unterschieden. Sind im Prüfbericht keine Bereiche angeführt, wird der bauakustische Frequenzbereich zwischen 100 Hz und 3.150 Hz verstanden. In Österreich wird in ÖNORM B 8115-5 für die Komfortklassen A und B die Berücksichtigung von C₅₀₋₃₁₅₀ für Trennbauteile und C_{tr,100-3150} für Außenbauteile gefordert. Im neuen Holzbauhandbuch [hh331_2019] ist für die Schallschutzniveaus Basis+ und Komfort bei Reihenhaustrennwänden der Spektrum-Anpassungswert C₅₀₋₅₀₀₀ zu berücksichtigen. Für den Praktiker ist es entscheidend bei der Wahl des Bauteiles auf die entsprechenden Indizes zu achten.

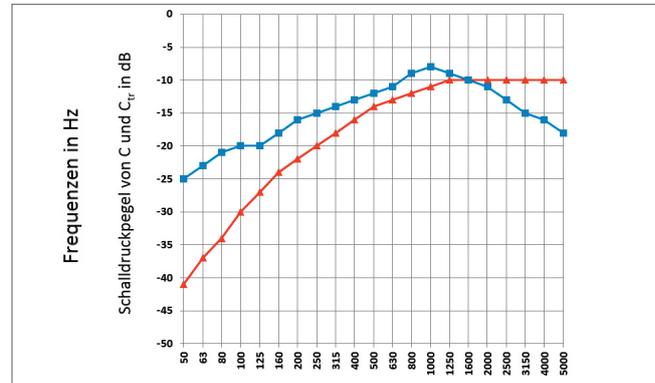


Abb. 4: Schalldruckpegel der Referenzspektren C und C_{tr}.

Im Falle des Trittschalles wird mit Hilfe des Spektrum-Anpassungswertes C_{1,100-2500} die Abweichung des Normhammerwerkes vom Gehen berücksichtigt. Der Spektrum-Anpassungswert C_{1,50-2500} geht auf die Problematik tiefer Frequenzen unter 100 Hz ein und verdeutlicht somit mögliche psychoakustische Störwirkungen des Gehens. Bei Berücksichtigung des Anpassungswertes kann eine wesentliche Steigerung der Benutzerzufriedenheit und somit eine einhergehende Qualitätssteigerung des Holzbaus erzielt werden .

Da C_{1,50-2500} zum Trittschallpegel addiert wird, wird eine Decke umso besser empfunden, je niedriger der Wert ist. Ermittelt werden die Spektrens-Anpassungswerte C_l, in dem man von der energetischen Addition der Einzelpegel, des gewünschten Frequenzbereiches (100 Hz – 2500 Hz bzw. 50 Hz bis 2500 Hz) 15 dB und den bewerteten Trittschallpegel abzieht.

C_l = L_{n,sum} – 15 – L_{n,w} in dB
L_{n,sum} = 10 · log ∑_{i=1}ⁿ 10^{L_i/10} in dB

Der in Abb. 3 dargestellte ermittelte Verlauf des Norm-Trittschallpegels der Massivholzdecke mit einem bewerteten Norm-Trittschallpegel L_{n,w} von 38 dB, ergibt ein C_{l,100-2500} von 1 dB und ein C_{l,50-2500} von 6 dB. Die Decke weist somit ein L_{n,w} + C_{l,50-2500} von 44 dB auf und würde damit auch die Komfortklasse gemäß [hhb331_2019] L_{n,w} + C_{l,50-2500} ≤ 47 dB erfüllen.

Literaturverweise

[hh331_2019] Schallschutz im Holzbau – Grundlagen und Vorbemessung. holzbau handbuch Reihe 3, Teil 3, Folge 1. Informationsdienst Holz 2019.

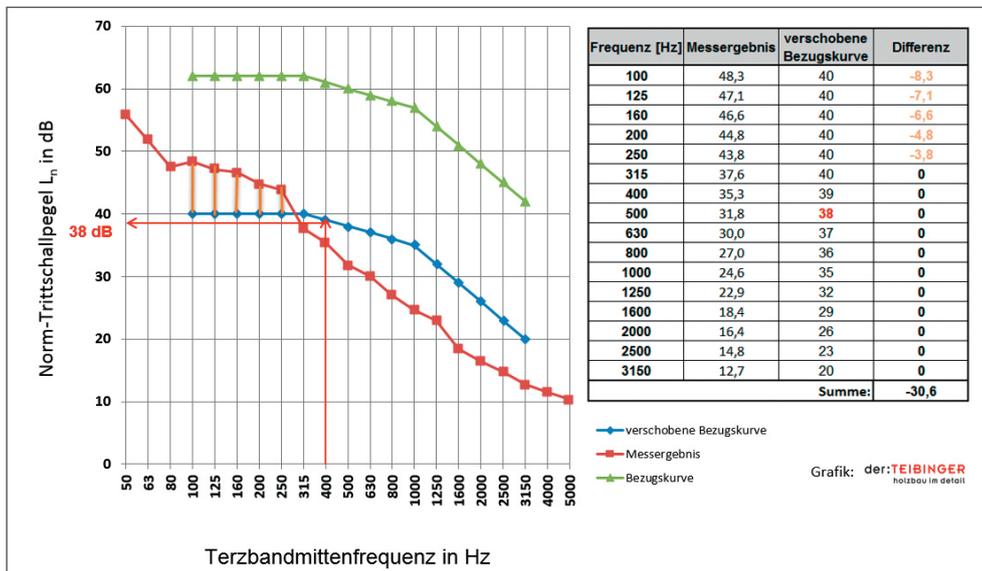


Abb. 3: Bestimmung des bewerteten Norm-Trittschallpegels L_{n,w} einer Massivholzdecke.