



BKM

Bau Kompetenz München

11. Öffentlichkeitsveranstaltung des Netzwerks

BAU KOMPETENZ MÜNCHEN

Schallschutz - Alles beim Alten?

Die neue DIN 4109-ff: Schallschutz im Hochbau, Ausg. 07/2016

Dr. Thomas Hils

öbuv Sachverständiger für Schallschutz, Bau- und Raumakustik,
Wärme- und Feuchtigkeitsschutz

hils consult gmbh, ing.-büro für bauphysik

www.hils-consult.de

www.bkm-muenchen.de

www.raumdesign.de

Schallschutz - Alles beim Alten?

Die neue DIN 4109-ff: Schallschutz im Hochbau, Ausg. 07/2016

Dr. Thomas Hils

öbuv Sachverständiger für Schallschutz, Bau- und Raumakustik,
Wärme- und Feuchtigkeitsschutz

hils consult gmbh, ing.-büro für bauphysik

www.hils-consult.de

Aspekte:

- *Nach 27 Jahren DIN 4109:1989-11 liegt Neufassung DIN 4109:2016-07 vor*
- *Schallschutzanforderungen: Einblick - Rückblick - Ausblick*
- *Begrifflichkeiten Schallschutz ./.. Schalldämmung*
- *Neues Rechenverfahren und Bauteilkatalog*
- *...*

I. Schallschutz und Wahrnehmung

„...Gefühl ist alles, Name ist Schall und Rauch...“ [Goethe, Faust I]

In der Akustik tritt das Gefühl bzw. die Wahrnehmung stark in den Vordergrund. Bei Betroffenen, steht der subjektive Eindruck im Vordergrund. Wir können mit Zahlen, Messgeräten, Tabellen und Normen den Schallschutz beschreiben ihm einen „*Namen*“ geben. z.B. 53 dB

Wenn der Betroffene aber das Gefühl hat, der Schallschutz ist nicht ausreichend, so wird der Name, sprich die Kenngröße (z.B. die Schalldämmung $R'w$ oder der Schalldruckpegel), nur *Schall und Rauch* bleiben.

2

„Akustik-Phrasendreschmaschine“

Begriffe

Lautstärke

Frequenz

Lautheit

Schalldruckpegel

Dezibel



Tonhöhe

Normtrittschallpegel

Schalldämm-Maß

a.R.d.T

Mindestanforderung

„Akustik-Phrasendreschmaschine“

Auszug: Begriffe in der Bauakustik

Schalldämm-Maß R	[dB]
Bau-Schalldämm-Maß R'	[dB]
bewertetes Schalldämm-Maß R_w	[dB]
bewertetes Bau-Schalldämm-Maß R'_{w}	[dB]
resultierendes Schalldämm-Maß R_{res}	[dB]
Norm-Trittschallpegel L_n	[dB]
Norm-Trittschallpegel am Bau L'_{n}	[dB]
bewerteter Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$	[dB]
bewerteter Norm-Trittschallpegel am Bau $L'_{n,w}$	[dB]



**Anforderungen
DIN 4109**

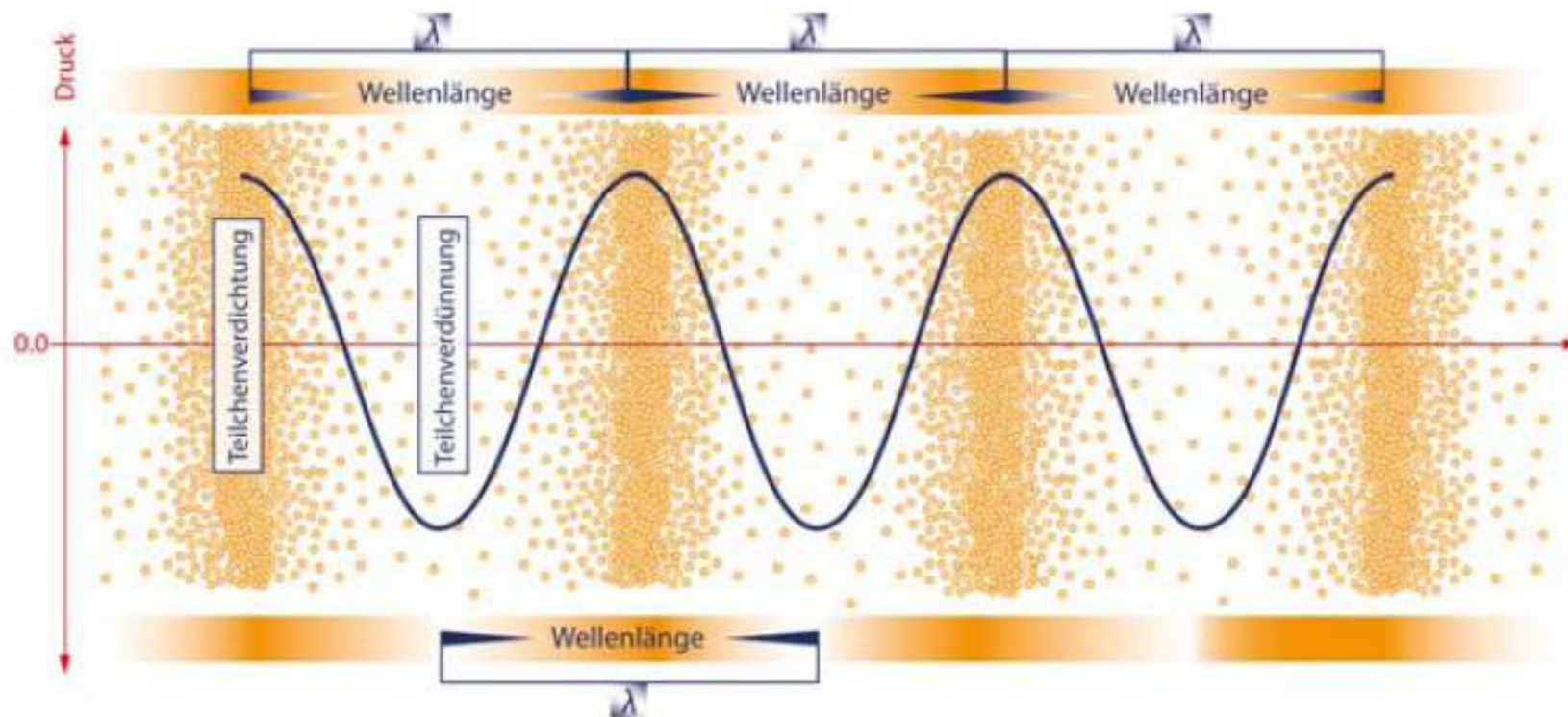


Je größer R'_{w} (bessere Luftschalldämmung), desto höher die Luftschalldämmung.

Je kleiner $L'_{n,w}$ (bessere Trittschalldämmung) desto höher die Trittschalldämmung.

[Quelle: Dr. Nocke]

Was ist Schall?



Mechanische Schwingungen (Druck- und Dichteschwankungen) in einem elastischen Medium (Gas, Flüssigkeit, Festkörper)

DEZIBEL

Das Dezibel [dB] - Einheit des Schallschutzes

Schall als Druckschwankung des Luftpolsters -> Vibration am Trommelfell
 Die (hörbaren) Schallwellen erzeugen Druckschwankungen zwischen
 0,00002 Pa (Hörschwelle - gerade noch wahrnehmbar) und 20 Pa (sehr
 laut - Schmerzschwelle) (1 Pascal = 1 N/m²)

Definition Schalldruckpegel:

$$L_p = 10 \cdot \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \text{ [dB]}$$

Pegelunterschiede:

1 dB: „gerade hörbar“ (Laborbedingungen)

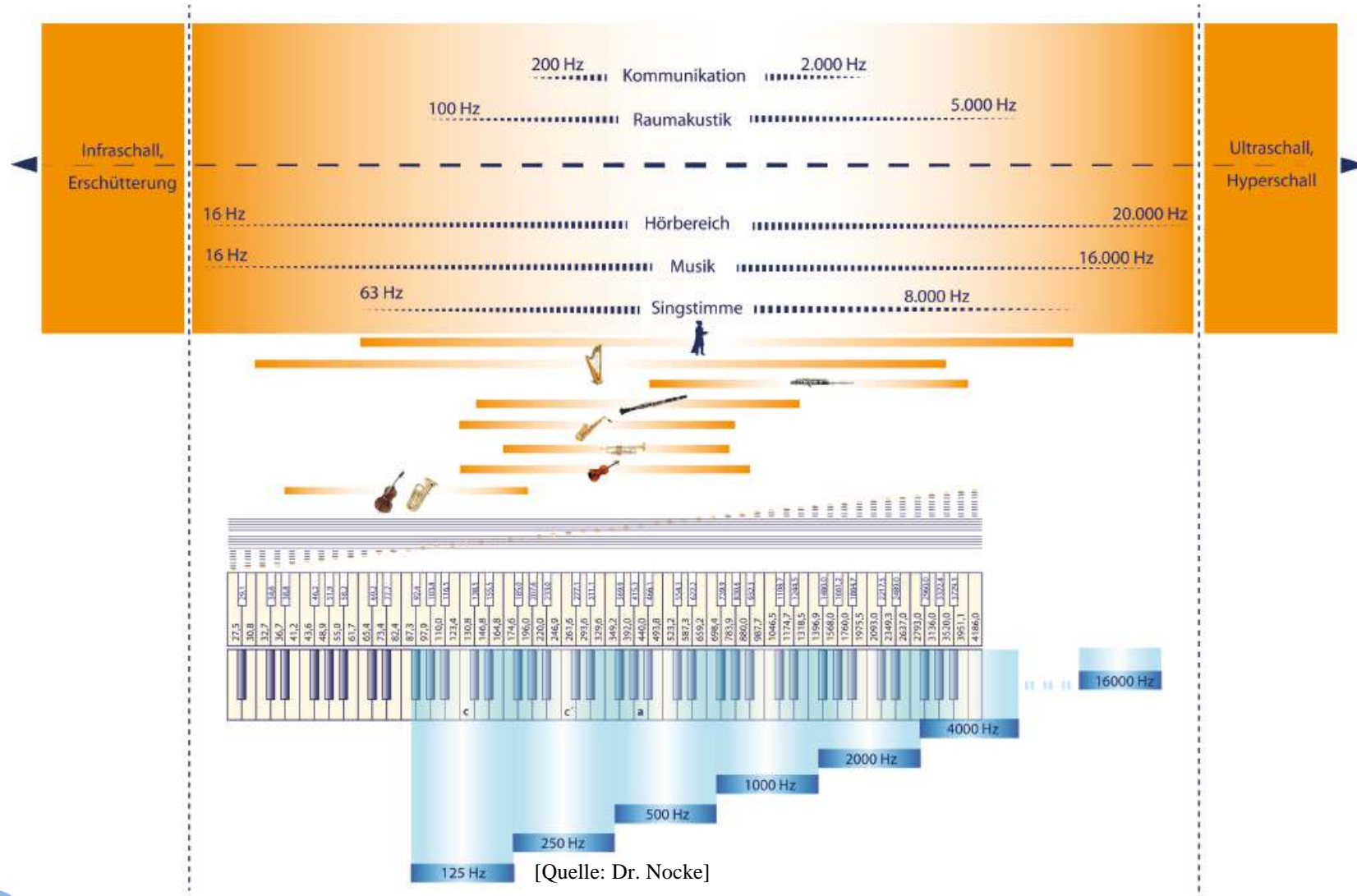
3 dB: „typischerweise“ hörbar

10 dB: „doppelte Lautstärke“ - deutlicher Unterschied wahrnehmbar

Geräusch	\tilde{p} Pa	L_p dB
Ungefähre Hörschwelle bei 1000 Hz	$2 \cdot 10^{-5}$	0
sehr ruhiger Garten (Blätterrauschen)	$2 \cdot 10^{-4}$	20
gedämpfte Unterhaltungssprache	$2 \cdot 10^{-3}$	40
Staubsauger im Wohnraum	$2 \cdot 10^{-2}$	60
lautes Rufen in 1 m Abstand	$2 \cdot 10^{-1}$	80
Drucklufthammer in 1 m Abstand	2	100
Schmerzgrenze bei 1000 Hz (z. B. Kesselschmiede)	20	120

Frequenz und Frequenzbereiche

Frequenz: Anzahl der Schwingungen / sec und beschreibt die Tonhöhe



Begrifflichkeiten

Bauakustik

Schallschutz in Gebäuden bzw. zwischen Räumen

Stichwort: **Schalldämmung**

Normen, Richtlinien: DIN 4109, VDI 4100, ...

Baurechtlich eingeführt; zivilrechtlich – eindeutige Urteile vorhanden

Raumakustik

Gewährleistung guter Hörbedingungen in Räumen

Stichwort: **Schalldämpfung**

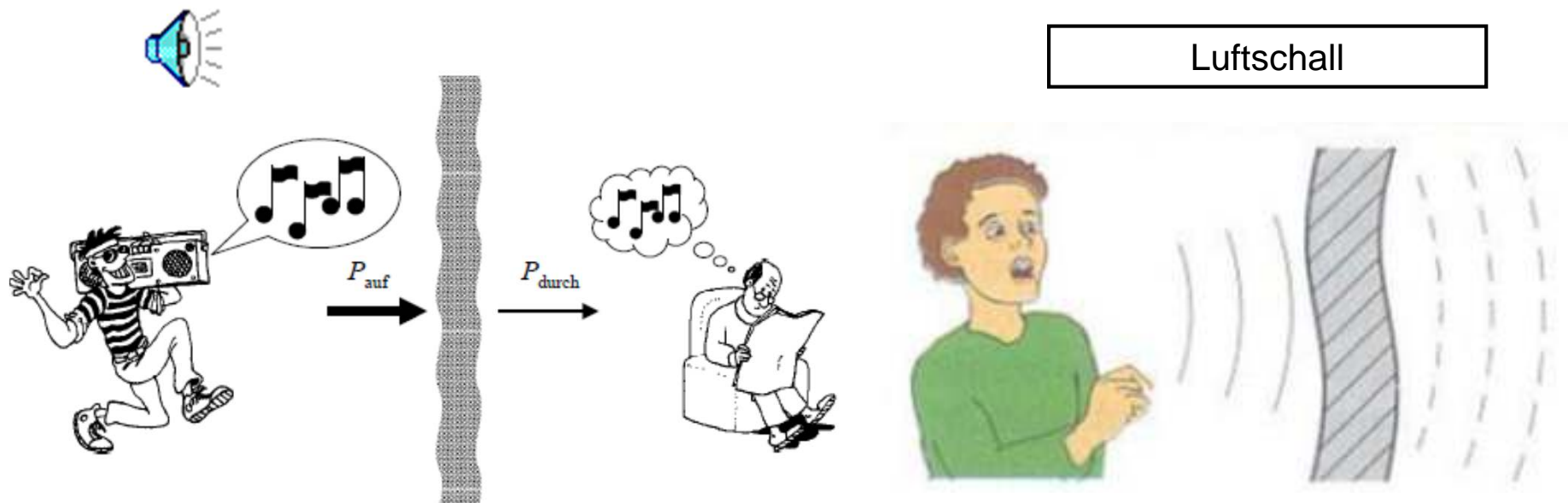
Normen, Richtlinien: DIN 18041, DIN 18032, VDI 2569, ...

Baurechtlich nicht zwingend vorgeschrieben; zivilrechtlich ??

Aufgaben des baulichen Schallschutzes

Luftschallschutz:

- Schutz vor unzumutbaren **Luftschallübertragungen** zwischen verschiedenen Wohn- und Arbeitsbereichen eines Gebäudes, also etwa Verstehen von Sprache, Musik etc.
- **Ausbreitungsmedium: Luft**



[Quelle: A. Meier]

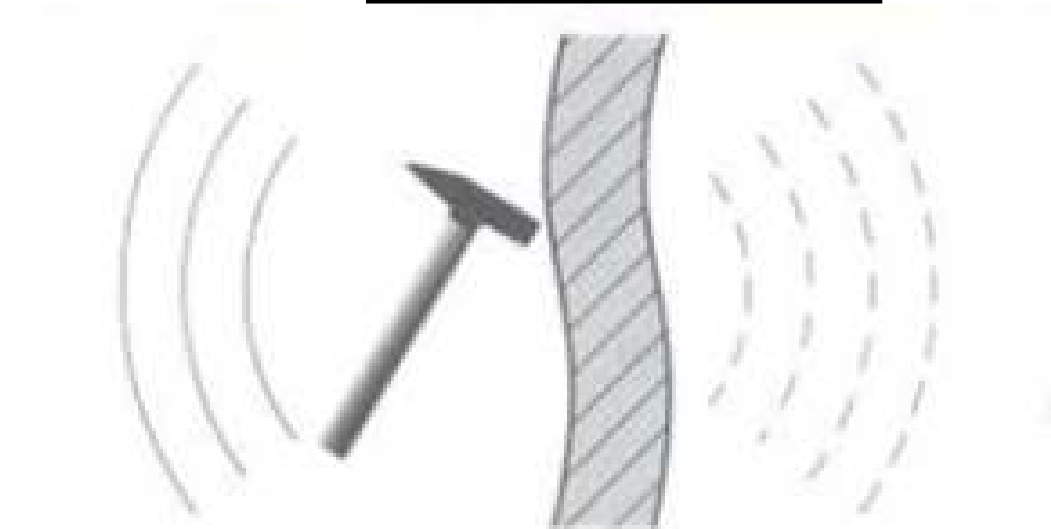
Aufgaben des baulichen Schallschutzes

Trittschallschutz:

- Verminderung der Übertragung von **Trittschall** in benachbarte Aufenthaltsräume, also etwa beim Begehen einer Treppe, Stühlerücken etc.
- **Ausbreitungsmedium: Festkörper (Bauteile)**



Körperschall

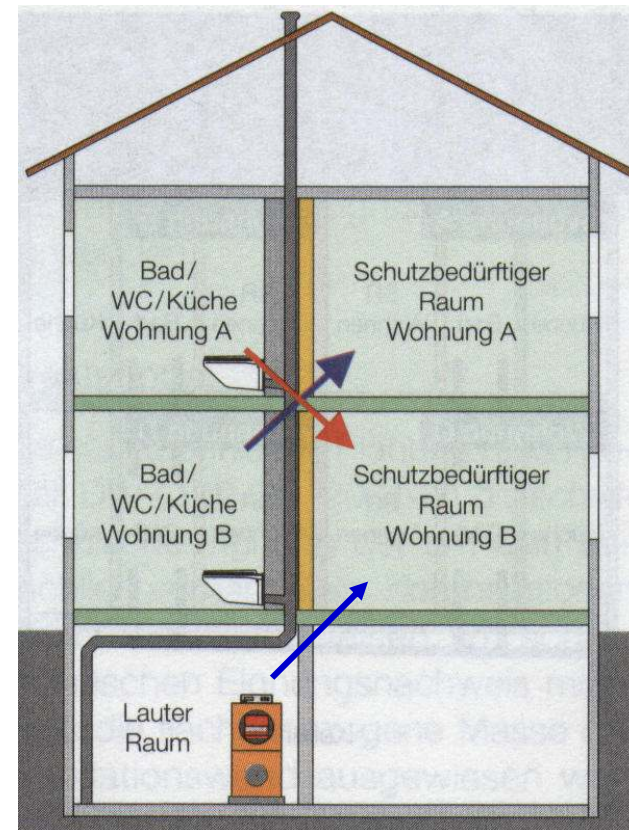
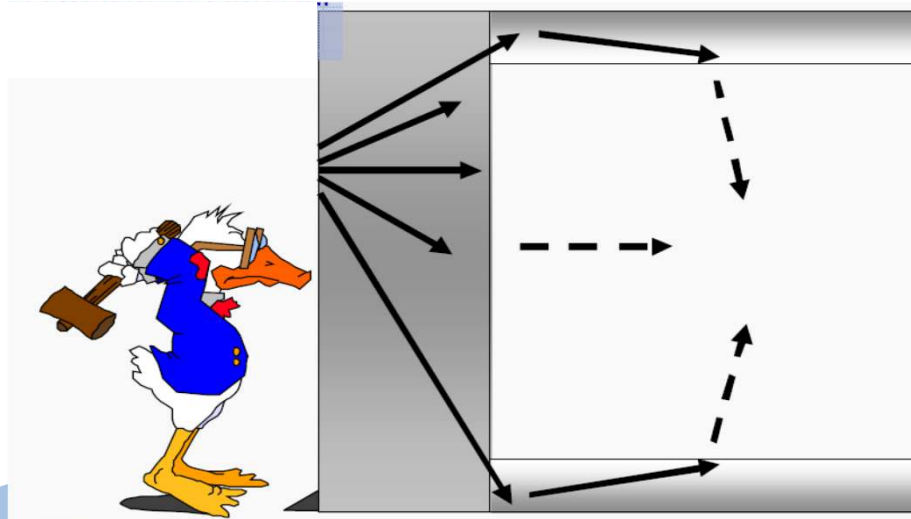


Aufgaben des baulichen Schallschutzes

Haustechnische Anlagen:

- Verminderung der Übertragung von **Geräuschen aus haustechnischen Anlagen** und Installationen z.B. Sanitäreanlagen, Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage, Aufzüge etc.

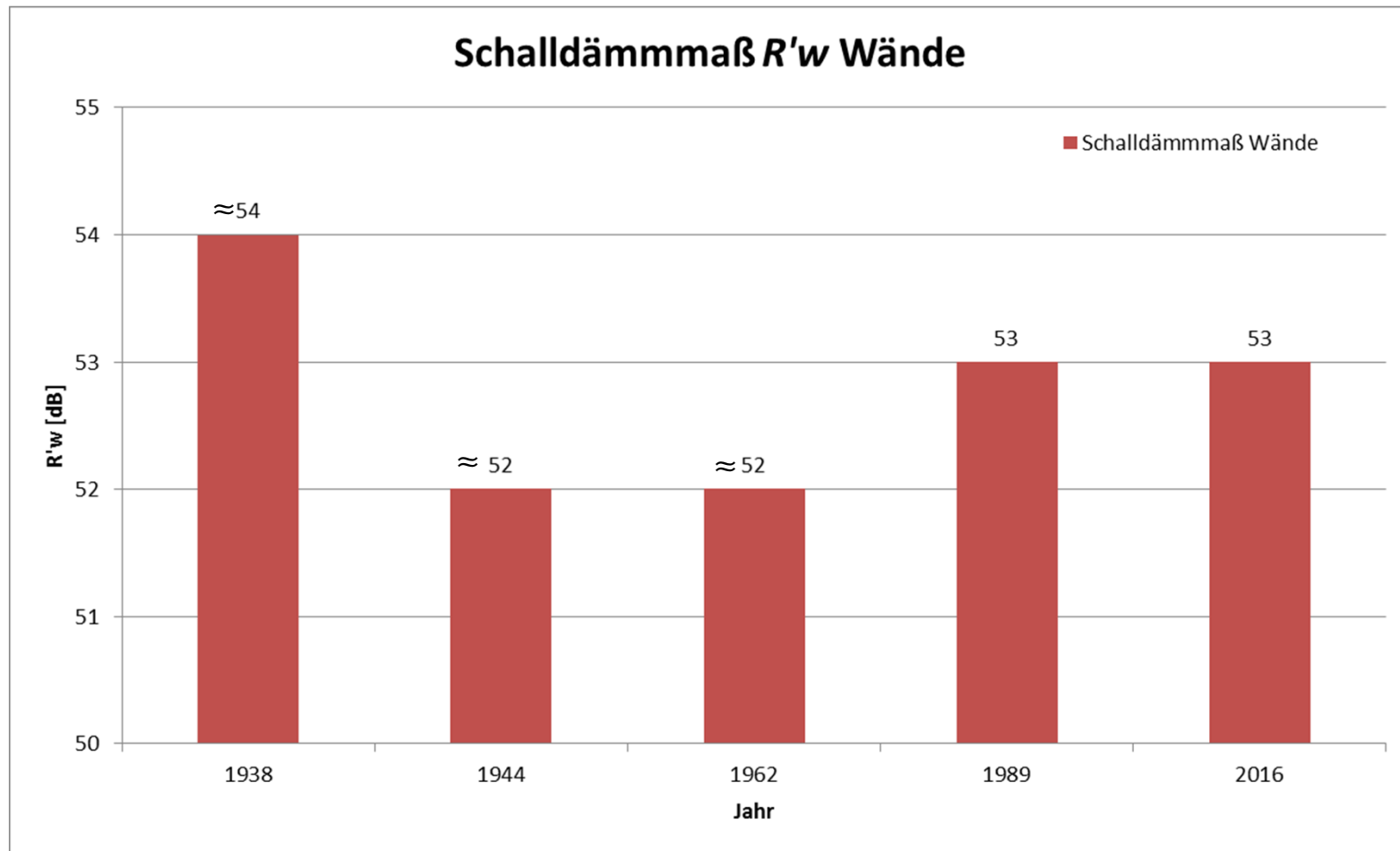
Luft- und Körperschallausbreitung tlw. gekoppelt



[Quelle: ZVSK]

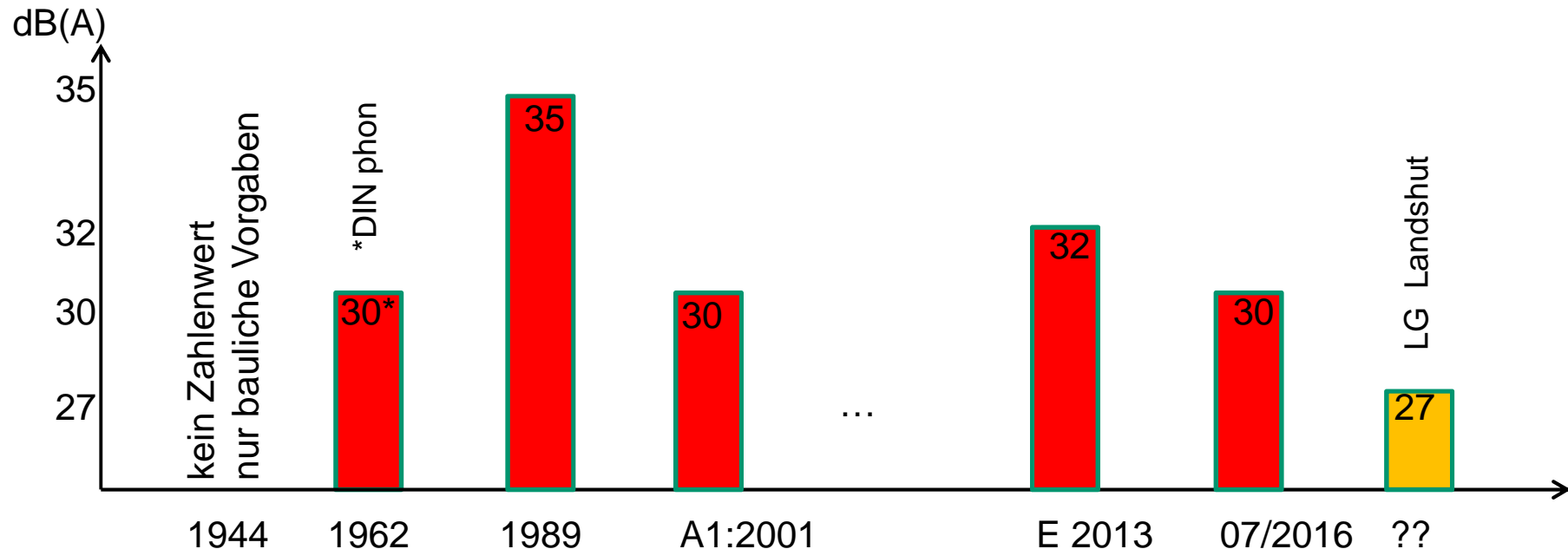
Rückblick - baulicher Schallschutz

Entwicklung der Schallschutzanforderungen in Deutschland:
Luft- und Trittschallschutz



Rückblick - baulicher Schallschutz

Entwicklung der Schallschutzanforderungen in Deutschland:
Haustechnische Anlagen



Bbl. 2 zu DIN 4109:11/89: „erhöhter Schallschutz“: ca. -5 dB(A)

Rückblick - baulicher Schallschutz

Entwicklung der Schallschutzanforderungen in Deutschland:

Fazit:

- Sehr geringe Veränderungen bzw. tlw. Verschlechterungen bei Anforderungen an die Luftschalldämmung seit 1936!
- Nahezu keine Veränderung beim Trittschallschutz „3 dB in 30 Jahren“!
- unzureichende Differenzierung zwischen Mindestanforderungen und Vorschlägen für erhöhten Schallschutz gem. Bbl. 2 zu DIN 4109
- Haustechnische Anlagen: von Versuchen die Anforderungen abzuschwächen (Entw. 2013) einmal abgesehen: -> keine Änderung seit 1962!

Struktur der Norm DIN 4109:2016-07

Der Norm-Entwurf besteht aus folgenden Teilen:

Teil 1	<i>Mindestanforderungen</i>
Teil 2	<i>Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen</i>
Teil 4	<i>Bauakustische Prüfungen</i>
Teil 31	<i>Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Rahmendokument und Grundlagen</i>
Teil 32	<i>Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Massivbau</i>
Teil 33	<i>Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Holz-, Leicht- und Trockenbau</i>
Teil 34	<i>Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen</i>
Teil 35	<i>Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden</i>
Teil 36	<i>Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) - Gebäudetechnische Anlagen</i>
Beiblatt 2 (11/89) ??	<i>Hinweise für Planung und Ausführung - Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz - Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich</i>



Struktur der Norm DIN 4109:2016-07

Erste Fehlerkorrekturen liegen im Entwurf vor

Teil 1	<i>Entwurf DIN 4109-1/A1:2017-01</i>
Teil 2	<i>Entwurf DIN 4109-2/A1:2017-01</i>

Anforderungen DIN 4109:2016-07

Tabelle 2 — Anforderungen an die Schalldämmung in **Mehrfamilienhäusern** und gemischt genutzten Gebäuden (1 von 2)

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile		Bauteile	Anforderungen erf. R'_w dB	zul. $L'_{n,w}$ dB	Bemerkungen
12	Wände	Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	53	—	Wohnungstrennwände sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen
2	Decken	Wohnungstrenndecken (auch -treppen) und Decken zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	54	50	Wohnungstrenndecken sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen.
12	Treppen	Treppenläufe und -podeste	—	≤ 53	

-> Luftschall: unverändert, Trittschall: - 3 dB

Anforderungen DIN 4109:2016-07

Tabelle 3 — Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung zwischen Einfamilien-
~~Reihenhäusern und zwischen Doppelhäusern~~

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile		Bauteile	Anforderungen		Bemerkungen
			R'_{w} dB	$L'_{n,w}$ dB	
1	Decken	Decken	—	≤ 41	Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in waagerechter oder schräger Richtung.
2		Bodenplatte auf Erdreich bzw. Decke über Kellergeschoss	—	≤ 46	
3	Treppen	Treppenläufe und -podeste	—	≤ 46	Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in waagerechter oder schräger Richtung.
4	Wände	Haustrennwände zu Aufenthaltsräumen, die im untersten Geschoss (erdberührt oder nicht) eines Gebäudes gelegen sind	≥ 59	—	
5		Haustrennwände zu Aufenthaltsräumen, unter denen mindestens 1 Geschoss (erdberührt oder nicht) des Gebäudes vorhanden ist	≥ 62	—	

-> im Widerspruch zur BGH Rechtsprechung und zum DEGA Memorandum!!

Anforderungen DIN 4109:2016-07

~~Haus-~~

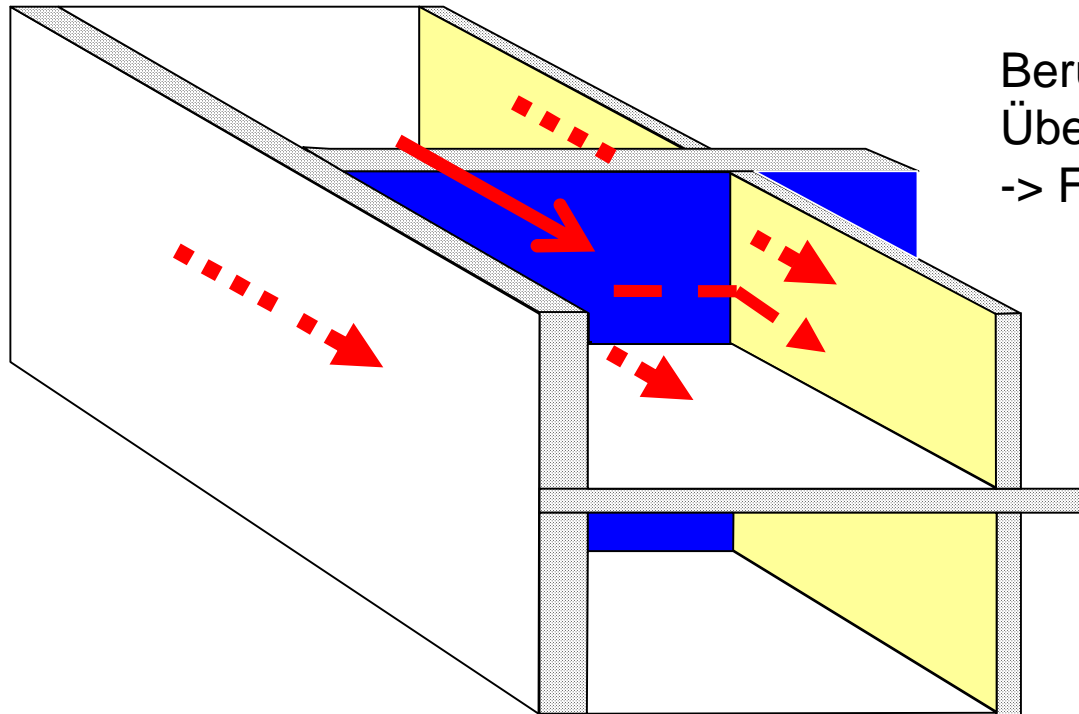
Gebäudetechnische Anlagen:

Tabelle 9 — Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel in fremden schutzbedürftigen Räumen, erzeugt von gebäudetechnischen Anlagen und baulich mit dem Gebäude verbundenen Betrieben

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Geräuschquellen		Maximal zulässige A-bewertete Schalldruckpegel dB	
			Wohn- und Schalfräume	Unterrichts- und Arbeitsräume
1	Sanitärtechnik/Wasserinstallationen (Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)		$L_{AF,max,n} \leq 30^{a,b,c}$	$L_{AF,max,n} \leq 35^{a,b,c}$
2	Sonstige hausinterne, fest installierte technische Schallquellen der technischen Ausrüstung, Ver- und Entsorgung sowie Garagenanlagen		$L_{AF,max,n} \leq 30^c$	$L_{AF,max,n} \leq 35^c$

-> Das Anforderungsniveau wird damit verglichen mit der bisherigen Fassung
DIN 4109:11/89 unverändert beibehalten

Rechnerischer Nachweis DIN 4109-2



Berücksichtigung aller maßgeblichen Übertragungswege
-> Flankenübertragung

zugrundeliegendes physikalisches Prinzip:
-> statistische Energieanalyse

Basierend auf europ. Rechenverfahren DIN EN 12354 jedoch
Festlegung auf Vereinfachte Modelle
→ Rechnung mit **Einzahlwerten, keine Frequenzabh.**

Rechnerischer Nachweis DIN 4109neu

DIN 4109:1989-11 - halbempirisches Tabellenverfahren

./.

DIN 4109:2016-07 - analytisches Rechenverfahren

Problem der alten Norm:

- Derzeitige Normbemessung gem. Bbl. 1 zu DIN 4109 führt bei Massivbauweisen mit leichten Flankenbauteilen zu falschen Prognosewerten
- Insbesondere ist Berücksichtigung der flankierenden Übertragung über die mittlere flächenbezogene Masse falsch!
- Raum- und geometrieabhängige Einflüsse (Raumvolumen, Bauteilflächen, Kantenlängen) bislang weitgehend unberücksichtigt
- Ziel: höhere Prognosegenauigkeit auch bei inhomogenen Konstruktionen angestrebt

Rechnerischer Nachweis DIN 4109-2

Grundprinzip Nachweis:

Bauteileigenschaft



Rechenverfahren



Gebäudeeigenschaft

Bauteilkatalog DIN 4109-T32..T36

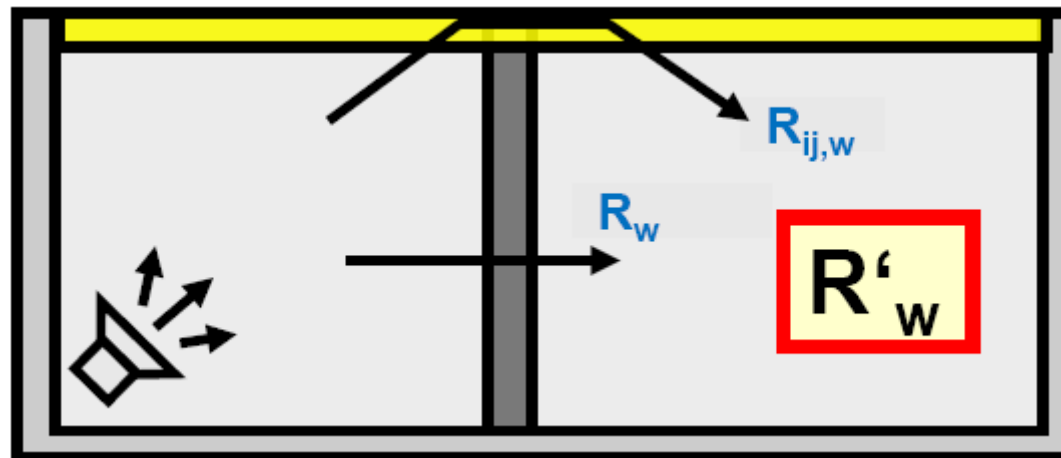


DIN 4109-2



Anforderung DIN 4109-T1

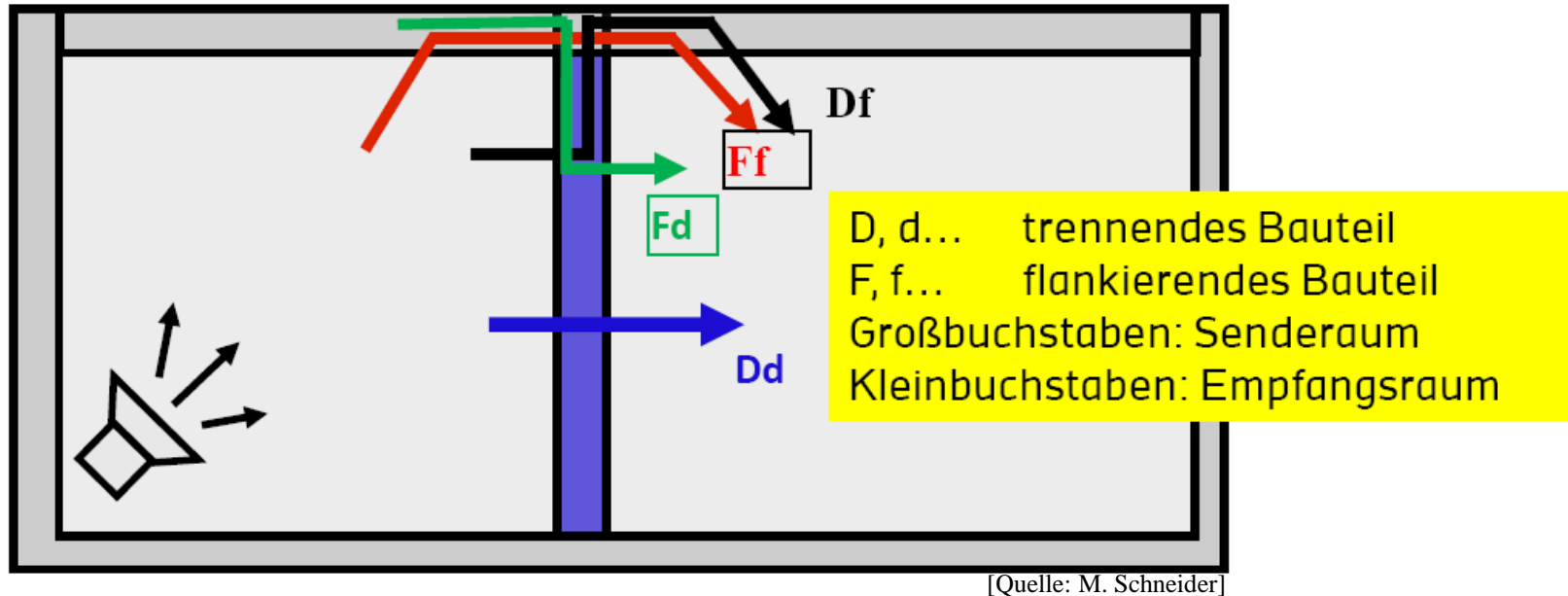
Luftschalldämmung:



[Quelle: M. Schneider]

Rechnerischer Nachweis DIN 4109-2

Addition von Direkt- und Flankenübertragung:



Dd: Direktübertragung über Trennbauteil

Ff: Flankenübertragung

**Berechnung der Bau-Schalldämmung $R'w$:
energetische Summation aller relevanten Transferpfade**

Rechnerischer Nachweis DIN 4109neu

Schalltechnische Bilanzierung:

Allgemeine Bilanzformel:

$$R'_w = -10 \text{Log} \left[10^{-(R_{Dd,w} + \Delta R_{Dd,w})/10} + \frac{l_0 \cdot l_f}{S_s} \sum_{i,j} 10^{-\left(\frac{R_{i,w}}{2} + \frac{R_{j,w}}{2} + \Delta R_{ij,w} + K_{ij}\right)/10} \right]$$

wobei:

R'_w	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils
$R_{Dd,w}$	bewertetes Schalldämm-Maß für die Direktübertragung
$\Delta R_{Dd,w}$	bewertetes Luftschallverbesserungsmaß durch Vorsatzschale des Trennbauteils
$R_{ij,w}$	bewertetes Flankendämm-Maß der Flanke ij $= (R_{i,w} + R_{j,w})/2 + \Delta R_{ij,w} + K_{ij,w} + 10 \log S_s/l_f$ <i>Massivbau</i>
$R_{Ff,w}$	$= D_{n,f,w} + 10 \log l_{lab}/l_f + 10 \log S_s/A_0$ <i>Trocken-/Leichtbau</i>
$\Delta R_{ij,w}$	bewertetes Luftschallverbesserungsmaß durch Vorsatzschalen der Flanke ij
K_{ij}	Stoßstellendämm-Maß
S_s	Fläche des trennenden Bauteils
l_f	Kanten-/Kopplungslänge, l_{lab} Bezugskantenlänge 2,8 m oder 4,5 m
A_0	Bezugsabsorptionsfläche 10 m ²

$$\text{Faustregel: } R_{Dd,w} \geq R'_w + 5 \text{ dB}$$
$$R_{ij,w} \geq R_{Dd,w} + 5 \text{ dB}$$

Rechnerischer Nachweis DIN 4109-2

Sicherheitskonzept DIN 4109-2

Umgang mit Fehlern und Unsicherheiten in Eingangsdaten sowie Berechnungsverfahren

Prognoserechnung ohne Sicherheitszuschläge oder -abschläge

Ermittlung der Unsicherheit der Prognose

Pauschalwerte

$$u_{\text{prog}} = 2 \text{ dB} / 3 \text{ dB} / 5 \text{ dB}$$

Detaillierte Berechnung

Vergleich mit den Anforderungen

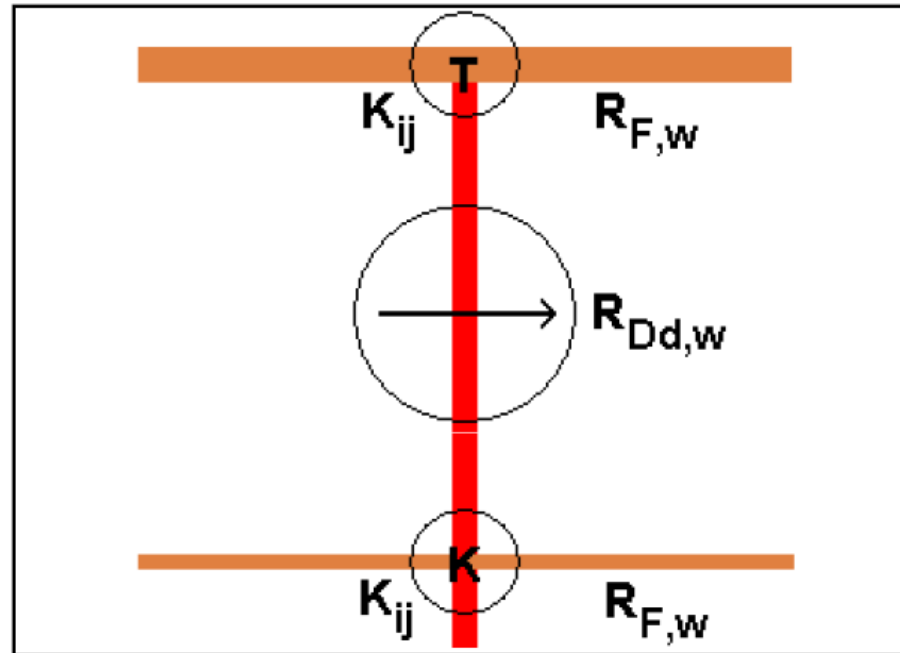
$$R'_{\text{w}} - u_{\text{prog}} \geq \text{erf. } R'_{\text{w}} \text{ bzw. } L'_{\text{n,w}} + u_{\text{prog}} \leq \text{zul. } L'_{\text{n,w}}$$

[Quelle: Prof. Sorge]

Bauteilkatalog DIN 4109neu (T31-T36)

komplexes Berechnungsverfahren

-> mehr Eingangsdaten erforderlich



[Quelle: Arbeitsgem. Mauerziegel]

$R_{Dd,w}$ = Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils

$R_{F,w}$ = Schalldämm-Maß des flankierenden Bauteils

$K_{i,j}$ = Stoßstellendämm-Maß am T- bzw. K- Stoß

Bauteilkatalog DIN 4109neu (T31-T36)

- Schalldämmung R_w massiver Bauteile wird anhand flächenbez. Masse m' ermittelt, bei Lochsteinen aus Labormessungen
- die benötigten Kenngrößen (vormals „Rechenwerte“) lauten:

$$R_{w,Bau,ref} \text{ oder } R_{w,situ}$$

- Bestimmung Stoßstellendämm-Maße K_{ij} in Standardfällen ebenfalls anhand flächenbez. Masse m' möglich
- Stoßstellendämm-Maße K_{ij} spezieller Details (z.B. Stumpfstöße, Entkoppelungsprofile etc.) sind individuell (messtechnisch) zu bestimmen
- bewertete Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ einzelner Bauteile (gem. Bbl. 1 zu DIN 4109) haben künftig keine Bedeutung mehr

‘ **„der Strich ist gestrichen“!**

Bauteilkatalog DIN 4109neu (T31-T36)

4.3.1.4.3 Holzbalkendecken mit Unterdecken an Federschienen

Tabelle 20 — Bewertete Schalldämm-Maße R_w und bewertete Norm-Trittschallpegel $L_{n,w}$ von Holzbalkendecken mit Aufbauten aus mineralisch gebundenen Estrichen

Spalte	1	2	3	4
Zeile	Schnitt, vertikal	Konstruktionsdetails	$L_{n,w}$ (C_I) dB	R_w ($C; C_{tr}$) dB
		mm Bauteilbeschreibung		
1		≥ 50 Estrich ^a	46 (0)	70 (-3; -9)
		≥ 40 Mineralwolledämmplatte MW ($s' \leq 6 \text{ MN/m}^3$; Anwendungsgebiet DES-sh) ^b		
		22 Holzwerkstoffplatte HW ^c		
		220 Balken oder Stegträger ^d		
		100 Hohlraumdämpfung ^b		
		27 Federschiene ^e		
2		≥ 50 Estrich ^a	48 (1)	69 (-3; -10)
		≥ 15 Mineralwolledämmplatte MW ($s' \leq 10 \text{ MN/m}^3$; Anwendungsgebiet DES-sh) ^b		
		22 Holzwerkstoffplatte HW ^c		
		220 Balken oder Stegträger ^d		
		100 Hohlraumdämpfung ^b		
		27 Federschiene ^e		
3		≥ 50 Estrich ^a	50 (0)	≥ 70
		60 Holzfaserdämmplatte WF (2 Lagen 30 mm, $s'_{ges} \leq 10 \text{ MN/m}^3$; Anwendungsgebiet DES-sg) ^b		
		22 Holzwerkstoffplatte HW ^c		
		220 Balken oder Stegträger ^d		
		100 Hohlraumdämpfung ^b		
		27 Federschiene ^e		
		12,5 Gipsplatte GK ^f		

Zusammenfassung - Ausblick

„Guter Schallschutz“ ist auch künftig wichtig,
hat aber wenig mit der DIN zu tun!“