

AKUSTIK - INGENIEURBÜRO MOLL GMBH

Prof. Wolfgang Moll Berat.-Ing. VBI

www.mollakustik.de

Mangelnder Schallschutz im Wohnungsbau

Vortrag im Rahmen des
7. Berliner Mieterratschlages des Berliner Mietervereins
„Wohnungsmängel und Mietminderung“

Referent: Prof. Wolfgang Moll Berat.-Ing. VBI

1. November 2008

Urania, Berlin

AKUSTIK - INGENIEURBÜRO MOLL GMBH

Prof. Wolfgang Moll Berat.-Ing. VBI

www.mollakustik.de

Was ist Lärm ?

Was ist Lärm ?

Lärm ist jede Art von Schall, der die Stille oder eine andere gewollte Schallaufnahme stört.

Was ist Lärm ?

Lärm ist jede Art von Schall, der die Stille oder eine andere gewollte Schallaufnahme stört.

oder

Lärm ist das was der Andere macht!



Was ist Lärm ?

Lärm ist jede Art von Schall, der die Stille oder eine andere gewollte Schallaufnahme stört.

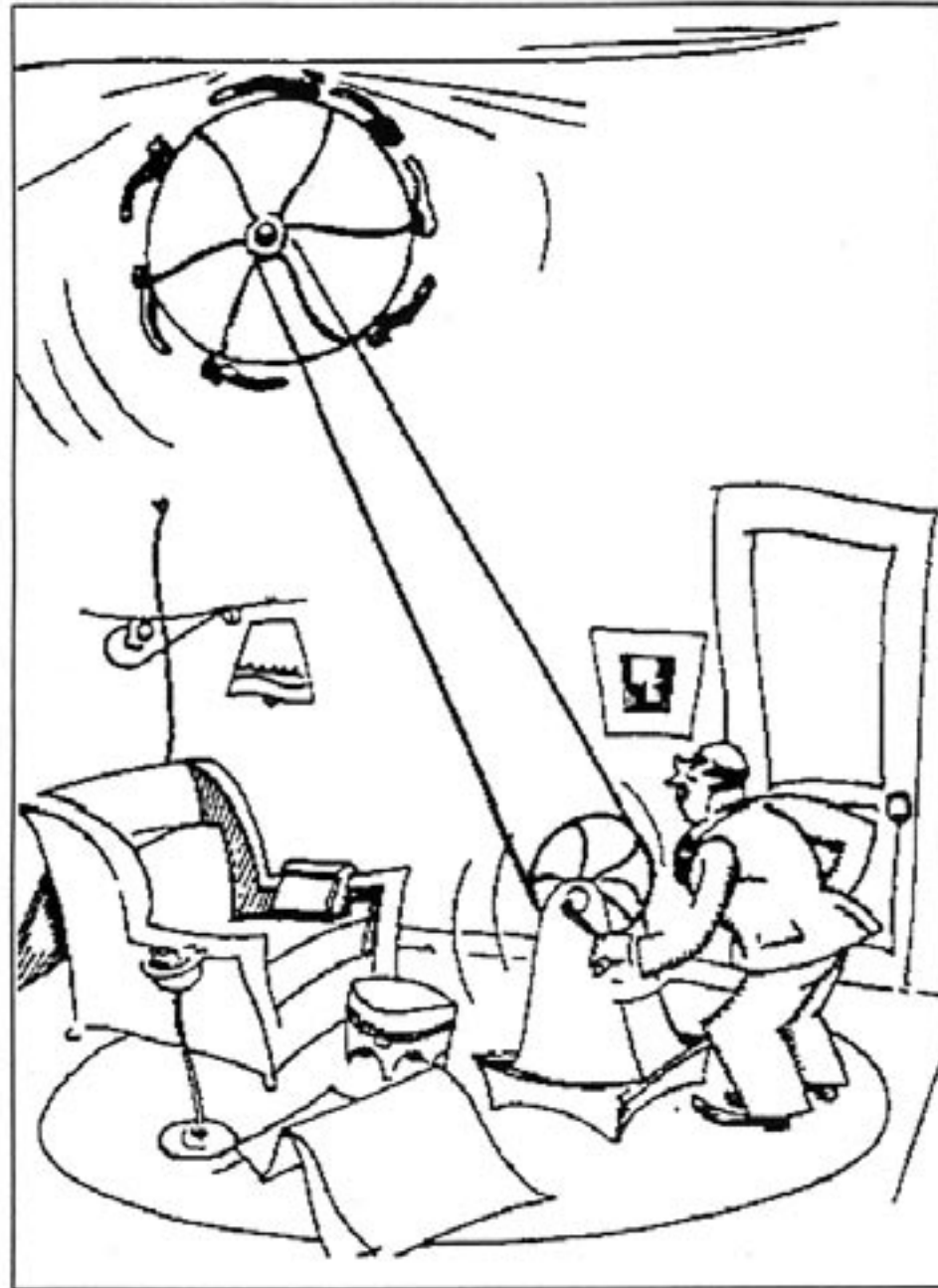
oder

Lärm ist das was der Andere macht!



„Es gibt vielerlei Lärm. Aber es gibt nur eine Stille.“ Kurt Tucholsky

TRITTSCHALL - LÄRM - VERGELTUNGSMASCHINE



Lärm hat **objektiv** und **subjektiv** Komponenten

objektiv

(alles was man messen kann)

Schallpegel („Lautstärke“)

Frequenzspektrum („Klangfarbe“)

Tonhaltigkeit

Impulshaltigkeit

Zeitverlauf

Differenz zum Grundgeräuschpegel

subjektiv

(personenbezogene Eigenschaften)

die Einstellung des Gestörten zur Lärmquelle

Hörfähigkeit

Toleranz

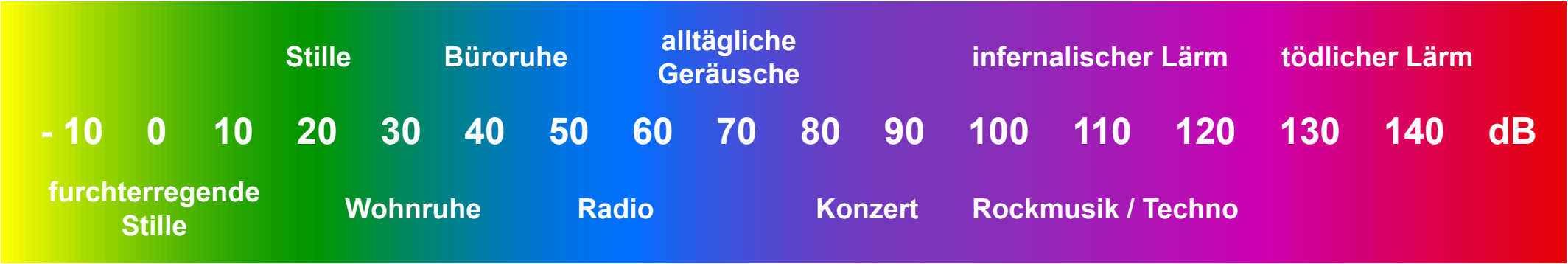
Gewöhnung, besonders an periodisch
wiederkehrende Geräusche

die Einsicht in die Hinnehmbarkeit
unvermeidbarer Geräusche

die Fähigkeit Fremdgeräusche zu
ignorieren, also trotzdem schlafen, und sich
konzentrieren zu können

die Höhe des Miet- oder Kaufpreises der
eigenen Wohnung

Lärmskala



DK 624:351.78:534.83

DEUTSCHE NORMEN

April 1944

Richtlinien für den Schallschutz
im Hochbau

DIN
4109

Eingeführt durch Erlaß vom 18. 4. 1944 IV a 8 Nr. 9613—4/43

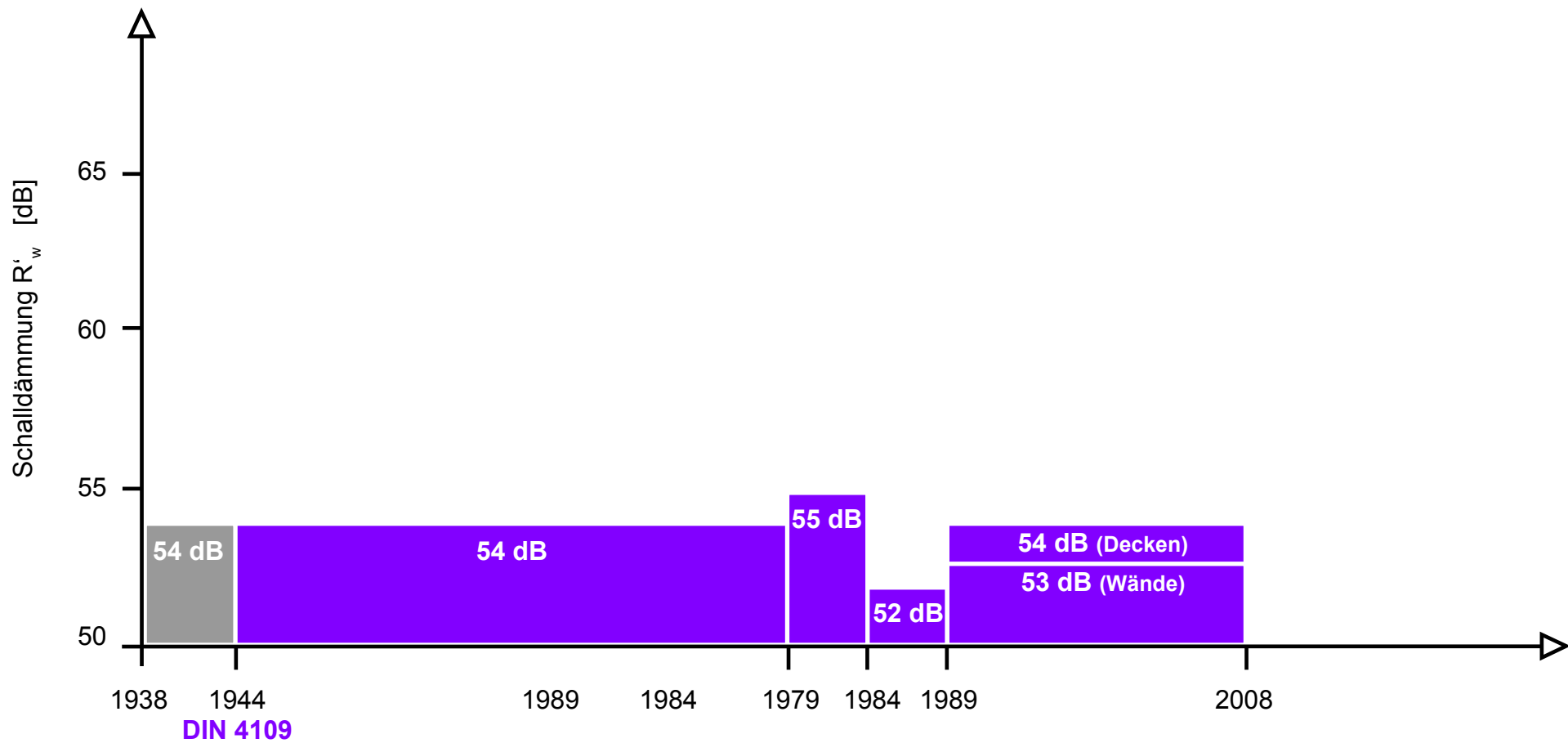
Inhalt

- I. Einleitung
- II. Begriffe
- III. Schallschutzmaßnahmen bei der Planung und Ausbildung der Bauteile
 - § 1 Allgemeines
 - § 2 Schallschutz durch richtige Planung
 - a) Schallschutzmaßnahmen bei städtebaulicher Planung
 - b) Schallschutzmaßnahmen bei der Gebäudeplanung
 - § 3 Schallschutz durch richtige Ausbildung der Bauteile
 - a) Allgemeine Anforderungen für Schallschutz
 - b) Schallschutz von Wänden
 - 1. Schutz gegen Luftschall
 - α) Einfachwände
 - β) Mehrfachwände
 - γ) Öffnungen
 - δ) Zusammengesetzte Wände
 - 2. Schutz gegen Körperschall (auch Erschütterungen)
 - c) Schallschutz von Decken
 - 1. Allgemeine Anforderungen bei Decken
 - 2. Schutz gegen Luftschall
 - α) Holzbalkendecken
 - β) Massivdecken
 - 3. Schutz gegen Trittschall
 - α) Holzbalkendecken
 - β) Massivdecken
 - d) Schallschutz bei haustechnischen Einrichtungen
 - 1. Allgemeine Anforderungen bei haustechnischen Einrichtungen
 - 2. Schutz vor Geräuschen aus Wasserleitungen
 - 3. Schutz vor Geräuschen aus Luftleitungen
 - 4. Schutz vor Geräuschen aus Haushaltsgeräten
- IV. Schalldämmstoffe
 - § 4 Arten der Schalldämmstoffe
 - a) Porige Stoffe
 - b) Federnde Stoffe
 - c) Bildsame Stoffe

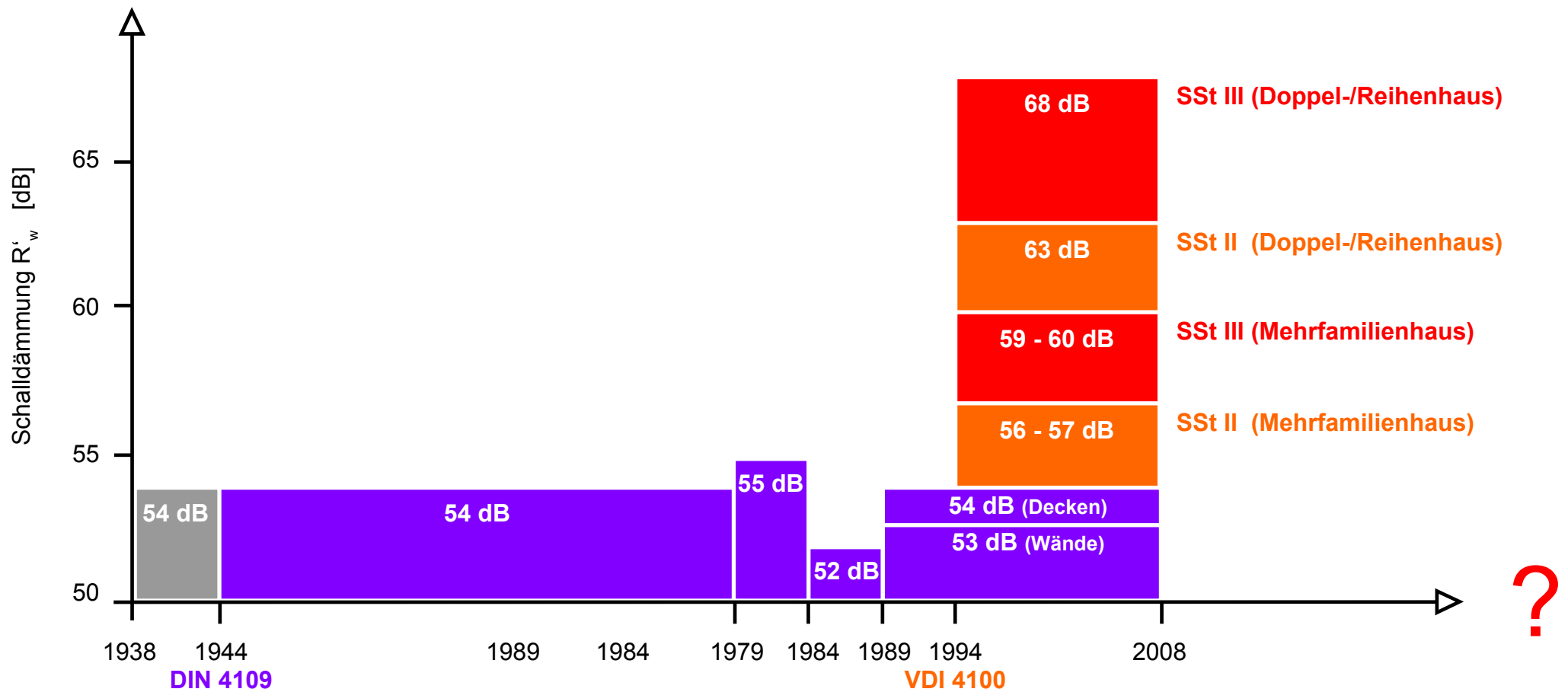
Entwicklung der Schallschutzanforderungen



Entwicklung der Schallschutzanforderungen



Entwicklung der Schallschutzanforderungen



Die Qualität der Luft- und Trittschalldämmung von Decken und Wänden nach
DIN 4109-89 und VDI 4100-94
zwischen Wohnungen in

Mehrfamilienhäusern

Bauteil	<u>Anforderungen</u> und <u>Empfehlungen</u> nach DIN 4109				<u>Kennwerte</u> nach VDI 4100 für die drei Schallschutzstufen (SSt)					
	Anforderung für normalen Schallschutz		Empfehlungen für erhöhten Schallschutz		SSt I		SSt II		SSt III	
	R` _w	L` _{n,w}	R` _w	L` _{n,w}	R` _w	L` _{n,w}	R` _w	L` _{n,w}	R` _w	L` _{n,w}
Wohnungstrenn- wände	53 dB	-	≥ 55 dB	-	53 dB	-	56 dB	-	59 dB	-
Wohnungstrenn- decken	54 dB	53 dB	≥ 55 dB	≥ 46 dB	54 dB	53 dB	57 dB	46 dB	60 dB	39 dB

R`_w : bewertetes Bau-Schalldämm-Maß
L`_{n,w} : bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

Die Qualität der Luft- und Trittschalldämmung von Decken und Wänden nach
DIN 4109-89 und VDI 4100-94
zwischen Wohnungen in

Reihen- und Doppelhäusern

Bauteil	<u>Anforderungen</u> und <u>Empfehlungen</u> nach DIN 4109				<u>Kennwerte</u> nach VDI 4100 für die drei Schallschutzstufen (SSt)					
	Anforderung für normalen Schallschutz		Empfehlungen für erhöhten Schallschutz		SSt I		SSt II		SSt III	
	R'_w	$L'_{n,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$
Hausstrennwände	57 dB	-	≥ 67 dB	-	57 dB	-	63 dB	-	68 dB	-
Decken (Übertragung ins benachbarte Haus)	-	48 dB	-	≥ 38 dB	-	48 dB	-	41 dB	-	34 dB

R'_w : bewertetes Bau-Schalldämm-Maß
 $L'_{n,w}$: bewertetes Bau-Schalldämm-Maß

Wahrnehmung üblicher Geräusche aus Nachbarwohnungen

(Tabelle 1 aus VDI 4100)

Spalte Zeile	1	2	3	4
	Art der Geräuschemissionen	Wahrnehmung der Immission aus der Nachbarwohnung in Abhängigkeit von der Schallschutzstufe nach VDI 4100, abendlicher Grundgeräuschpegel von 20 dB(A) und übliche große Aufenthaltsräume vorausgesetzt		
		SSt I (Mindestschallschutz)	SSt II (Erhöhter Schallschutz)	SSt III (Hoher Schallschutz)
1	Laute Sprache	verstehbar	im Allgemeinen verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar
2	Sprache mit angehobener Sprechweise	im Allgemeinen verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar
3	Sprache mit lauter Sprechweise	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar	nicht hörbar
4	Gehgeräusche	im Allgemeinen störend	im Allgemeinen nicht mehr störend	nicht störend
5	Geräusche aus haustechnischen Anlagen	unzumutbare Belästigungen werden im Allgemeinen vermieden	gelegentlich störend	nicht oder nur selten störend
6	Hausmusik, laut eingestellte Radio- und Fernsehgeräte, Parties	deutlich hörbar		im Allgemeinen hörbar

Vertraulichkeitskriterien (Verdeckung von Sprache durch Fremdgeräusche)

Verdeckung ΔL *)	Wirkung
$\Delta L = -10$ dB	einwandfrei zu verstehen
$\Delta L = 0$ dB	noch zu verstehen
$\Delta L = 3$ dB	nicht verständlich aber noch hörbar
$\Delta L = 7$ dB	nicht zu verstehen, Gespräche aber noch bemerkbar
$\Delta L = 10$ dB	nicht zu verstehen, kaum zu hören, Gespräche kaum feststellbar
$\Delta L = 15$ dB	nicht zu hören, Gespräche nicht wahrnehmbar

*) ΔL ist die Differenz zwischen dem Grundgeräuschpegel im Empfangsraum und dem durch die Trennfläche immittierten Sprachpegel aus dem Nachbarraum, übliche Spektren vorausgesetzt.

Beispiel: Ein Bewohner hört durch die Wand die Sprache seines Nachbarn mit 10 dB(A). Er wohnt an einer Straße ohne stärkere Einwirkung des Verkehrslärms mit einem abendlichen Grundpegel von 20 dB(A) bei geschlossenen Fenstern. Die Verdeckung beträgt also 7 dB so dass er bemerkt, dass sein Nachbar spricht, er kann ihn aber nicht verstehen. Bei angehobener Sprache des Nachbarn bedeutet dies, dass die Wohnugstrennwand eine Dämmung von R'_w ca. 58 dB haben muss.

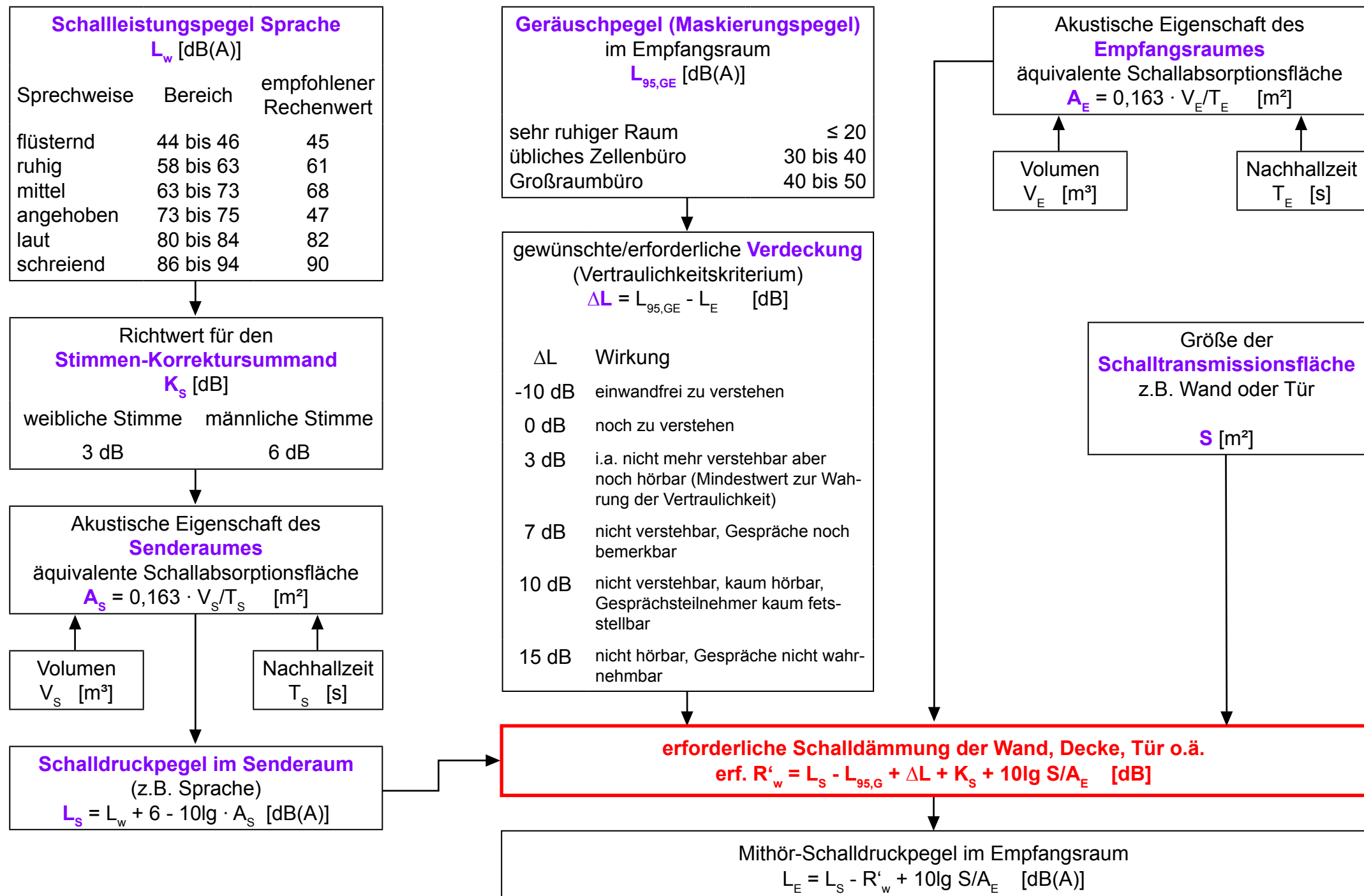
Höchstzulässige Schalldruckpegel von Geräuschen aus haustechnischen Anlagen und Wasserinstallationen

Geräusche aus	Schallschutzstufen (SSt) nach VDI 4100		
	SSt I	SSt II	SSt III
Wasserinstallationen in benachbarten Wohnungen sonstigen haustechnischen Anlagen (Aufzüge, Heizung etc.)	L_{\max} $\leq 30 \text{ dB(A)}$	L_{\max} $\leq 30 \text{ dB(A)}$	L_{\max} $\leq 25 \text{ dB(A)}$

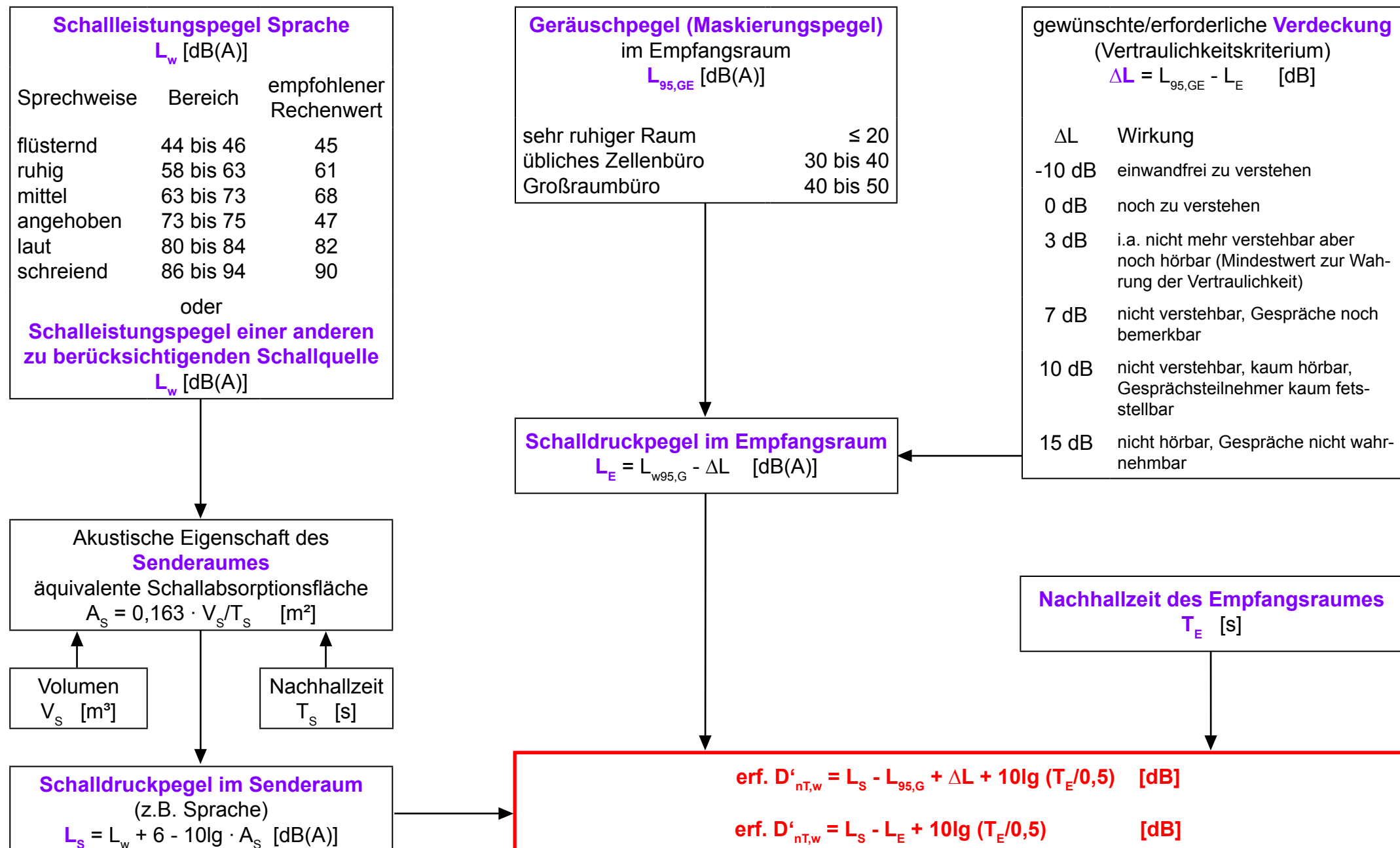
Übliche abendliche Grundgeräuschpegel in Wohnungen

Wohnsituation	übliche abendliche Grundpegel in Wohnungen $L_G \text{ dB(A)}$
ruhige ländliche Wohnanlage ggf. auch Stadtrandlage	15
Wohngebiet ohne stärkere Einwirkung von Außenlärm	20
Wohnungen mit erhöhten Außenlärmbelastungen z.B. in Kern- und Mischgebieten und im Einwirkungsbe- reich lauter Straßen	25
Wohnungen an lauten Straßen	30

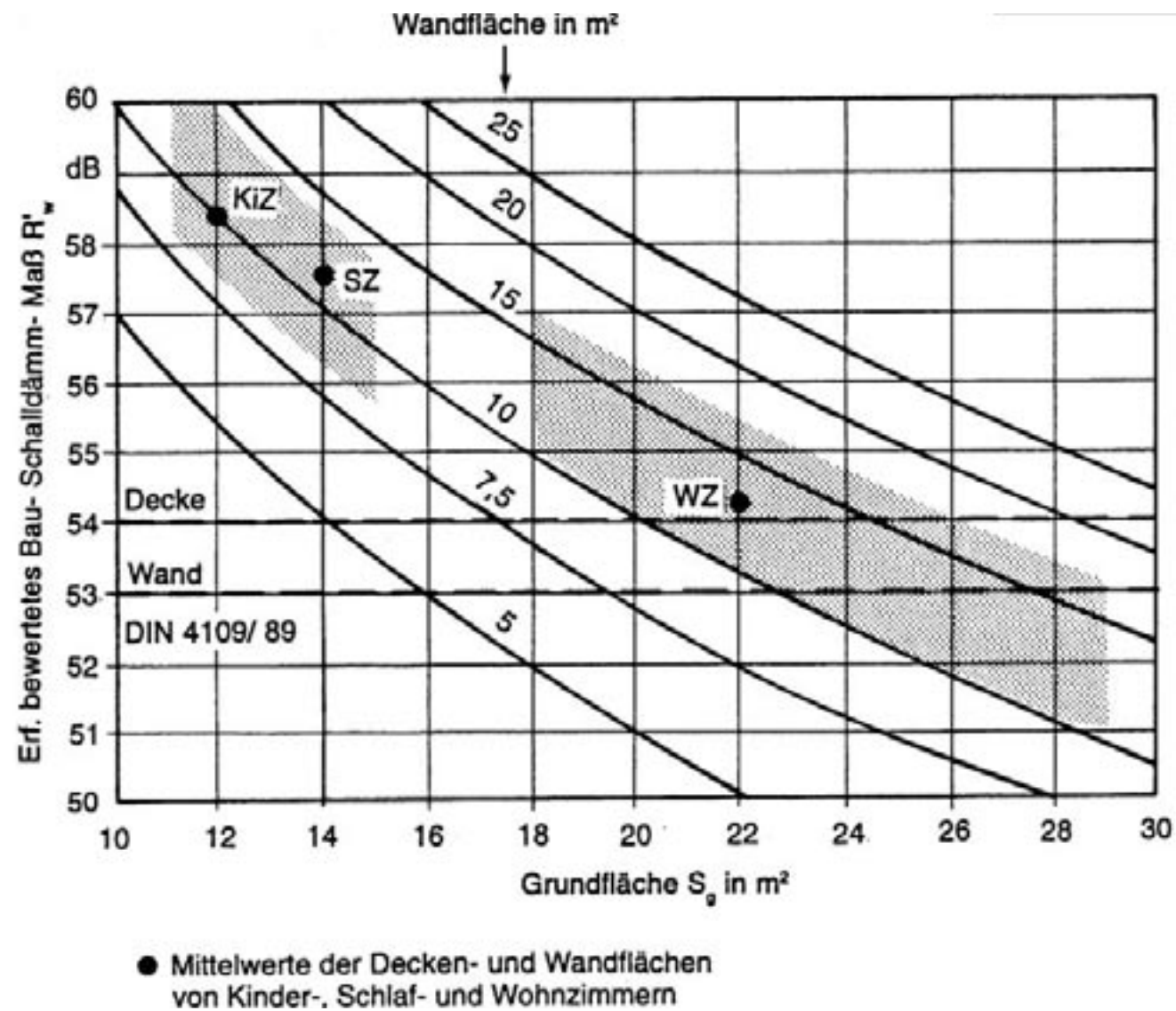
Berechnung der erforderlichen Luftschalldämmung erf. R'_w in Abhängigkeit vom Vertraulichkeitsanspruch auf der Grundlage von Daten aus VDI 4100



Berechnung der erforderlichen Standard-Schallpegeldifferenz erf. $D_{nT,w}$ auf der Grundlage von Daten aus VDI 4100

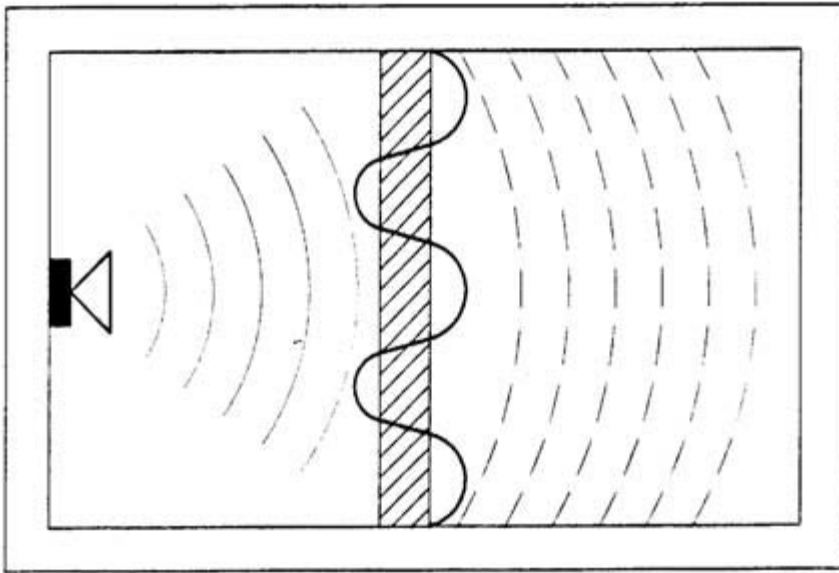


erforderliche Luftschalldämmung von Decken und Wänden zur Wahrung der Vertraulichkeit

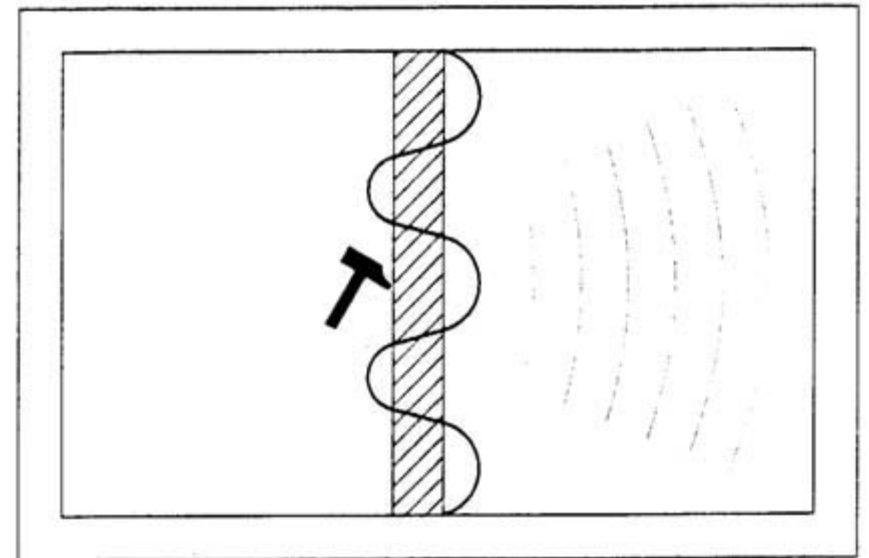


Luft- und Körperschall

Der Unterschied liegt in der ANREGUNG, gehört wird aber immer nur der vom angeregten Bauteil abgestrahlte Luftschall

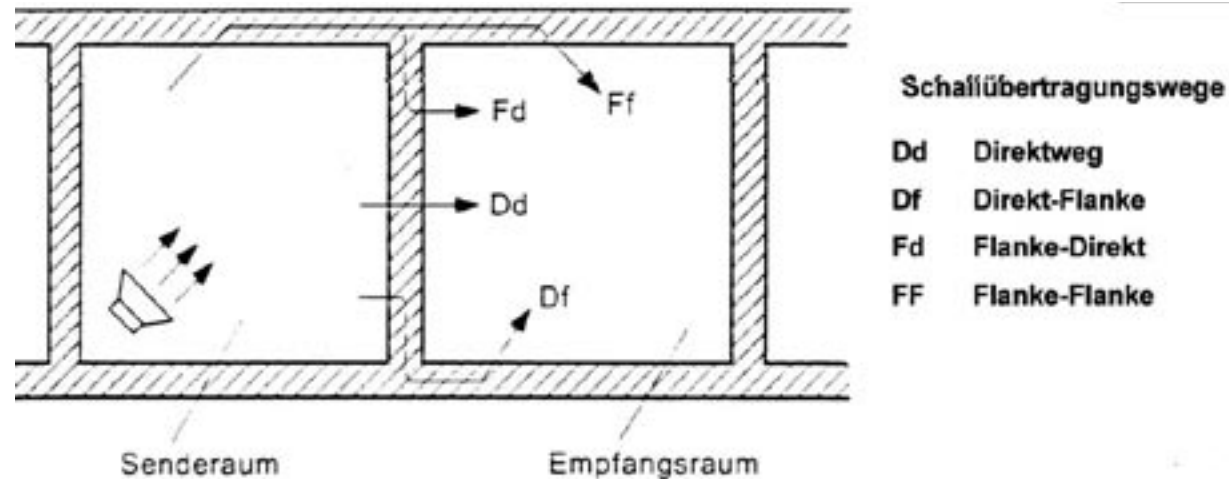


Luftschall-Anregung



Körperschall-Anregung

Luftschalldämmung



Soll zwischen zwei benachbarten Räumen ein bestimmter **Schallschutz** erreicht werden, ist die **Luftschalldämmung** des trennenden Bauteils die wesentliche aber nicht die einzige Einflussgröße. Neben dem Schalldämm-Maß des trennenden Bauteils bestimmen auch die Größe der Trennfläche zwischen den Räumen, deren Volumina und Nachhallzeit, die Schalleistung im Senderaum und der Grundgeräuschpegel im Empfangsraum den wünschenswerten bzw. erforderlichen Schallschutz.

Die Luftschalldämmung von Bauteilen wird gekennzeichnet durch das **Schalldämm-Maß** $R = L_{SR} - L_{ER} + 10 \lg (S/A)$ [dB]

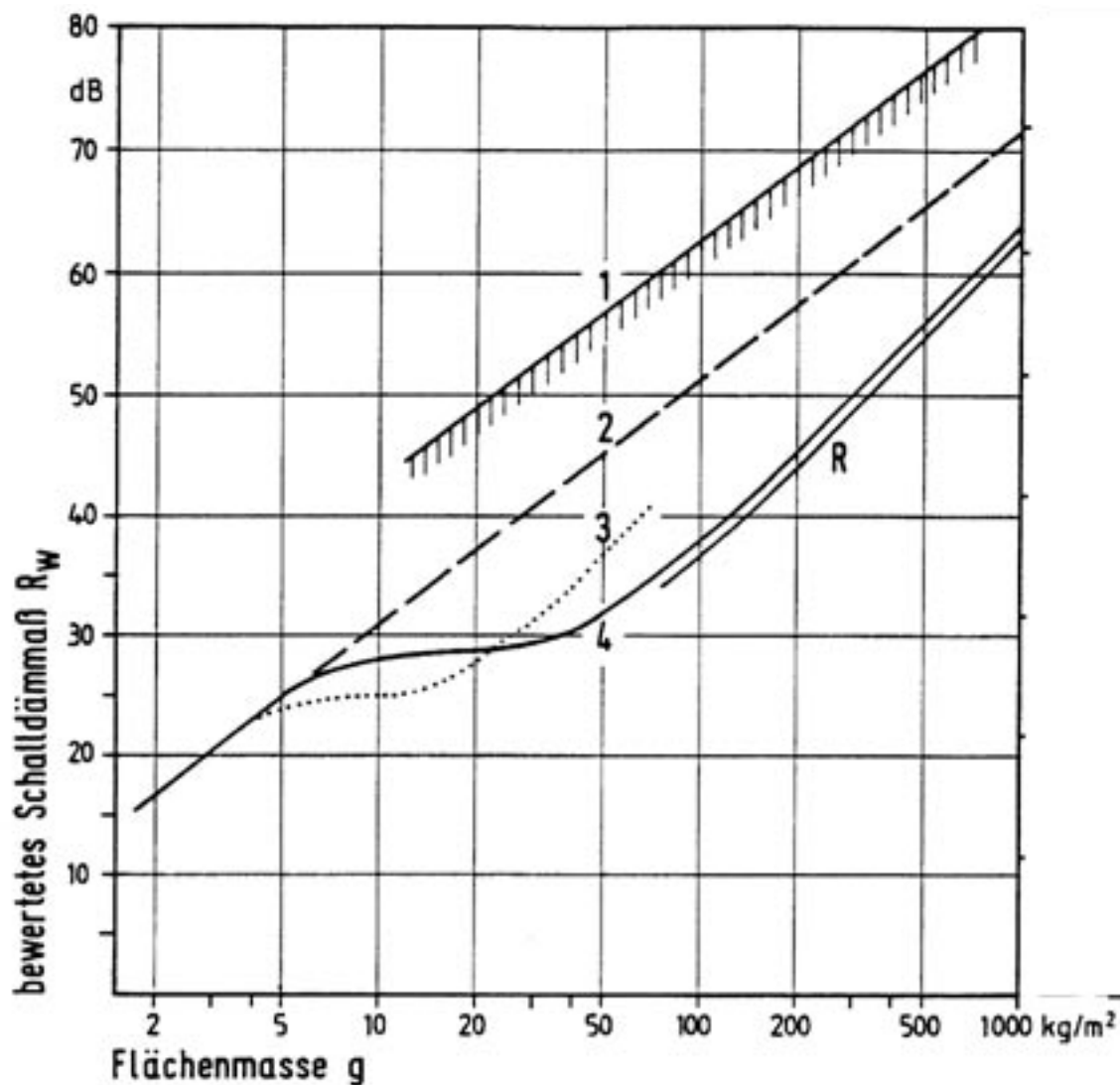
jeweils im **Labor** in den 16 Terzen von 100 Hz bis 3150 Hz gemessen. Zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung durch einen **Zahlenwert** wird durch den Vergleich der Schalldämm-Maße in den 16 Terzen mit denen einer **Bezugskurve** das **Bewertete Schalldämm-Maß** R_w ermittelt.

Handelt es sich um eine **Messung am Bau**, bei der die Schallübertragung über die flankierenden Bauteile das Ergebnis beeinflusst, so ist dieses Ergebnis ein **Bewertetes Bau-Schalldämm-Maß** R'_w .

Bei **Planungen** und **Nachweisen** werden die **Rechenwerte des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes** $R'_{w,R}$ berücksichtigt, die eine Sicherheit von 2 dB (bei Türen von 5 dB) gegenüber dem im Labor gemessenen Wert enthalten.

Die Anforderungen nach DIN 4109 sind R'_w -Werte!

Luftschalldämmung R_w von Bauteilen aus verschiedenen Baustoffen



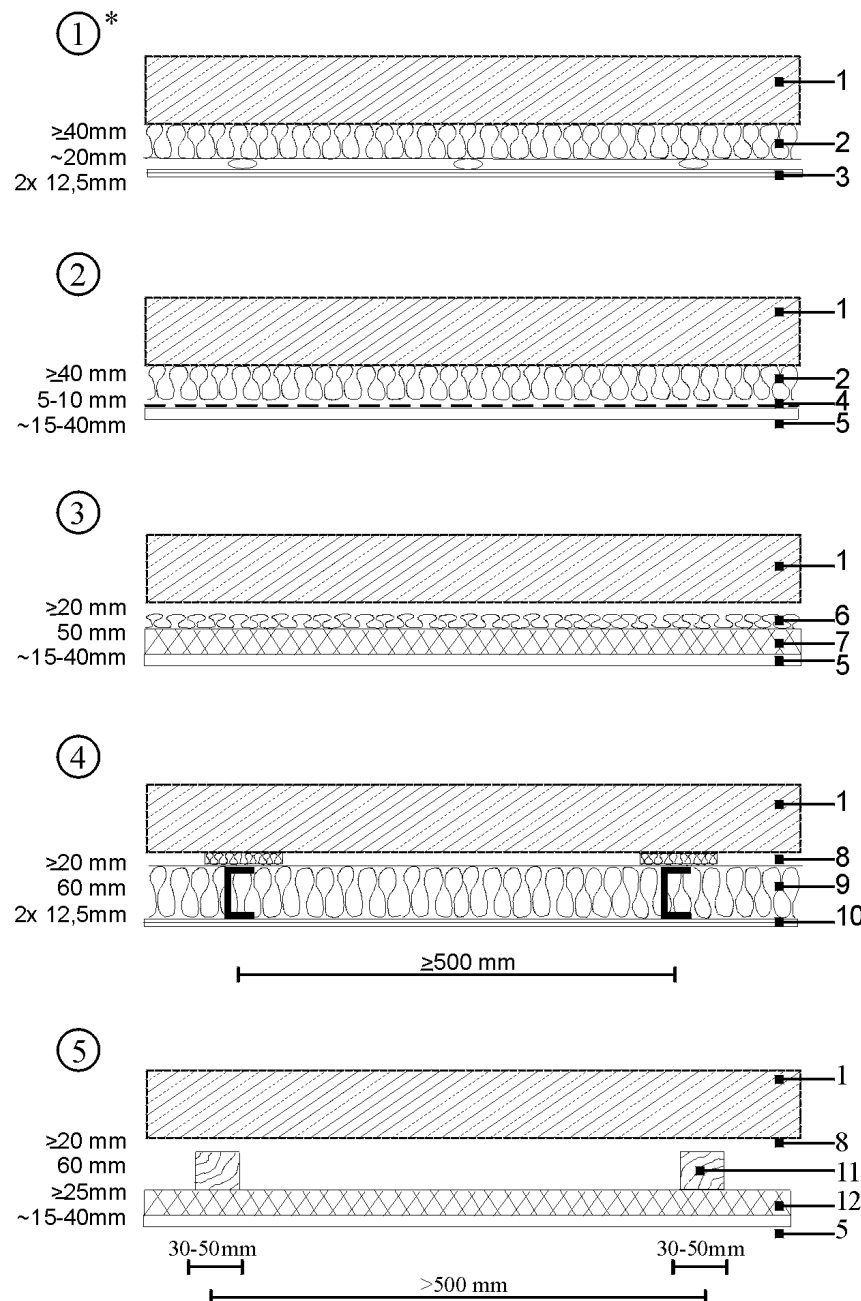
Kurve 1: Obergrenze zweischaliger Bauteile mit Hohlraumbedämpfung

Kurve 2: annähernd bei extrem biegeweichen Platten (Blei, Gummi, Kunststoffe) erreichbar

Kurve 3: Platten aus Holz und Holzwerkstoff

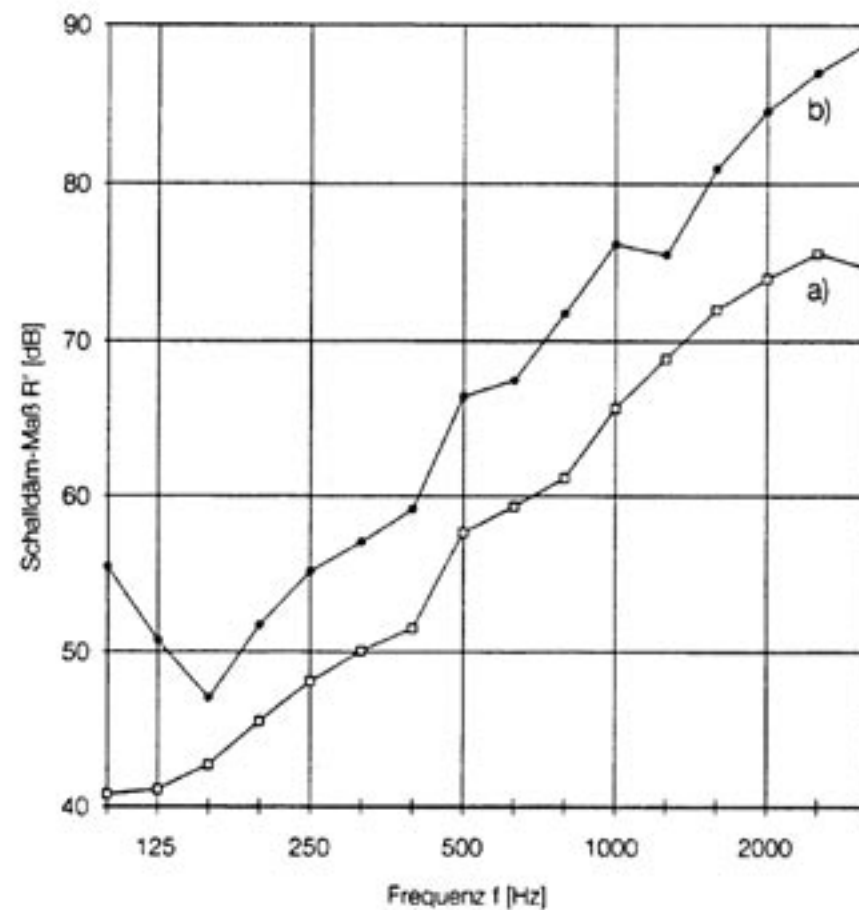
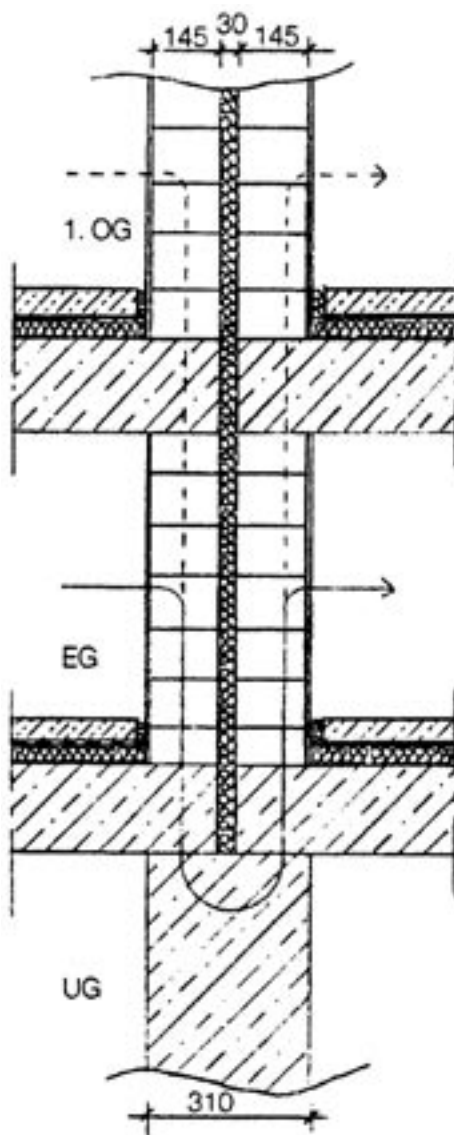
Kurve 4: übliche Baustoffe (Beton, Mauerwerk, Gips, Glas u.ä.)

Aufbau biegeweicher Vorsatzschalen



Massiv-Doppelwand

Erhöhte Schallübertragung im EG über einschalige Trennwände im UG. Dieser Effekt tritt auch bei Reihenhäusern auf, wenn die doppelschalige Wand auf einem gemeinsamen Fundament steht.



Kurve b: $R'_w = 66$ dB

Kurve a: $R'_w = 59$ dB

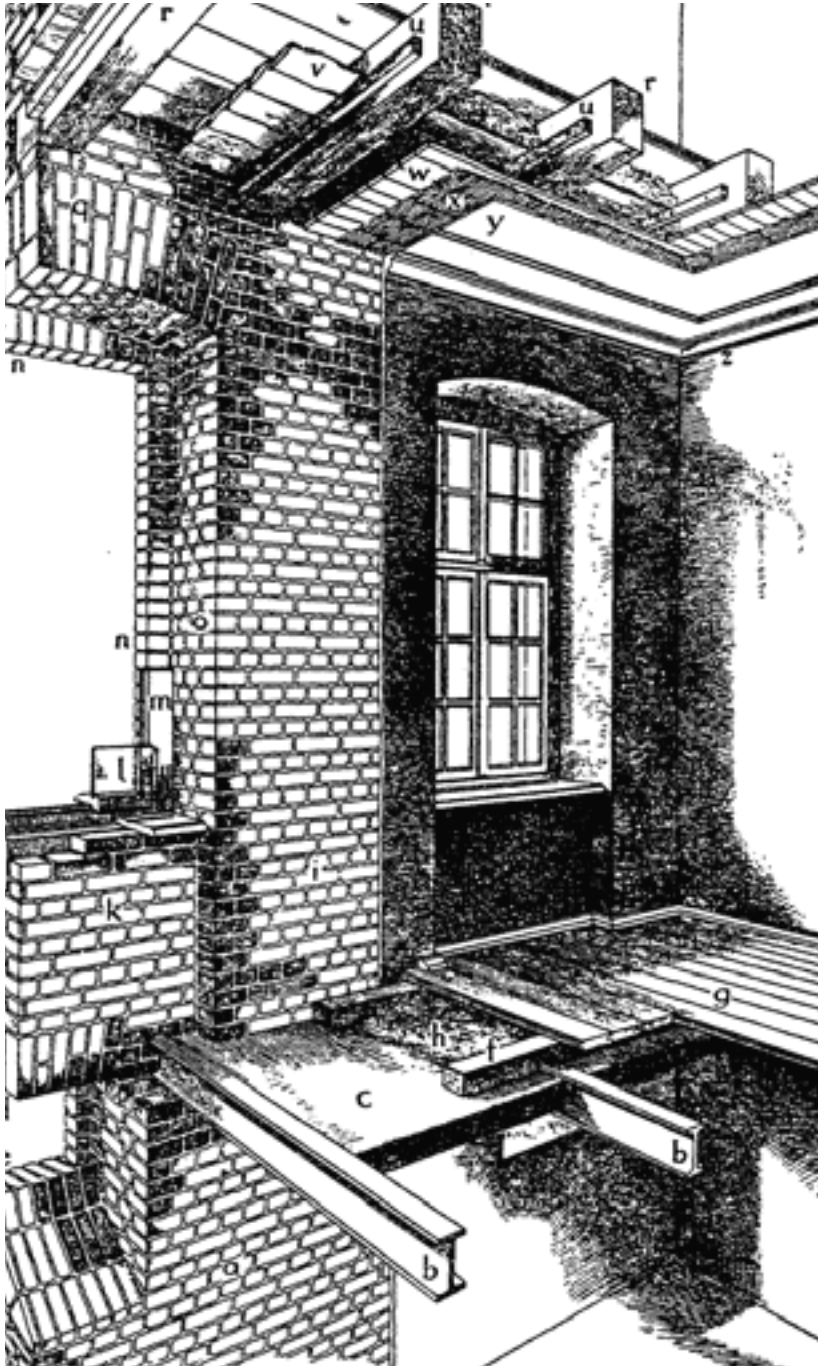


Foto: Hermann Schützeichel GmbH, Straßenhaus

Während des Schneidevorgangs werden die auf Schienen befestigten Antriebseinheiten beidseits des Gebäudes gleichmäßig von oben nach unten gefahren. Das Bildmaterial wurde dem Autor freundlicherweise von der Firma Hermann Schützeichel GmbH, Straßenhaus, zur Verfügung gestellt. Die hier abgebildete Häusertrennung fand in Vaihingen/Enz statt.

Sägen für den Schallschutz

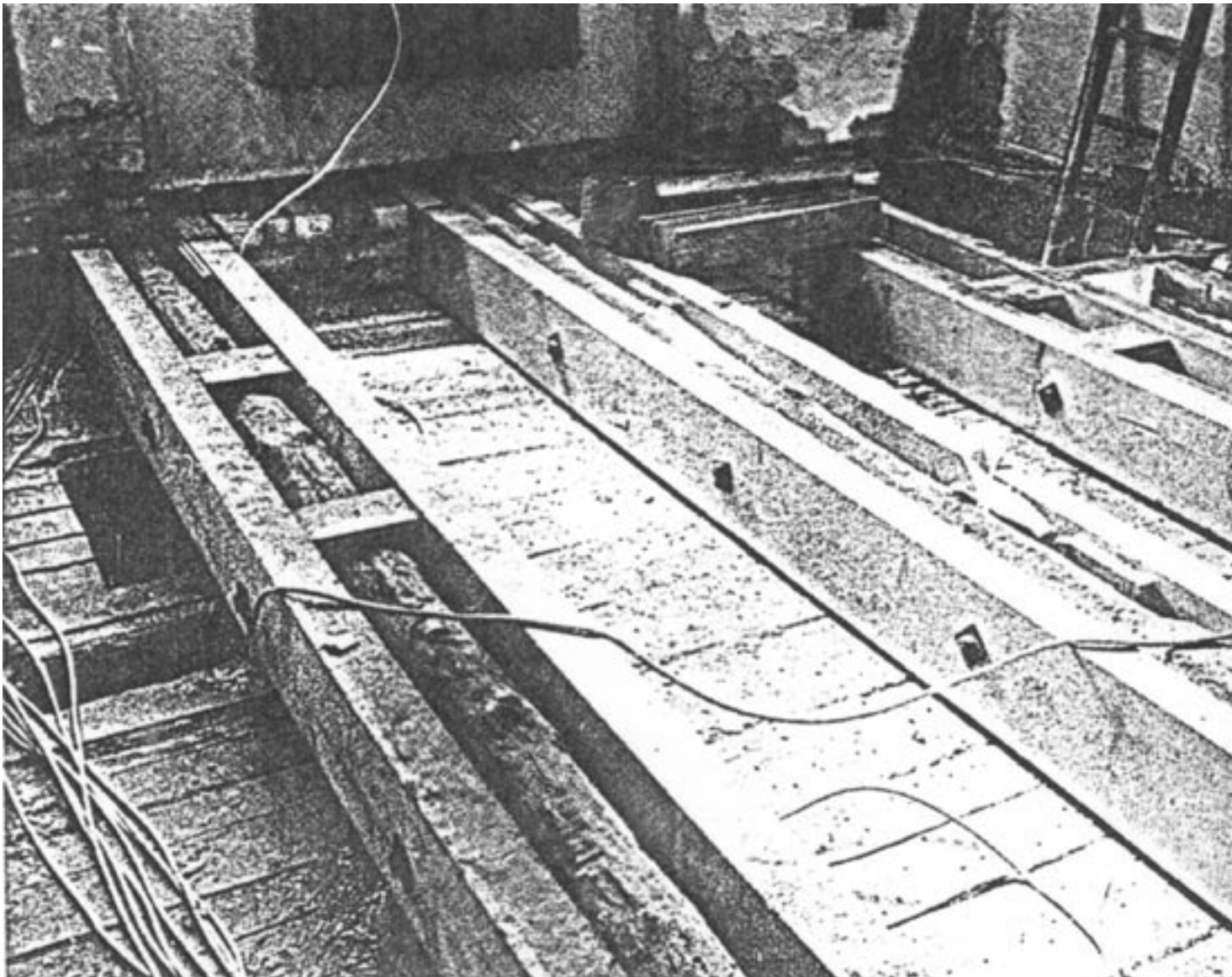
Altbau



Diese Bauweise war schalltechnische gar nicht schlecht. Bei Altbausanierungen muss aber die schwere Auffüllung aus Lehm, Schlacke o.ä. zwischen den tragenden Holzbalken erhalten bleiben. Ggf. ist eine Balkenverstärkung erforderlich.

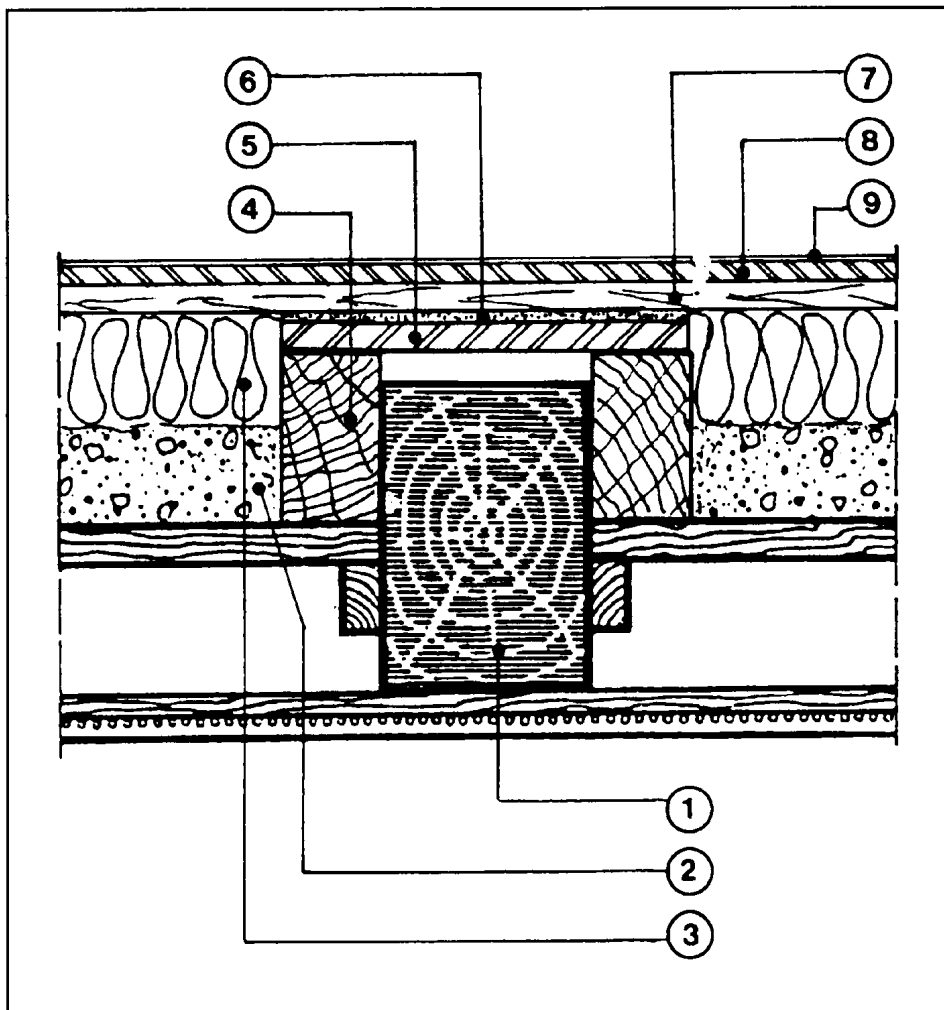
Um heutigen Ansprüchen zu genügen, sollte jedoch die Schalldämmung bei tiefen Frequenzen verbessert werden, z.B. durch Beschwerung der Decke mit Estrichen, wobei Asphaltestriche wegen der hohen „inneren Dämpfung“ besonders vorteilhaft sind, auch weil sie keine Feuchtigkeit in den Bau bringen.

Sanierung einer alten Holzbalkendecke



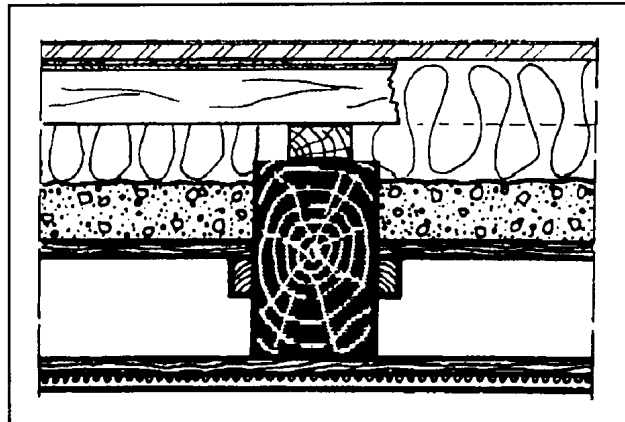
Schalltechnisch gut sanierte Holzbalkendecke (Beispiel 1)

Schalltechnisch verbesserte alte Holzbalkendecke beim Ausbau von Dachgeschoss (Rohrputzschale bleibt unverändert, da Wohnung bewohnt ist oder Stuckdecke erhalten bleiben soll)



- 1 Vorhandene alte Holzbalkendecke
- 2 alte Schüttung (sollte wegen der guten Schalldämmung erhalten bleiben)
- 3 Mineralfaser-Platten, -Matten, oder -Schüttung; Hohlraum ausfüllend
- 4 Hölzer zur Verstärkung der Balken (Vermeidung von Durchbiegung) und zur Herstellung einer ebenen Fußbodenoberfläche
- 5 22 mm Spanplatte
- 6 10 mm Gummigranulatplatten (Bautenschutzmatte)
- 7 28 mm Blinboden
- 8 19 mm Nut- und Feder Spanplatten
- 9 beliebiger Fußboden

Schalltechnisch gut sanierte Holzbalkendecke (Beispiel 2)



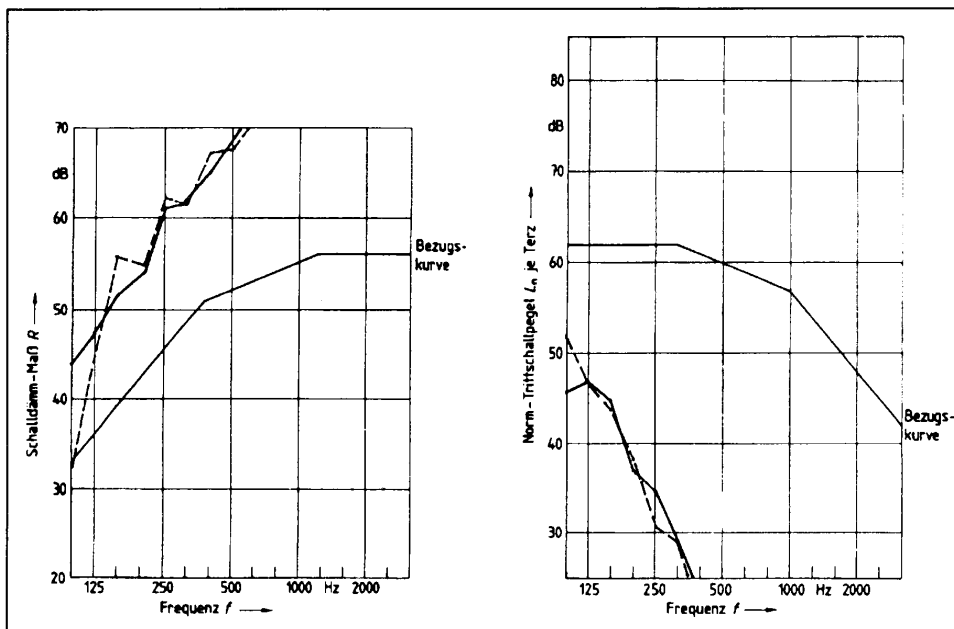
- ←--- 28 mm Spanplatten mit Teppich
- ←--- 20 mm Streifen aus MF-Platten
- ←--- 80/50 mm Lagerhölzer
- ←--- 150 mm Mineralwolle
- ←--- 50/80 mm Lagerhölzer
- ←--- alte Holzbalkendecke mit Schüttung
- ←--- alte Rohrputzdecke an Sparschalung

Luftschalldämmung

$R'_w = 67$ bzw. 69 dB

Trittschalldämmung

$L'_{n,w} = 36$ bzw. 34 dB



Luft- und Trittschalldämmung einer alten Holzbalkendecke mit neuem Holzfußboden, Hohe Flankendämmung durch Gipskarton-Ständerwände und GK-Vorsatzschalen an den Massivwänden, Messwerte an zwei Decken in zwei verschiedenen Häusern.

Merksätze Bauakustik in Wohnbauten

Im Wohnungswesen befasst sich die Bauakustik mit dem Schallschutz / der Schalldämmung zwischen Wohnungen innerhalb ein und desselben Gebäudes, zwischen Reihen- und Doppelhäusern sowie mit dem Schutz der Wohnungen gegen Außenlärm.

*

Schalldämmung ist nicht zu verwechseln mit Schallschutz. Die Schalldämmung ist eine bauteilspezifische Eigenschaft, hingegen wird der Schallschutz beschrieben durch die Pegeldifferenz zwischen zwei Räumen. Bei gleicher Dämmung verbessert sich der Schallschutz je größer die Raumvolumina und je niedriger die Nachhallzeiten sind.

*

Gut luftschalldämmende Wände sind entweder einschalig, schwer und ohne Hohlräume oder massiv mit biegeweicher Vorsatzschale. Zwischen Einfamilien- Reihen- und Doppelhäusern sollten nur doppelschalige Massivwände mit bis zum Fundament durchgehender Fuge vorhanden sein bzw, gebaut werden.

*

Schalltechnisch ungünstig sind „mittelschwere“ Wände aus Gipsdielen, Langlochziegeln und ähnlichen Baustoffen, ca. 5 bis 10 cm dick, auch als flankierende Wände, d.h. als Nebenwege.

*

Decken sollten ebenfalls möglichst schwer und ohne Hohlräume sein. Bei besonders dicken Decken kann ggf. auf Böden mit hoher Trittschalldämmung (schwimmende Estriche oder Teppiche) verzichtet werden. Laminat- oder Parkettböden auf dünnen Dämmschichten (oder auf alten Teppichen) sind nicht zu empfehlen

*

Holzbalkendecken können schalltechnisch guten Massivdecken ebenbürtig sein, aber nur wenn bei sanierten Decken die schwere Auffüllung zwischen den Balken nicht entfernt wurde und der Aufbau eines neuen Fußbodens bauakustisch richtig erfolgte. Trotzdem: Das dumpfe „Wummern“ beim Begehen einer Holzbalkendecke lässt sich kaum verhindern.

Fortsetzung Merksätze Bauakustik in Wohnbauten

Für Wohnungen hat der Schallschutz höchste Priorität (Ruhebedürfnis, Wahrung der Intimsphäre, niedrige Grundgeräuschpegel nachts, Immobilität, Geldanlage etc.). Bei Mehrfamilienhäusern beginnt ein guter Schallschutz mit schalltechnisch guten Grundrissen.

*

Reihen- und Doppelhäuser sind schalltechnisch besonders empfindlich, weil in ruhigen Stadt-randlagen der „Maskierungspegel“ fehlt und die Herkunftsrichtung der Geräusche bei nur einem oder höchstens zwei Nachbarn besonders auffällt.

Die zum Schutz gegen Außenlärm gültigen Anforderungen an die Schalldämmung der Fenster sind i.A. ausreichend. Eine weitere Erhöhung der Fensterdämmung ist nicht sinnvoll, weil dadurch die innerbaulichen Schallübertragungen deutlich hörbar werden können.

*

Schwimmende Estriche sind i.A. nur im Geschosswohnungsbau sinnvoll und auch nur, wenn sie konsequent schallbrückenfrei ausgeführt werden.

*

Installationsgeräusche lassen sich häufig auch ohne bauliche Eingriffe durch Auswechselung lauter gegen leise Armaturen mindern oder ganz beseitigen

*

Wärmedämmverbundsysteme können u.U. die Schalldämmung von Außenwänden verschlechtern, so dass Verkehrslärm verstärkt hörbar wird.

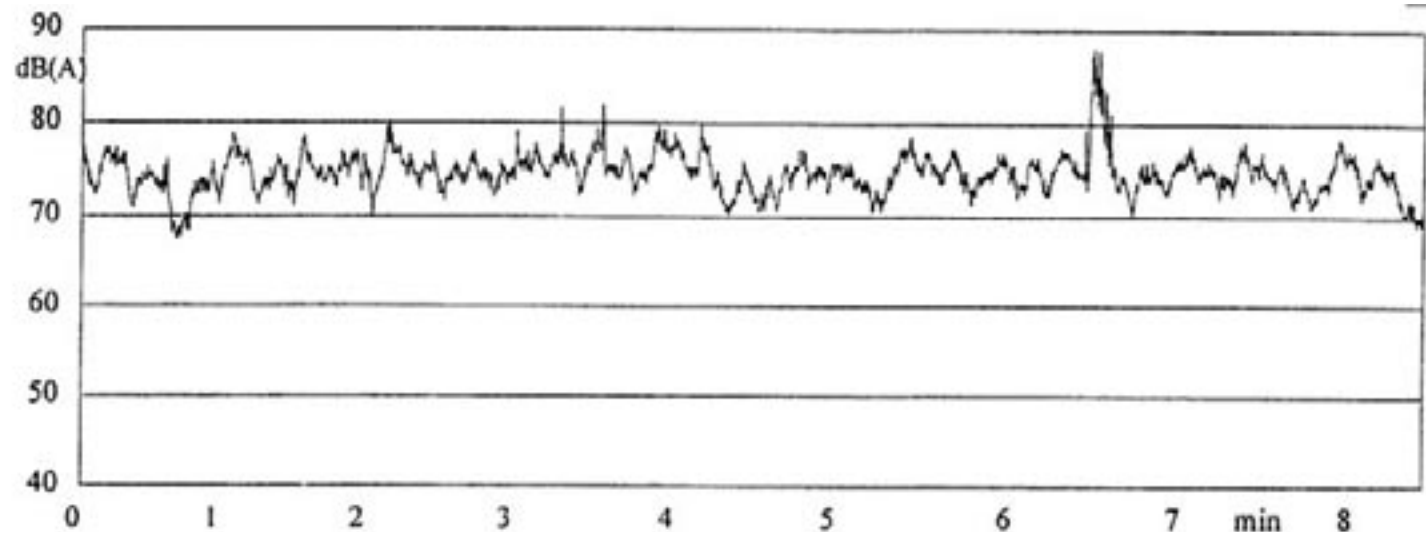
*

Vorsicht bei Anpreisungen wie Schallschutz nach DIN oder Wohnung in verkehrsgünstiger Lage.

Pegel-Zeit-Verlauf eines Geräusches

Beispiel 1

Gleichmäßiger Verkehrslärm
(Berlin, Tempelhofer Damm)
Mittelungspegel $L_m = 76$ dB(A)



Beispiel 2

Ruhiger Vorort mit
einzelnen Fahrzeugen
Mittelungspegel $L_m = 66$ dB(A)

