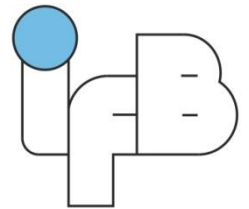


Die neue DIN 4109

Auf der Spur von Innovationen

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI

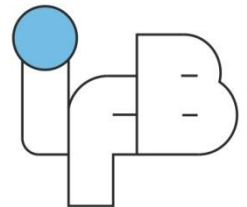


beraten
planen
prüfen

Die Fast-**Revolution** der Kenngrößen

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Kenngroößen

Schalldämmung ↔ Schallschutz

Schalldämmung

ist eine Bauteil-/ Baukonstruktionseigenschaft.

Angegeben wird das Verhältnis der auftreffenden Schalleistung zur durchgelassenen Schalleistung (zwischen zwei Räumen).

Größere Bauteilflächen führen bei gleicher Schalldämmung der Bauteile zu einer Erhöhung der Schallübertragung.

Schallschutz

ist eine Raumeigenschaft.

Angegeben wird die Pegeldifferenz, die zwischen zwei Räumen vorhanden ist.

Größere Bauteilflächen haben bei gleichem Schallschutz keinen Einfluss auf den Schalldruckpegel im Nachbarraum.

Kenngößen

Schalldämmung ↔ Schallschutz

Schalldämmung

Kenngöße: Bewertetes Schalldämm-Maß R'_w

Berechnung: $R'_w = L_{\text{Sende}} - L_{\text{Empfang}} + 10 \log (S/A)$ [dB]

Schallschutz

Kenngöße: Bewertete Standard-Schallpegeldifferenz

Berechnung: $D_{nT,w} = L_{\text{Sende}} - L_{\text{Empfang}} + 10 \log (T/T_0)$ [dB]

Beziehung

$D_{nT,w} = R'_w + 10 \lg (V/S) - 5$ dB

A: äquivalente Schallabsorptionsfläche im Empfangsraum (aus V und T)

S: Trennfläche

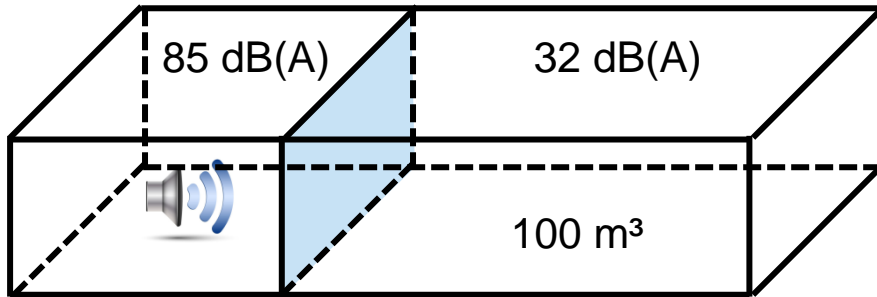
V: Volumen des Empfangsraums

T_0 : Bezugsnachhallzeit (0,5 s)

Kenngrößen

Schalldämmung ↔ Schallschutz

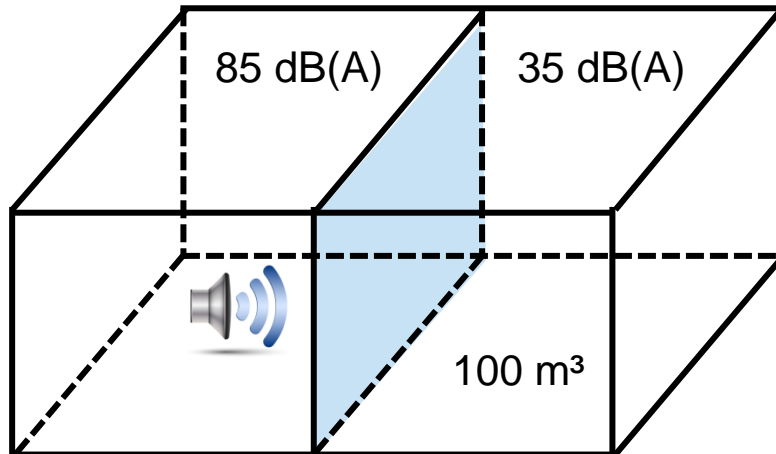
$$S_{\text{Bauteil}} = 12,5 \text{ m}^2$$



$$R'_w = 53 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = 55 \text{ dB}$$

$$S_{\text{Bauteil}} = 25 \text{ m}^2$$



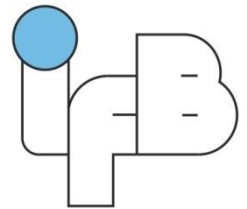
$$R'_w = 53 \text{ dB}$$

$$D_{nT,w} = 52 \text{ dB}$$

Regelwerke

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Regelwerke

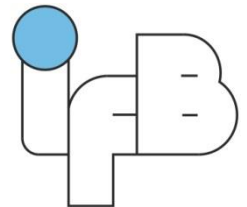
DIN 4109:1989-11	Mindestanforderungen
Beiblatt 1 zu DIN 4109:1989-11	Rechenverfahren
Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11	Vorschläge für erhöhten Schallschutz
DIN 4109-1:2016-07	Mindestanforderungen
DIN 4109-31-36:2016-07	Bauteilkataloge
DIN 4109-2:2016-07	Rechenverfahren
Entwurf Änderungen zu DIN 4109-1:2017-01	Änderung passiver Schallschutz
Entwurf Änderungen zu DIN 4109-2:2017-01	Änderung passiver Schallschutz
DIN SPEC 91314:2017-01	Anforderungen erhöhter Schallschutz im Wohnungsbau
VDI-Richtlinie 2719:1987-08	Schallschutz von Außenbauteilen
VDI-Richtlinie 4100:2012-10	Schallschutz im Hochbau - Wohnungen

Die neue DIN 4109

Teil 1: Anforderungen an Innenbauteile

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Änderungen der Anforderungen

Bauteile - Mehrfamilienhäuser und Bürogebäude		DIN 4109 1989		DIN 4109 2017	
		R'_w	$L'_{n,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$
	Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen, Trockenböden, Abstellräumen	53	53	53	52
	Wohnungstrenndecken	54	53	54	50
	Trenndecken zwischen fremden Arbeitsräumen	54	53	54	53
	Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenträumen unter Aufenthaltsräumen	52	53	52	50
	Decken über Durchfahrten, Einfahrten von Sammelgaragen unter Aufenthaltsräumen	55	53	55	50
	Decken unter/über Spielräumen oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	55	46	55	46
	Decken unter Terrassen und Loggien über Aufenthaltsräumen	-	53	-	50
	Decken unter Laubengängen	-	53	-	53

Änderungen der Anforderungen

Bauteile - Mehrfamilienhäuser und Bürogebäude		DIN 4109 1989		DIN 4109 2017	
		R'_{w}	$L'_{n,w}$	R'_{w}	$L'_{n,w}$
	Treppenläufe und Podeste	-	58	-	53
	Wohnungstrennwände	53	-	53	-
	Treppenraumwände und Wände zu Hausfluren	52	-	53	-
	Wände neben Durchfahrten und Einfahrten von Sammelgaragen	55	-	55	-
	Wände von Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen	55	-	55	-
	Schachtwände von Aufzugsanlagen an Aufenthaltsräumen	-	-	57	-
	Wohnungseingangstüren, die in Flure und Dielen von Wohnungen führen	27	-	27	-
	Wohnungseingangstüren, die in Aufenthaltsräume von Wohnungen führen	37	-	37	-

Änderungen der Anforderungen

Bauteile - Reihen- und Doppelhäuser		DIN 4109-1989		DIN 4109-2017	
		R'_w	$L'_{n,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$
	Decken	-	48	-	41
	Bodenplatte auf Erdreich bzw. Decke über Kellergeschoss	-	48	-	46
	Treppenläufe und -podeste	-	53	-	46
	Haustrennwände zu Aufenthaltsräumen, die im untersten Geschoss gelegen sind	57	-	59	-
	Haustrennwände zu Aufenthaltsräumen, unter denen mindestens 1 Geschoss vorhanden ist	57	-	62	-

Änderungen der Anforderungen

Bauteile – Hotels- und Beherbergungsstätten		DIN 4109 1989		DIN 4109 2017	
		R' _w	L' _{n,w}	R' _w	L' _{n,w}
	Decken, einschließlich Decken von Fluren	54	53	54	53
	Decken unter/über Schwimmbädern, Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen zum Schutz gegen Schlafräume	55	46	55	46
	Decken unter Bad und WC	54	53	54	53
	Treppenläufe und -podeste	-	58	-	58 ¹⁾
	Wände zwischen Übernachtungsräumen, Fluren und Übernachtungsräumen	47	-	47 ²⁾	-
	Türen zwischen Fluren und Übernachtungsräumen	32	-	32	-

- 1) Keine Anforderung in Gebäuden mit Aufzug. Nach unserer Einschätzung sollte diese Ausnahme nur in Sonderfällen genutzt werden (z.B. reine Fluchttreppenhäuser)
- 2) Bei Trennwänden mit Türen zwischen fremden Übernachtungsräumen muss die resultierende Schalldämmung der Wand-Tür-Kombination mindestens $R'_{w,res} \geq 49$ dB betragen.

Änderungen der Anforderungen

Bauteile - Krankenhäuser		DIN 4109 1989		DIN 4109 2016	
		R'_w	$L'_{n,w}$	R'_w	$L'_{n,w}$
	Decken, einschließlich Decken von Fluren	54	53	54	53
	Decken unter/über Schwimmbädern, Spiel- oder ähnlichen Gemeinschaftsräumen zum Schutz gegen Schlafräume	55	46	55	46
	Decken unter Bad und WC	54	53	54	53
	Treppenläufe und -podeste	-	58	-	58
	Wände von Krankenzimmern, Sprechzimmern, Untersuchungszimmern	-	47	47	-
	Wände von Räumen mit Anforderungen an erhöhtes Ruhebedürfnis und besondere Vertraulichkeit	-	-	52	-
	Wände von OP- und Behandlungsräumen	-	42	42	-
	Türen von Untersuchungs- und Sprechzimmern	-	37	37	-
	Türen von Krankenzimmern, OP- und Behandlungsräumen	-	32	32	-

Änderungen der Anforderungen

Bauteile - Schulen		DIN 4109 1989		DIN 4109 2016	
		R' _w	L' _{n,w}	R' _w	L' _{n,w}
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen sowie Fluren	55	53	55	53
	Decken zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und besonders lauten Räumen	55	46	55	46
	Decken zwischen Unterrichtsräumen und Sporthallen und Werkräumen	55	46	60	46
	Wände zwischen Unterrichtsräumen	47	-	47	-
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Treppenträumen	52	-	52	-
	Wände zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und besonders lauten Räumen	55	-	55	-
	Wände zwischen Unterrichtsräumen und Sporthallen und Werkräumen	55	-	60	-
	Türen zwischen Unterrichtsräumen oder ähnlichen Räumen und Fluren	32	-	32	-
	Türen zwischen Unterrichtsräumen	-	-	37	-

Weitere Details

- Öffentliche Kindertagesstätten sind ausdrücklich gemäß den Anforderungen für Schulen und vergleichbare Einrichtungen zu planen.
- Die Anforderungen an Wasserinstallationen, haustechnische Anlagen und Betriebe bleiben weitestgehend unverändert.
- Für fest installierte raumlufttechnische Anlagen im eigenen Wohnbereich, die der Nutzer nicht selbst betätigen oder in Betrieb setzen kann, wurden nachstehende Anforderungen neu definiert:

Wohn- und Schlafräume:	$L_{AF,max,n} \leq 30 \text{ dB(A)}$
Küchen:	$L_{AF,max,n} \leq 33 \text{ dB(A)}$

Innovation?

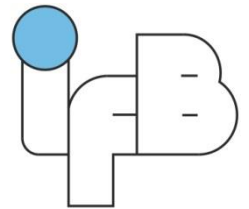
- Keine außergewöhnliche Erhöhung der Anforderungen im Geschosswohnungsbau, sondern Anpassung der Anforderungen an die schalltechnische Qualität von Regelbauweisen
- Anpassung der Anforderungen bei Reihen- und Doppelhaushälften an die übliche und geschuldete Bauausführung mit zweischaligen Trennwänden
- Anpassung der Anforderungen für einzelne Bauteile bei besonderen Nutzungsanforderungen in Krankenhäusern, Schulen etc.
- Aufnahme von Anforderungen für raumluftechnische Anlagen im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich
- Fazit: Eine gute Definition der Mindestanforderungen

Die neue DIN 4109

Teil 2: Rechenverfahren

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Rechenverfahren nach alter DIN 4109

Luftschalldämmung

$$R'_{w,R} = 28 \times \log m' - 20 + K_{L,1} + K_{L,2} \quad [\text{dB}]$$

m' : flächenbezogene Masse des Trennbauteils

$K_{L,1}$: Korrekturwert für die mittlere flächenbezogene Masse der flankierenden Bauteile

$K_{L,2}$: Korrekturwert für biegeweiche Bauteile, Vorsatzschalen und Estriche

Trittschalldämmung

$$L'_{n,w,R} = 164 - 35 \times \log m' + 2(\text{VHM}) - \Delta L_{w,R} \quad [\text{dB}]$$

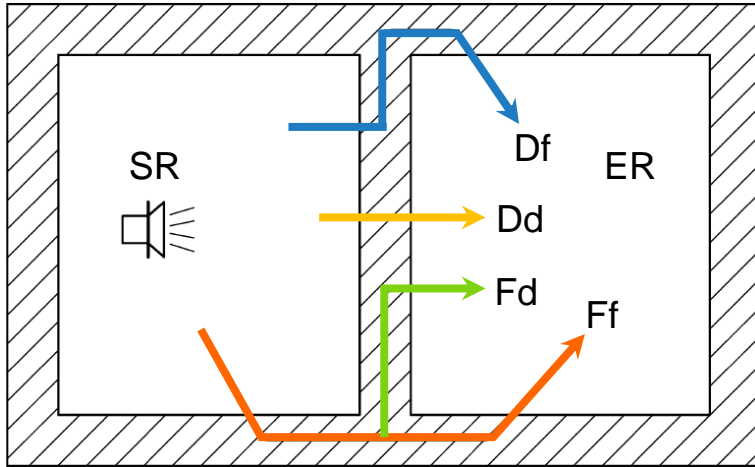
m' : flächenbezogene Masse des Trennbauteils

$K_{L,1}$: Korrekturwert für die mittlere flächenbezogene Masse der flankierenden Bauteile

$K_{L,2}$: Korrekturwert für biegeweiche Bauteile, Vorsatzschalen und Estriche

$\Delta L_{w,R}$: bewertete Trittschallminderung der Deckenauflage (Estrich, Bodenbelag)

Rechenverfahren nach neuer DIN 4109



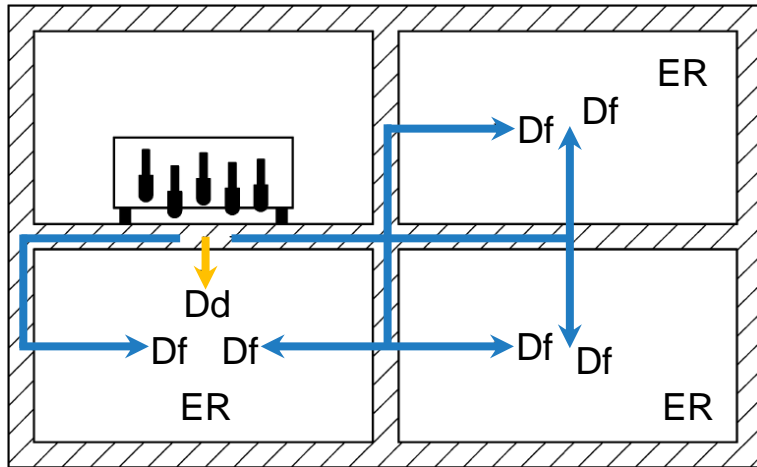
- SR Senderraum
- ER Empfangsraum
- Dd direkte Schallübertragung
- Ff Flankenübertragung des Flankenbauteils
- Fd Flankenübertragung des Trennbauteils
- Df direkte Flankenübertragung

Zu berücksichtigende Schallübertragungswege bei der Berechnung

$$R'_w = -10 \lg \left[\underbrace{10^{-R_{Dd,w}/10}}_{1x} + \sum_{F=f=1}^n \underbrace{10^{-R_{Ff,w}/10}}_{4x} + \sum_{f=1}^n \underbrace{10^{-R_{Df,w}/10}}_{4x} + \sum_{F=1}^n \underbrace{10^{-R_{Fd,w}/10}}_{4x} \right]$$

➔ insgesamt 13 Übertragungswege

Rechenverfahren nach neuer DIN 4109



- ER Empfangsraum
- Dd direkte Schallübertragung
- Df direkte Flankenübertragung

Zu berücksichtigende Schallübertragungswege bei der Berechnung

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$$

➔ insgesamt 5 Übertragungswege

Innovation?

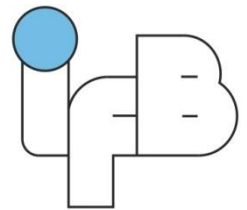
- Vollständig überarbeitete Berechnungsverfahren zum Nachweis der Schalldämmung.
- Erhöhte Komplexität der schalltechnischen Berechnungen durch detaillierte Betrachtungen der Flanken, der Geometrie und der baulichen Situation.
- Für übliche Konstruktionen im Massivbau und übliche Geometrien ergibt sich kaum Optimierungspotential durch die neuen Berechnungsverfahren.
- Bei unüblichen Geometrien und Flanken (ungleich schwere Flanken, leichte Außenwände, Kombination von Leichtbau- und Massivbauweisen) kann bauteilabhängig durch die genauere Prognose eine technisch und wirtschaftlich optimierte Konstruktion entwickelt werden.
- Die alten Berechnungsverfahren sind für den Massivbau weiterhin richtig.

Die neue DIN 4109

Teil 1: Anforderungen an Außenbauteile

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Rechenverfahren zum passiven Schallschutz

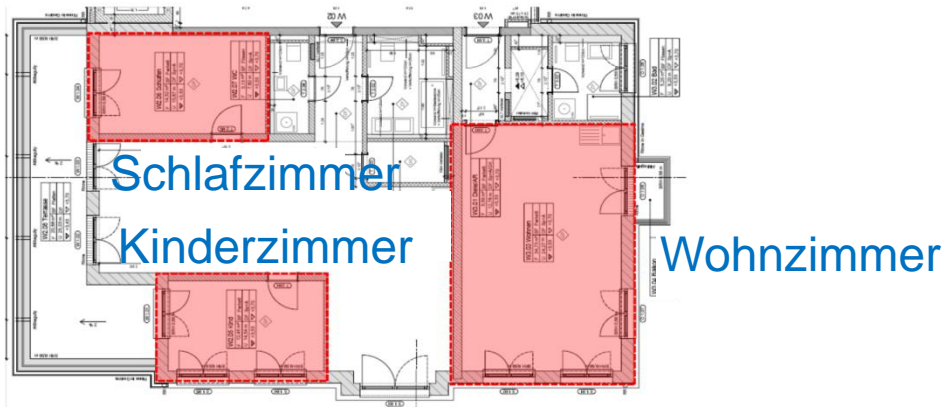
DIN 4109	VDI 2719
Basis sind die Außenlärmpegel im Tagzeitraum und die Raumnutzung	Basis sind die Außenlärmpegel tags und nachts sowie die Maximalpegel
Außenlärmpegel werden in 5-dB-Stufen gruppiert	Außenlärmpegel werden dB-genau berücksichtigt
Definiert wird die Schalldämmung der Außenbauteile in Abhängigkeit der Außenlärmpegel	Definiert wird die Schalldämmung der Außenbauteile in Abhängigkeit der angestrebten Raum-Innenpegel 5 dB Bereich der Anhaltwerte 5 dB Differenz Tag zu Nacht

Bisher wurde der baurechtliche Nachweis des passiven Schallschutzes meist mit dem Verfahren der DIN 4109 geführt und ergänzend das Verfahren der VDI 2719 angewendet, um Nachtzeiträume und Maximalpegel adäquat zu berücksichtigen.

Rechenverfahren zum passiven Schallschutz

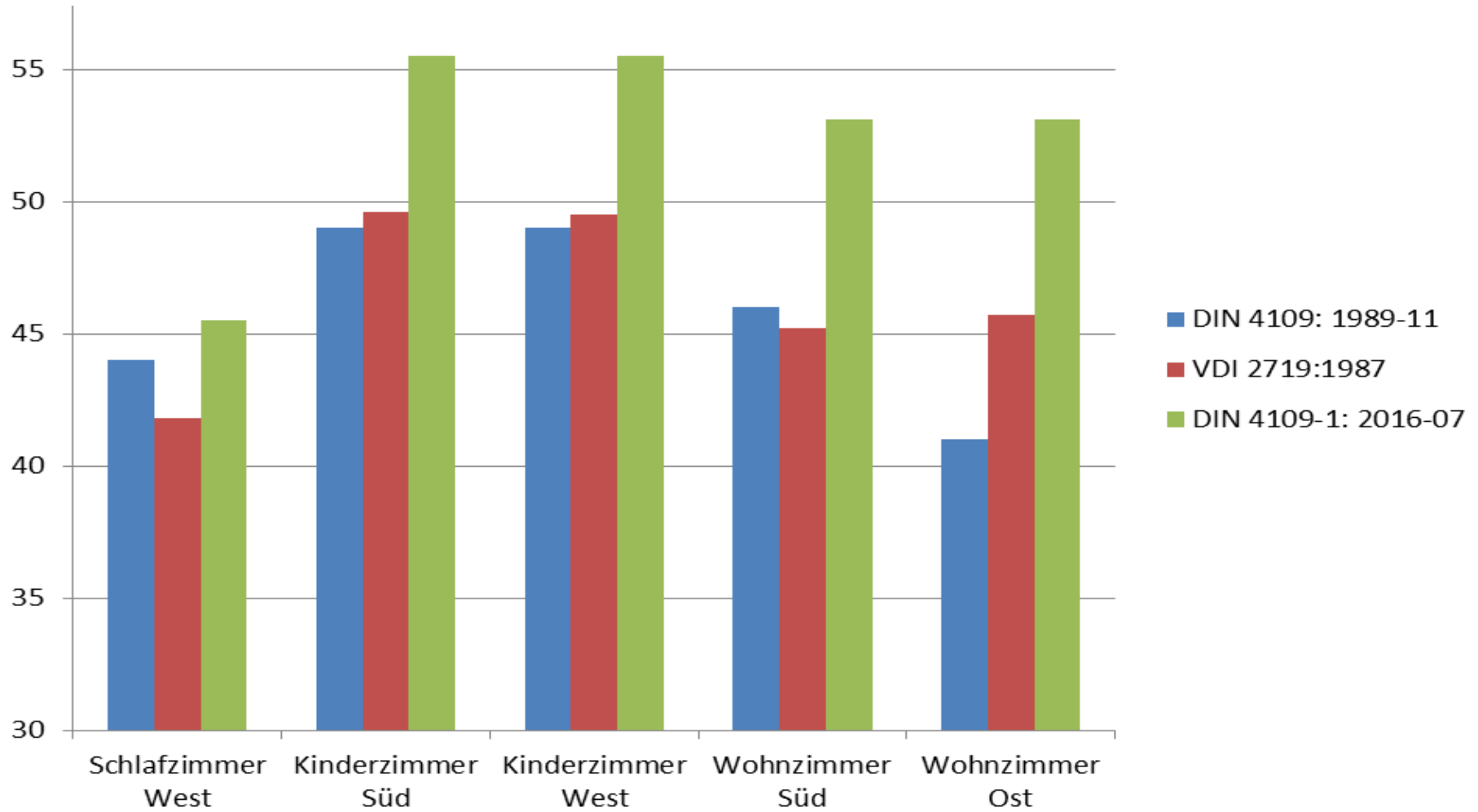
- Das Verfahren der DIN 4109 von 1989 basiert auf den Außenlärmpegeln am Tag und geht davon aus, dass in der Nacht die Außenlärmpegel um mindestens 10 dB unter den Tagwerten liegen.
- Insbesondere an Bahnstrecken mit nächtlichem Güterzugverkehr treten im Nachtzeitraum erfahrungsgemäß höhere Außenlärmpegel auf. In besonderen Fällen können diese auch über den Tagwerten liegen.
- In der DIN 4109 von 2016 wurde versucht, diesen Mangel zu beheben. Bei einer Differenz zwischen Tag- und Nachtpegel von weniger als 10 dB wird als Außenlärmpegel der Nachtwert mit einem Zuschlag von 10 dB verwendet.
- Gleichzeitig ist seit dem 1. Januar 2015 der sogenannte Schienenbonus von 5 dB nicht mehr anzuwenden

Vergleich der resultierenden Schalldämm-Maße



Raum	Resultierendes Schalldämm-Maß der Fassade in dB		
	DIN 4109 - 1989	VDI 2719 - 1987	DIN 4109 - 2016
Schlafzimmer West	44	42	46
Kinderzimmer Süd	49	50	56
Kinderzimmer West	49	50	56
Wohnzimmer Süd	46	45	53
Wohnzimmer Ost	41	46	53

Rechenverfahren zum passiven Schallschutz



Entwurf zur Änderung der DIN 4109, Teile 1 und 2

- Die 5 dB-Stufen sollen aufgehoben und gegen eine Formel ersetzt werden, die eine dB-genaue Definition der Anforderungen erlaubt.
- Bei Schienenlärm soll aufgrund der Frequenzbewertung ein Korrekturwert von 5 dB vom Außenlärmpegel abgezogen werden.
- Gegen den Entwurf liegen bereits zahlreiche Einwände vor. Insbesondere die Korrektur zur Berücksichtigung des Spektrums von Schienenlärm wird diskutiert und gegebenenfalls differenziert.

Innovation?

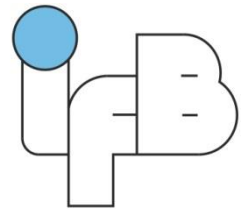
- Dass die DIN 4109 nach dem Prinzip "try and error" entwickelt wird, ist in gewissem Maße innovativ.
- Das Verfahren gemäß dem Entwurf zur Änderung der DIN 4109 hat das Potential, die Fehler zu korrigieren und das veraltete Verfahren mit Tabellen und 5-dB-Stufen insgesamt zu modernisieren.

Definition der Anforderungen

Die Qual der Wahl

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Baurecht - Zivilrecht - a.a.R.d.T

- Bindend für schalltechnische Nachweise ist derzeit noch die öffentlich-rechtlich eingeführte DIN 4109:1989-11.
- Die DIN 4109:2016-07 ist als Weißdruck zivilrechtlich bindend - sofern sie anerkannte Regeln der Technik beinhaltet.
- Die Anforderungen der DIN 4109:1989-11 spiegeln in einigen Punkten nicht den aktuellen Stand der Bautechnik wider und sind daher in Teilen keine a.a.R.d.T.
- Die Berechnungsverfahren der DIN 4109:1989-11 liefern korrekte Ergebnisse, sind erprobt sowie anerkannt und gelten als a.a.R.d.T.
- Der Teil 1 der DIN 4109:2016-07 gilt mit den Mindestanforderungen als anerkannte Regel der Technik (vergleiche auch: DEGA-Memorandum).
- Die Berechnungsverfahren der DIN 4109:2016-07 sind wenig verbreitet, aber über mehrere Jahre mit der DIN EN ISO 12354 bekannt, somit allgemein anerkannt.
- Anforderungen und Berechnungsverfahren für den Schallschutz gegen Außenlärm sind nicht allgemein anerkannt (Entwürfe für Änderungen der Norm liegen vor)

Anforderungsniveau

Aus DIN 4109:2016-07:

Das Bauwerk muss derart entworfen und ausgeführt sein, dass der von den Bewohnern oder von in der Nähe befindlichen Personen wahrgenommene Schall auf einem Pegel gehalten wird, der nicht gesundheitsgefährdend ist und bei dem zufriedenstellende Nachtruhe-, Freizeit- und Arbeitsbedingungen sichergestellt sind.“

Unter Zugrundelegung eines Grundgeräuschpegels von $L_{AF,eq} = 25 \text{ dB(A)}$ werden für schutzbedürftige Räume in z. B. Wohnungen, Wohnheimen, Hotels und Krankenhäusern folgende Schutzziele erreicht:

- Gesundheitsschutz
- Vertraulichkeit bei normaler Sprechweise
- Schutz vor unzumutbaren Belästigungen

Es kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr bzw. als nicht belästigend wahrgenommen werden, auch wenn die in dieser Norm festgelegten Anforderungen erfüllt werden.

Die DIN 4109:2016-07 legt damit nur den Mindestschallschutz fest.

Anforderungsniveau

Gemäß der BGH-Urteile von 2007/2009 ist zu prüfen:

- Liegt eine Zusage zur Beschaffenheit vor?
- Entspricht die Schalldämmung den anerkannten Regeln der Technik?
- Was ist die Erwartungshaltung des Bauherrn?
- Kann mit einem schalltechnisch wirksameren Baustoff - auch bei geringfügig höheren Kosten - ein höherer Schallschutz erreicht werden?

Gebäude mit Mindestschallschutz nach DIN 4109:2016-07 sind möglich, wenn dieser die Nutzeransprüche erfüllt und der Bauherr nachweislich bezüglich der zu erwartenden schalltechnischen Qualität und möglicher Einschränkungen aufgeklärt wurde.

Bei der Mehrzahl der Gebäude sind jedoch über das Mindestmaß hinausgehende Anforderungen nach der Erwartungshaltung des Bauherrn und Nutzers zu definieren.

Anforderungsniveau

Mögliche Planungsgrundlagen für einen erhöhten Schallschutz sind:

- Beiblatt 2 zu DIN 4109:1989-11 (noch nicht überarbeitet)
Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz
- DIN SPEC 91314:2017-01
Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau
in einem geschlossenen Workshop erarbeitet,
wird nach Neufassung des Beiblattes 2 zu DIN 4109 zurückgezogen
- VDI-Richtlinie 4100:2007-08 (bauteilbezogene Kenngrößen)
- VDI-Richtlinie 4100:2012-10 (nachhallzeitbezogene Kenngrößen)
- DEGA Empfehlung 103 Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis
Klassifizierung des Schallschutzes von Wohnungen in 7 Stufen

Grundsätzlich gilt, dass für eine wahrnehmbare Erhöhung der schalltechnischen Qualität das Anforderungsniveau um mindestens 3 - 5 dB anzuheben wäre.

Festlegen des Anforderungsniveaus

	F	E	D	C	B	A	A*
laute Sprache	einwandfrei zu verstehen, sehr deutlich hörbar		einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar
Angehobene Sprache	einwandfrei zu verstehen, sehr deutlich hörbar	einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar	
Normale Sprache	einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar		
Sehr laute Musik	sehr deutlich hörbar					deutlich hörbar	hörbar
Laute Musik	sehr deutlich hörbar				deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar
Normale Musik	sehr deutlich hörbar			deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar

Quelle: DEGA Empfehlung 103 - Schallschutzausweis

Innovation?

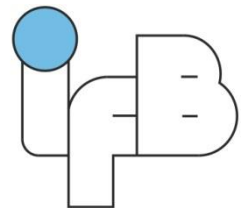
- Die einfache Unterscheidung in Mindestschallschutz und erhöhten Schallschutz ist nicht mehr ausreichend.
- Festlegen des Anforderungsniveaus durch detaillierte und für den Bauherrn nachvollziehbare Beratung in Abhängigkeit der
 - Erwartungshaltung
 - Nutzung
 - Grundgeräuschpegel
 - Schallquellen
 - Wirtschaftlichkeit

Definition der Anforderungen

Die Qual der Wahl

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

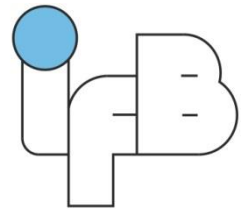
Fragen



Thorsten Wegner
www.ifbSorge.de

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen