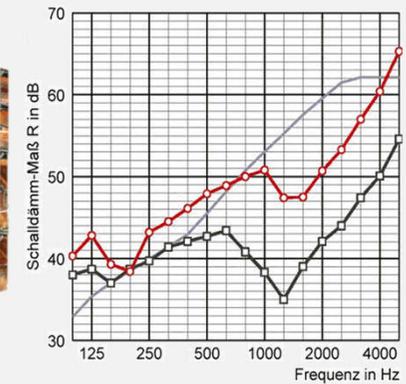


Bauen in der Stadt – verdichtet, effizient, flexibel

Konstruktive Lösungen Lärm- und Schallschutz
671. Schleswig-Holsteinisches Baugespräch



Industrieverbände Duisburg

Dr. Dieter Figge

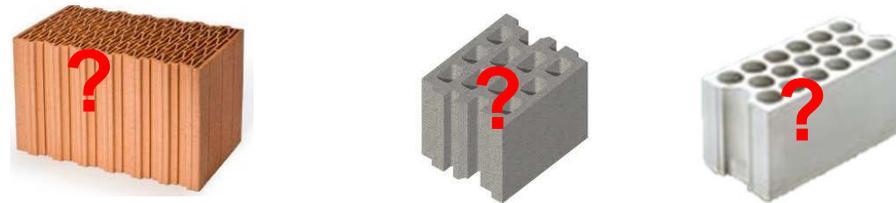
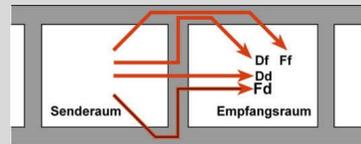
Technik
Normung
Marketing

Die neue DIN 4109

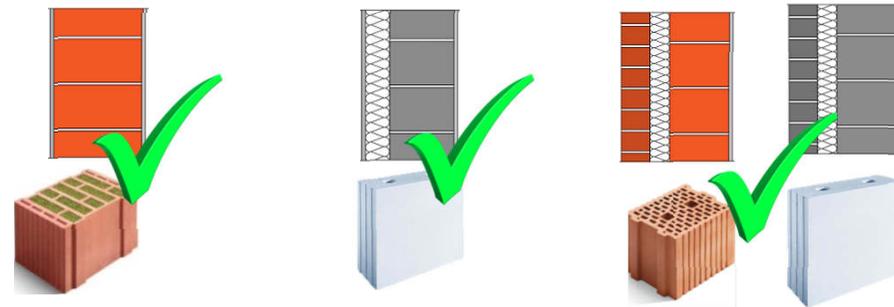
Ein bauordnungsrechtlich geschuldeter, oder privatrechtlich vereinbarter baulicher Luftschallschutz hing nach der DIN 4109 (89), im Massiv-bau vor allem von der **Masse der verwendeten Trennbaustoffe ab.**



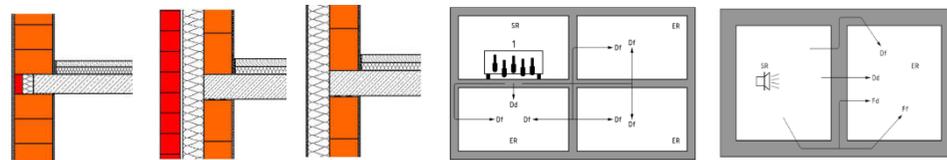
Mit **flankierenden** leichten, hochwärmedämmenden **Außenbauteilen** sind dem Schallschutz jedoch Grenzen gesetzt.



Die neue DIN 4109 ermöglicht unter Berücksichtigung einer **akustischen Energiebilanz**, die Schalldämmung in Gebäuden sehr viel genauer als bisher zu prognostizieren.



$$R_w^t = -10 \lg \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right] \text{ [dB]}$$



DIN 4109 Stand 1989

Tabelle 3. Erforderliche Luft- und Trittschalldämmung zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich

Spalte	1	2	3		4	5
			Anforderungen			
Zeile		Bauteile	erf. R'_w dB	erf. $L'_{n,w}$ (erf. TSM) ¹⁾ dB	Bemerkungen	
1 Geschöbhäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen						
1	Decken	Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen, z.B. Trockenböden, Abstellräumen und ihren Zugängen	53	53 (10)	Bei Gebäuden mit nicht mehr als 2 Wohnungen betragen die Anforderungen erf. $R'_w = 52$ dB und erf. $L'_{n,w} = 63$ dB (erf. TSM = 0 dB).	
2		Wohnungstrenndecken (auch -treppen) und Decken zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	54	53 (10)	Wohnungstrenndecken sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen. Bei Gebäuden mit nicht mehr als 2 Wohnungen beträgt die Anforderung erf. $R'_w = 52$ dB. Weichfedernde Bodenbeläge dürfen bei dem Nachweis der Anforderungen an den Trittschallschutz nicht angerechnet werden; in Gebäuden mit nicht mehr als 2 Wohnungen dürfen weichfedernde Bodenbeläge, z.B. nach Beiblatt 1 zu DIN 4109/11.89, Tabelle 18, berücksichtigt werden, wenn die Beläge auf dem Produkt oder auf der Verpackung mit dem entsprechenden ΔL_w (VM) nach Beiblatt 1 zu DIN 4109/11.89, Tabelle 18, bzw. nach Eignungsprüfung gekennzeichnet sind und mit der Werksbescheinigung nach DIN 50049 ausgeliefert werden.	
1 Geschöbhäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen (Fortsetzung)						
12	Wände	Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	53		Wohnungstrennwände sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen.	
13		Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	52		Für Wände mit Türen gilt die Anforderung erf. R'_w (Wand) = erf. R_w (Tür) + 15 dB. Darin bedeutet erf. R_w (Tür) die erforderliche Schalldämmung der Tür nach Zeile 16 oder Zeile 17. Wandbreiten ≤ 30 cm bleiben dabei unberücksichtigt.	

DIN 4109 Stand 2016

Tabelle 2 — Anforderungen an die Schalldämmung in Mehrfamilienhäusern, Bürogebäuden und in gemischt genutzten Gebäuden

Spalte	1	2	3		4	5
			Anforderungen			
Zeile		Bauteile	R'_w dB	$L'_{n,w}$ dB	Bemerkungen	
1		Decken unter allgemein nutzbaren Dachräumen, z. B. Trockenböden, Abstellräumen und ihren Zugängen	≥ 53	≤ 52		
2		Wohnungstrenndecken (auch Treppen)	≥ 54	≤ 50	Wohnungstrenndecken sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen.	
3		Trenndecken (auch Treppen) zwischen fremden Arbeitsräumen bzw. vergleichbaren Nutzungseinheiten	≥ 54	≤ 53		

**Achtung:
Verschärfung der Anforderungen !!!!!!!!!!!**

Eine genauen Beurteilung aller Flanken kann je nach Einbau- und Grundrissituation bis zu ca. 3 bis 5 dB betragen

13		Wohnungstrennwände und Wände zwischen fremden Arbeitsräumen	≥ 53	—	Wohnungstrennwände sind Bauteile, die Wohnungen voneinander oder von fremden Arbeitsräumen trennen.	
14	Wände	Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	≥ 53	—	Für Wände mit Türen gilt die Anforderung R'_w (Wand) = R_w (Tür) + 15 dB. Darin bedeutet R_w (Tür) die erforderliche Schalldämmung der Tür nach Zeile 18 oder Zeile 19. Wandbreiten ≤ 30 cm bleiben dabei unberücksichtigt.	

Die Prognose der Schalldämmung erfolgt durch die Rechenansätze der DIN EN 12354.

Massiv-, Leicht- und Mischbauweisen werden somit nach der gleichen Prozedur bewertet.

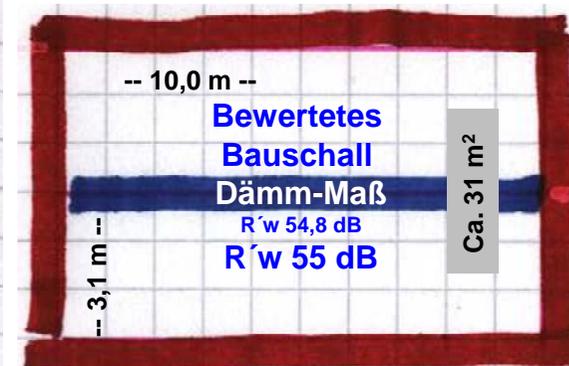
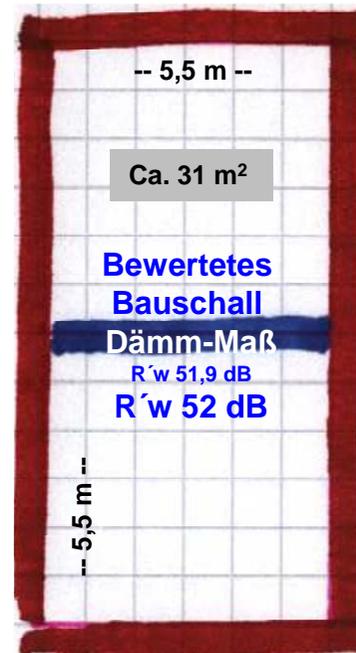
Schallschutz wird zur Planungsaufgabe am konkret zu errichtenden Gebäude.

Die bisherige Bauteilkennzeichnende Größe R'_w wird durch das Direktschalldämm-Maß R_w ersetzt

Die zukünftige Raumbilanz kann im Massivbau zu mittleren bauartbedingten Abweichungen von -2 bis + 3 dB führen



Beispiel: Wohnungstrennwand
d 24,0 cm ρ 2,0 kg/dm³



Flankierende Bauteile:
Wand d 24,0 cm ρ 1,2 kg/dm³
Wand d 17,5 cm ρ 0,8 kg/dm³
Decke und Boden StB. d 20 cm

Verbandsmerkblatt – erhöhter Schallschutz (VDI 4100) oder (DIN SPEC 91314)

ICS 91.120.20

VDI-RICHTLINIEN

Oktober 2012

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Schallschutz im Hochbau Wohnungen Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz Sound insulation between rooms in buildings Dwellings Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms	VDI 4100 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English
-----------------------------------	---	--

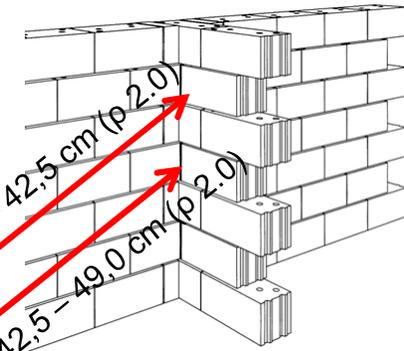


Tabelle 2. Empfohlene Schallschutzwerte der Schallschutzstufen (SSt) in Mehrfamilienhäusern

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Schallschutzkriterium			Kennzeichnende akustische Größe in dB	SSt I	SSt II	SSt III
1 a	Luftschallschutz	Mehrfamilienhaus		$D_{nT,w}$	≥ 56	≥ 59	≥ 64
1 b	Luftschallschutz	Mehrfamilienhaus	Treppenraumwand mit Tür	$D_{nT,w}^{a)}$	≥ 45	≥ 50	≥ 55
2	Trittschallschutz	Mehrfamilienhaus	vertikal, horizontal oder diagonal	$L_{nT,w}^{b)}$	≤ 51	≤ 44	≤ 37
3	Gebäudetechnische Anlagen (einschließlich Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	Mehrfamilienhaus		$D_{nT,w}^{c)}$	≤ 30	≤ 27	≤ 24
4	Luftschallschutz gegen Außenlärm in schutzbedürftigen Räumen	Mehrfamilienhaus		$res.R'_{w}^{f)}$ $(res.D_{nT,w}^{e)})$	d)	d)	d) +5 dB

**bewertete
Standard-
Schallpegel-
differenz**

ca. 36,5 – 42,5 cm (p 2.0)
ca. 42,5 – 49,0 cm (p 2.0)



Schallschutz im Hochbau - Anforderungen für einen erhöhten Schallschutz im Wohnungsbau

Sound insulation in buildings - Requirements for increased sound insulation in dwellings

Isolation acoustique dans la construction immobilière - Exigences relatives à une isolation acoustique améliorée dans les logements

Vorgesehen als Ersatz für
DIN 9999-9:YYYY-MM

Dokument-Typ: DIN SPEC (PAS, CWA, FB)
Dokument-Untertyp:
Dokumentsstufe:
Dokumentsprache: D

DIN_SPEC_91314_(D)_st.docx STD Version 2.8f

NUR INTERN

Datum: 2017 Januar

DIN SPEC 91314



.....die in den folgenden Tabellen aufgeführten Standards (Schalldämmwerte) sind so ausgelegt, dass sowohl der Luftschallschutz als auch der Trittschallschutz in einem ausgewogenen Verhältnis zueinander stehen.....

.....hierbei wird als Normalfall ein für die Abend- und Nachtstunden üblicher Grundgeräuschpegel - und für die Aufenthaltsräume bei typischen Raumvolumina Nachhallzeiten von 0,5 s zu Grunde gelegt.....

Vorwort

Diese DIN SPEC wurde nach dem PAS-Verfahren erarbeitet. Die Erarbeitung von DIN SPEC nach dem PAS-Verfahren erfolgt in Workshops und nicht zwingend unter Einbeziehung aller interessierten Kreise.

Sobald die Überarbeitung von DIN 4109 Beiblatt 2:1989-11 „Schallschutz im Hochbau — Hinweise für Planung und Ausführung — Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz — Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- oder Arbeitsbereich“ abgeschlossen ist, z. B. in Form der Veröffentlichung eines weiteren Teils der Reihe DIN 4109, wird DIN SPEC 91314 zurückgezogen werden.

Die Erarbeitung und Verabschiedung dieses Dokuments erfolgte durch den nachfolgend genannten Initiator und die Verfasser.

- Zentralverband Deutsches Baugewerbe e. V. (ZDB)
Michael Heide, David Ostendorf
- Bundesarchitektenkammer e. V. (BAK)
Barbara Schlesinger
- Bundesingenieurkammer e. V. (BingK)
Frank Prietz
- Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V.
Dieter Rosen, Andre Staniszewski
- Bundesverband Freier Immobilien- und Wohnungsunternehmen e. V. (BFW)
Kunibert Gerij, Hans-Ulrich Niepmann
- Bundesverband Leichtbeton e. V.
Peter Fehr, Dieter Heller
- Bundesverband öffentlich bestellter und vereidigter sowie qualifizierter Sachverständiger e. V.
Helge-Lorenz Ubbelohde
- Bundesverband Porenbetonindustrie e. V.
Georg Flassenberg
- Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e. V. (DGFm)
Dr. Ronald Rast
- Ingenieurbüro Axel C. Rahn GmbH VPMA Schallschutzprüfstelle DIN 4109
Alexander Märzschenz, Prof. Axel C. Rahn
- Ingenieurbüro Figge
Dr. Dieter Figge
- Kurz und Fischer GmbH - Beratende Ingenieure
Roland Kurz
- Protektorwerk Florenz Maisch GmbH & Co. KG
Rüdiger Knorr, Thilo Studniorz
- Ingenieurbüro TGA
Peter Lein
- Verband Bauen in Weiss e. V.
Torsten Schoch

DIN spec 91314 – erhöhter Schallschutz

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Luftschalldämmung		Bauteile	Schalldämm-Maß R'_w	Bemerkungen
1	Horizontal	zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Räumen	Wohnungstrennwände	≥ 55 dB	—
2	Horizontal	zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Fluren bzw. Treppenhäusern	Treppenhäuserwände		Für Wände mit Türen gilt die Anforderung $R'_w(\text{Wand}) = R_w(\text{Tür}) + 15$ dB. Darin bedeutet $R_w(\text{Tür})$ die erforderliche Schalldämmung der Tür nach Tabelle 2 Zeile 1 oder Zeile 2. Wandbreiten ≤ 30 cm bleiben dabei unberücksichtigt.
3	Vertikal	zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Räumen	Wohnungstrenndecken	≥ 56 dB	—

Norm : $R'_w \geq 53$ dB bzw. 54 dB (Diff.: + 2 dB)

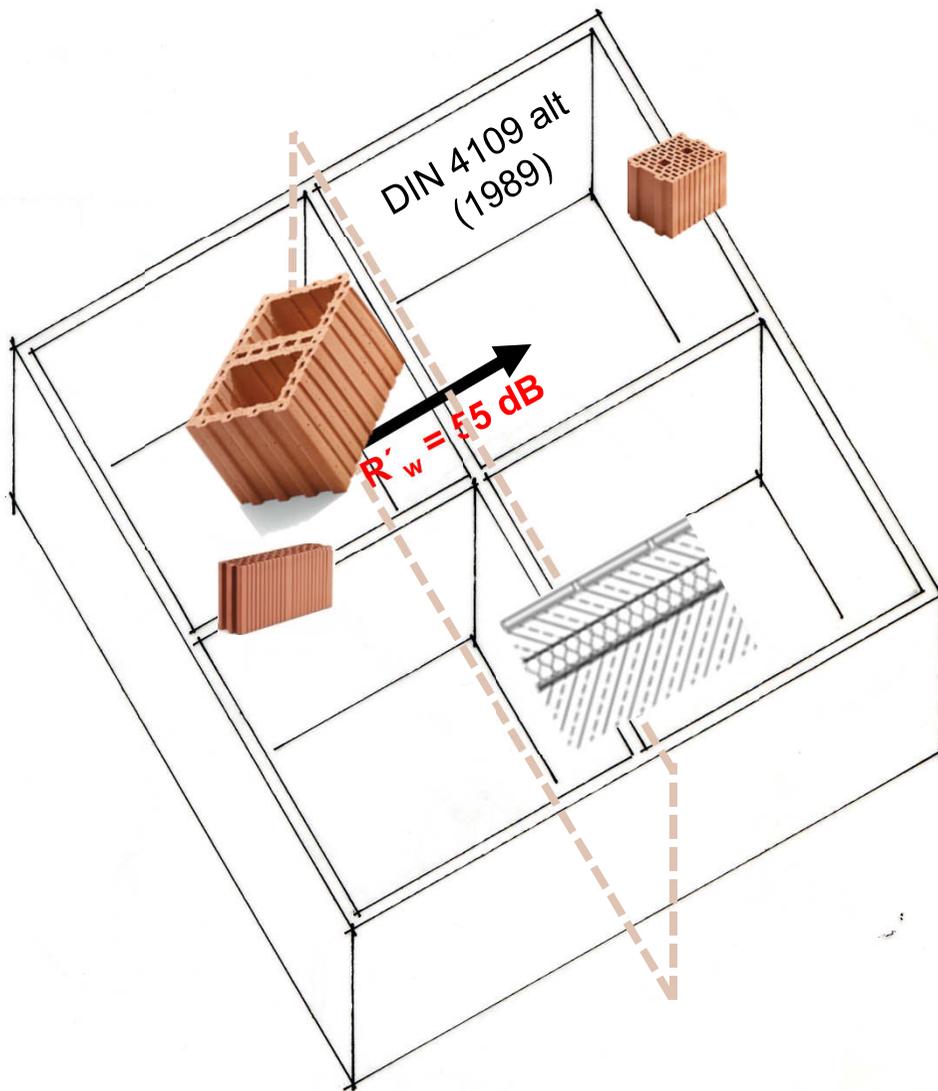
Tabelle 1 — Kennwerte für eine erhöhte Luftschalldämmung von Wänden und Decken zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- und Arbeitsbereich

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Trittschalldämmung		Bauteile	Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$	Bemerkungen
1	In allen Richtungen	zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Räumen	Decken	≤ 46 dB	weichfedernde Bodenbeläge dürfen nicht für den Nachweis des Trittschallschutzes angerechnet werden
2		zwischen Aufenthaltsräumen von Wohnungen und fremden Treppenhäusern	Decken, Podeste und Treppenläufe		
3		von Balkonen, Loggien, Laubengängen, Terrassen über Wohnungen	Decken	≤ 49 dB	

Norm : $L'_{n,w} \leq 50$ dB (Diff.: - 4 dB)

Tabelle 3 — Kennwerte für eine erhöhte Trittschalldämmung von Decken zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- und Arbeitsbereich

Schallübertragungswege nach der Massekurve (DIN Produkte)



Beispiel:

Wohnungstrennwand z.B. 24 cm Verfüllziegel (ρ 2,0 kg/dm³) zuzüglich beidseitig Putz

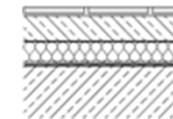


Wandgewicht ca. 490 kg/m²

Bewertetes Schalldämm Maß $R'_w = 55$ dB

Nebenanforderung:

Flankenmasse muss ca. 300 kg/m² betragen



Innenwand

**Flankierende
Außenwand**

Geschossdecke

Flächenbezogene Masse (Zulassungsziegel)

Tabelle 3. Wandrohdichten einschalliger, biegesteifer Wände aus Steinen und Platten (Rechenwerte)

Spalte	1	Wandrohdichte ^{2) 3)} ρ_w	
		2	3
Zeile	Stein-/Plattenrohdichte ¹⁾ ρ_N	Normalmörtel	Leichtmörtel (Rohdichte $\leq 1000 \text{ kg/m}^3$)
	kg/m^3	kg/m^3	kg/m^3
1	2200	2080	1940
2	2000	1900	1770
3	1800	1720	1600
4	1600	1540	1420
5	1400	1360	1260
6	1200	1180	1090
7	1000	1000	950
8	900	910	860
9	800	820	770
10	700	730	680
11	600	640	590
12	500	550	500
13	400	460	410

¹⁾ Werden Hohlblocksteine nach DIN 106 Teil 1, DIN 18 151 und DIN 18 153 umgekehrt vermauert und die Hohlräume satt mit Sand oder mit Normalmörtel gefüllt, so sind die Werte der Wandrohdichte um 400 kg/m^3 zu erhöhen.
²⁾ Die angegebenen Werte sind für alle Formate der in DIN 1053 Teil 1 (z. Z. Entwurf) und DIN 4103 Teil 1 für die Herstellung von Wänden aufgeführten Steine bzw. Platten zu verwenden.
³⁾ Dicke der Mörtelfugen von Wänden nach DIN 1053 Teil 1 (z. Z. Entwurf) bzw. DIN 4103 Teil 1 bei Wänden aus dünnfugig zu verlegenden Plansteinen und -platten siehe Abschnitt 2.2.2.1.

24 cm Füll- oder Schallschutz Ziegel ($\rho 2,0 \text{ kg/dm}^3$) + Putz ca. 490 kg/m^2 Bew. Schallschallschutz Maß $R'_w = 55 \text{ dB}$



Tabelle 2. Abminderung

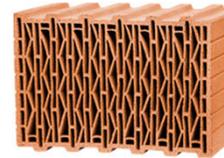
Spalte	1	2	3
Zeile	Rohdichte-klasse	Rohdichte	Abminderung
1	$> 1,0$	$> 1000 \text{ kg/m}^3$	100 kg/m^3
2	$\leq 1,0$	$\leq 1000 \text{ kg/m}^3$	50 kg/m^3

(bei Planziegeln)

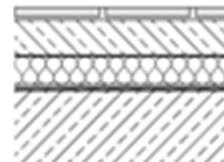
Tabelle 4. Flächenbezogene Masse von Wandputz

Spalte	1	Flächenbezogene Masse von	
		2	3
Zeile	Putzdicke	Kalkgipsputz, Gipsputz	Kalkputz, Kalkzementputz, Zementputz
	mm	kg/m^2	kg/m^2
1	10	10	18
2	15	15	25
3	20	–	30

Flankenmasse Zulassungsziegel



Außenwand
 36,5 cm $\rho 0,60$ 233 kg/m^2



Geschossdecke
 18,0 cm $\rho 2,30$ 414 kg/m^2



Innenwände
 17,5 cm $\rho 0,80$ 143 kg/m^2
 11,5 cm $\rho 0,80$ 94 kg/m^2

Flankenmasse i.M

$$(233 + 414 + 143 + 94) / 4 = 221 \text{ kg/m}^2$$

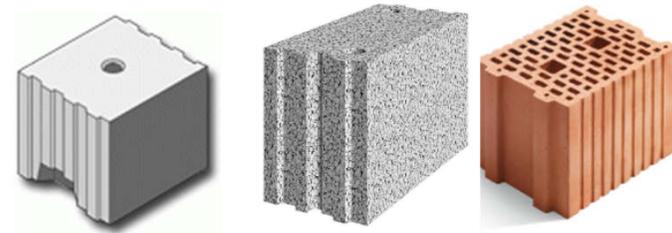
$\leq 300 \text{ kg/m}^2 = \text{Abzug bis zu } 3 \text{ dB}$

$R'_w \approx 55 - \text{ca. } 3 \text{ dB} \approx 52 \text{ dB}$
Nachweis nicht erbracht

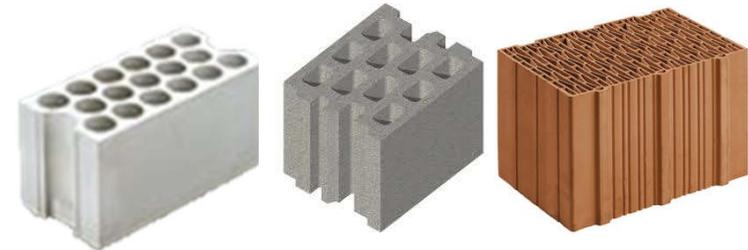
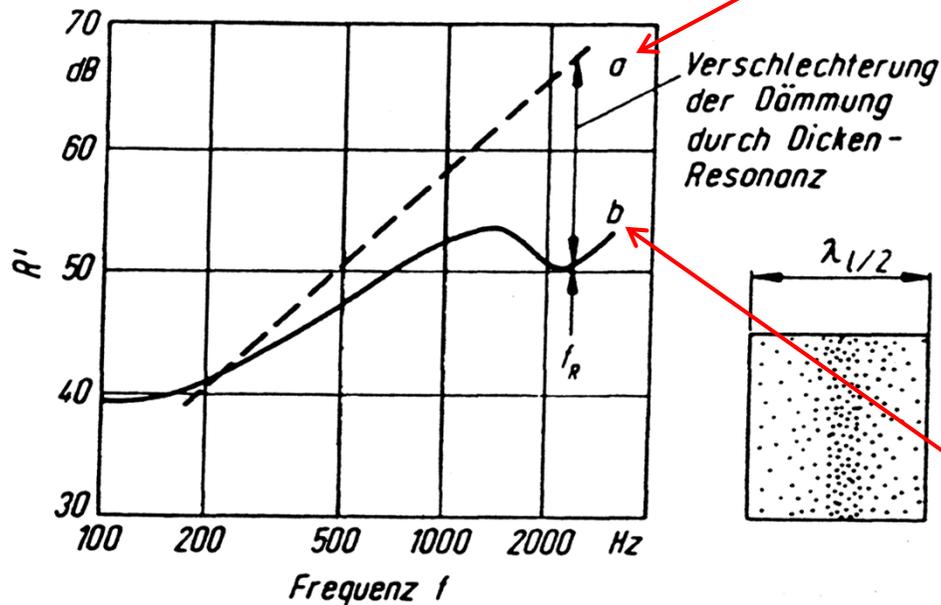
3 Luftschalldämmung in Gebäuden in Massivbauart; Einfluß flankierender Bauteile

3.1 Vorausgesetzte Längsleitungsbedingungen bei den Tabellen 1, 5, 8, 9, 10, 12 und 19

Die Werte der Tabelle 1 gelten nicht, wenn einschalige flankierende Außenwände in Steinen mit einer Rohdichteklasse $\leq 0,8$ und in schallschutztechnischer Hinsicht ungünstiger Lochung verwendet werden.

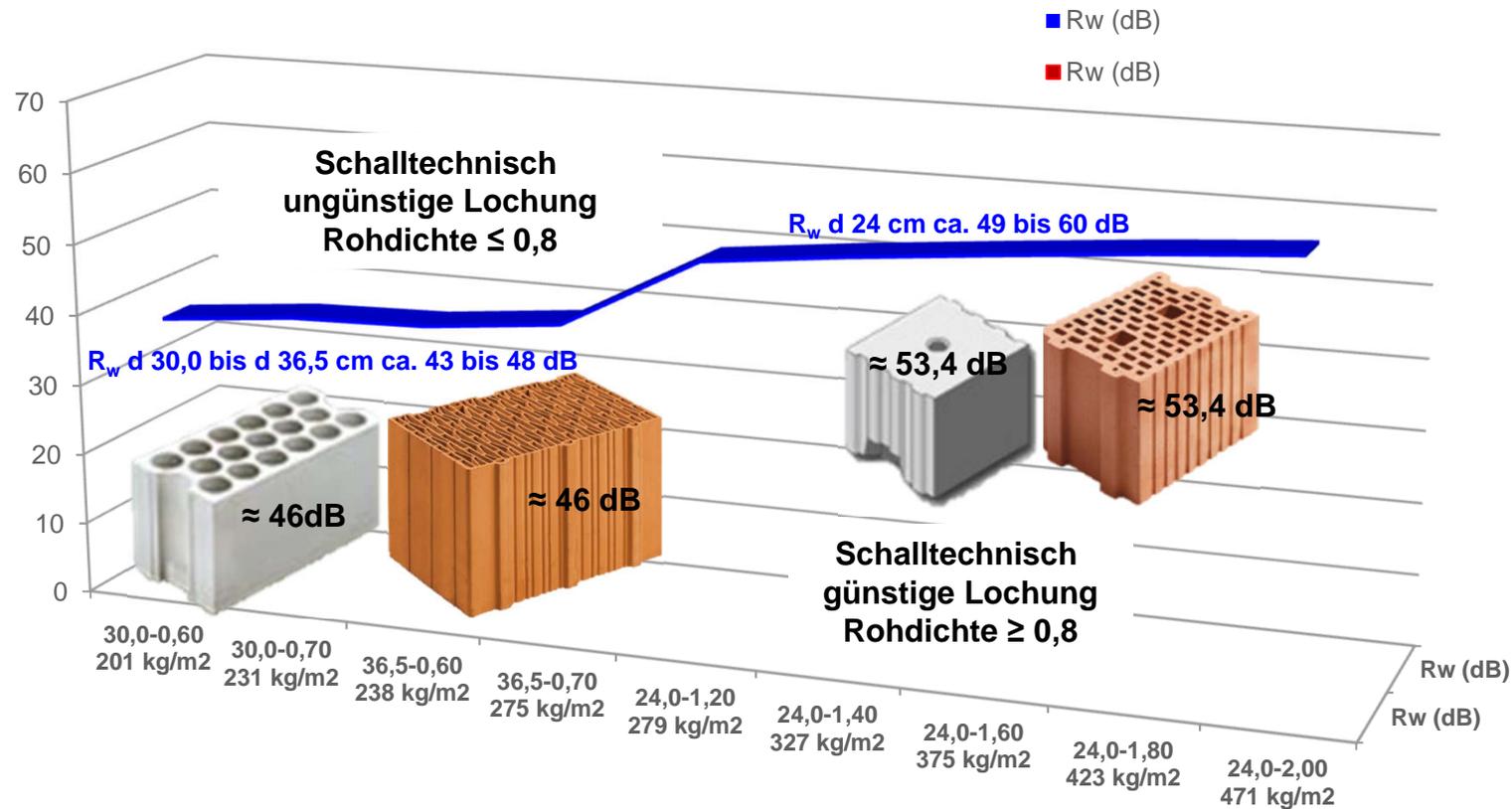


a Schalldämm-Maß R'
dünne Wand hohe Rohdichte
z.B. Ziegel d 24 cm Rohdichteklasse 1,2



b Schalldämm-Maß R'
dicke Wand niedrige Rohdichte
z.B. Ziegel d 36,5 cm Rohdichteklasse 0,65

Trennende oder flankierende Bauteile (R_w in Abhängigkeit von der Rohdichte) (einschließlich Putz)



Bewertetes Schalldämm-Maß R_w

(Die mit Hilfe einer Bezugskurve ermittelte Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung von Bauteilen, das auf Ergebnissen von Messungen basiert.)

Berechnung des Bewerteten Schalldämm-Maß einschaliger, homogener Bauteile

Mauerwerk aus Lochsteinen kann als quasi homogen betrachtet werden, wenn die nachfolgenden Bedingungen eingehalten werden.
Die Schalldämmung kann dann ebenfalls aus der flächenbezogenen Masse ermittelt werden.

- a) Mauerwerk aus Hochlochziegeln mit einer Dicke ≤ 240 mm ungeachtet der
- b) Rohdichte, bei Wanddicken > 240 mm ab einer Rohdichteklasse $\geq 1,0$.

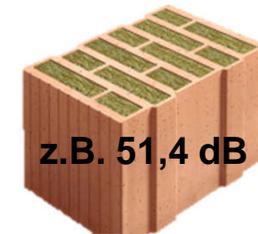
Für homogene und quasihomogene einschalige Bauteile wird das bewertete Schalldämm-Maß R_w wie folgt berechnet:



Berechnung des Bewerteten Schalldämm-Maß R_w einschaliger, homogener Bauteile		
Baustoff	Formel	Rohdichteklassen
Beton, KS, Ziegel	$R_w = 30,9 \log (m_{ges}^{\prime} / m_0^{\prime}) - 22,2$	$065 \text{ kg/m}^2 < m_{ges}^{\prime} < 720 \text{ kg/m}^2$
Porenbeton	$R_w = 32,6 \log (m_{ges}^{\prime} / m_0^{\prime}) - 22,5$	$050 \text{ kg/m}^2 \leq m_{ges}^{\prime} < 150 \text{ kg/m}^2$
	$R_w = 26,1 \log (m_{ges}^{\prime} / m_0^{\prime}) - 08,4$	$150 \text{ kg/m}^2 \leq m_{ges}^{\prime} \leq 300 \text{ kg/m}^2$
Leichtbeton	$R_w = 30,9 \log (m_{ges}^{\prime} / m_0^{\prime}) - 20,2$	$140 \text{ kg/m}^2 < m_{ges}^{\prime} < 040 \text{ kg/m}^2$

R_w kann auch durch Messungen ermittelt werden und kennzeichnet die Luftschalldämmung von **Bauteilen in Prüfständen** mit unterdrückter Flankenübertragung.

(Mit Hilfe einer Bezugskurve ermittelte Kennzeichnung der Luftschalldämmung von **Bauteilen – basierend auf Messergebnissen**).



Zulassung Z-23.22-1787

DIBt
Deutsches Institut für Bautechnik
 ANSTALT DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsnummer: **Z-23.22-1787**

Datum: 10. März 2010
 Geschäftszeichen: II 54-1.23.22-115/09

Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.
 Schaumburg-Lippe-Straße 4, 53113 Bonn

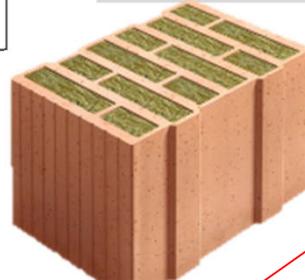
Mauerwerk aus Hohllochziegeln nach DIN V 105-100 oder DIN EN 771-1 in Verbindung mit DIN V 20000-401

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung regelt die Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes hinsichtlich des Schallschutzes.

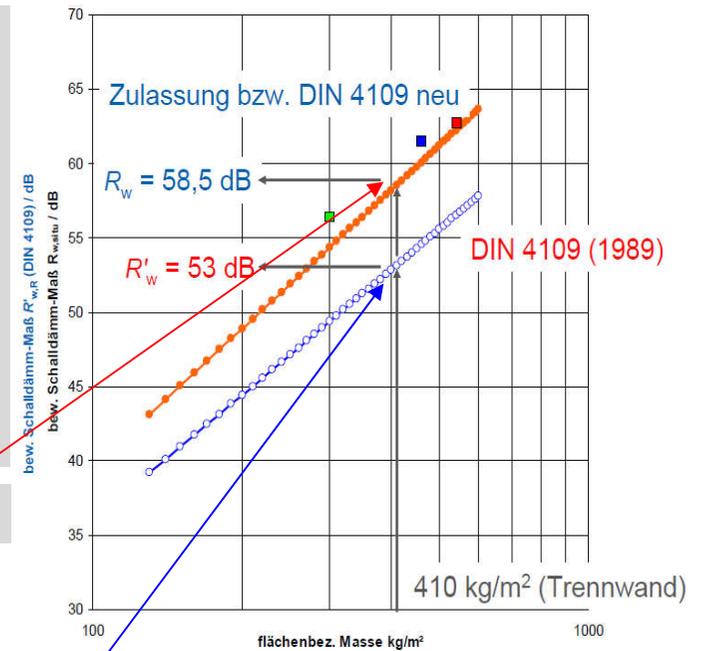
Die Zulassung ist Grundlage für den Nachweis des baulichen Schallschutzes unter Berücksichtigung von hochwärmedämmenden Mauerziegeln.

Basis dafür ist das **Bewertete Schalldämm-Maß R_w**

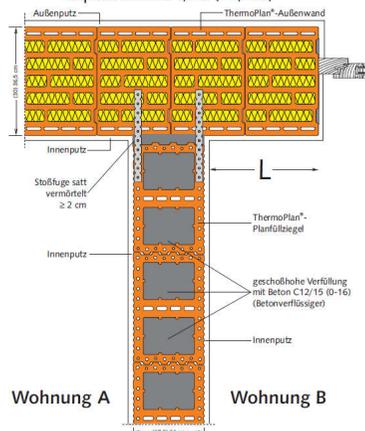
Der rechnerische Nachweis erfolgt dann nach DIN EN 12354 oder nach DIN 4109 (neu)



z.B. $R_w \approx 51,4 \text{ dB}$



Wandanschluß in Stumpfstoßtechnik schalldämmende Trennwand aus Planfüllziegeln PFZ an Außenwand aus ThermoPlan[®] MZ10, empfohlen bei $L \leq 1,0 \text{ m}$ ($< 2,5 \text{ m}^2$)



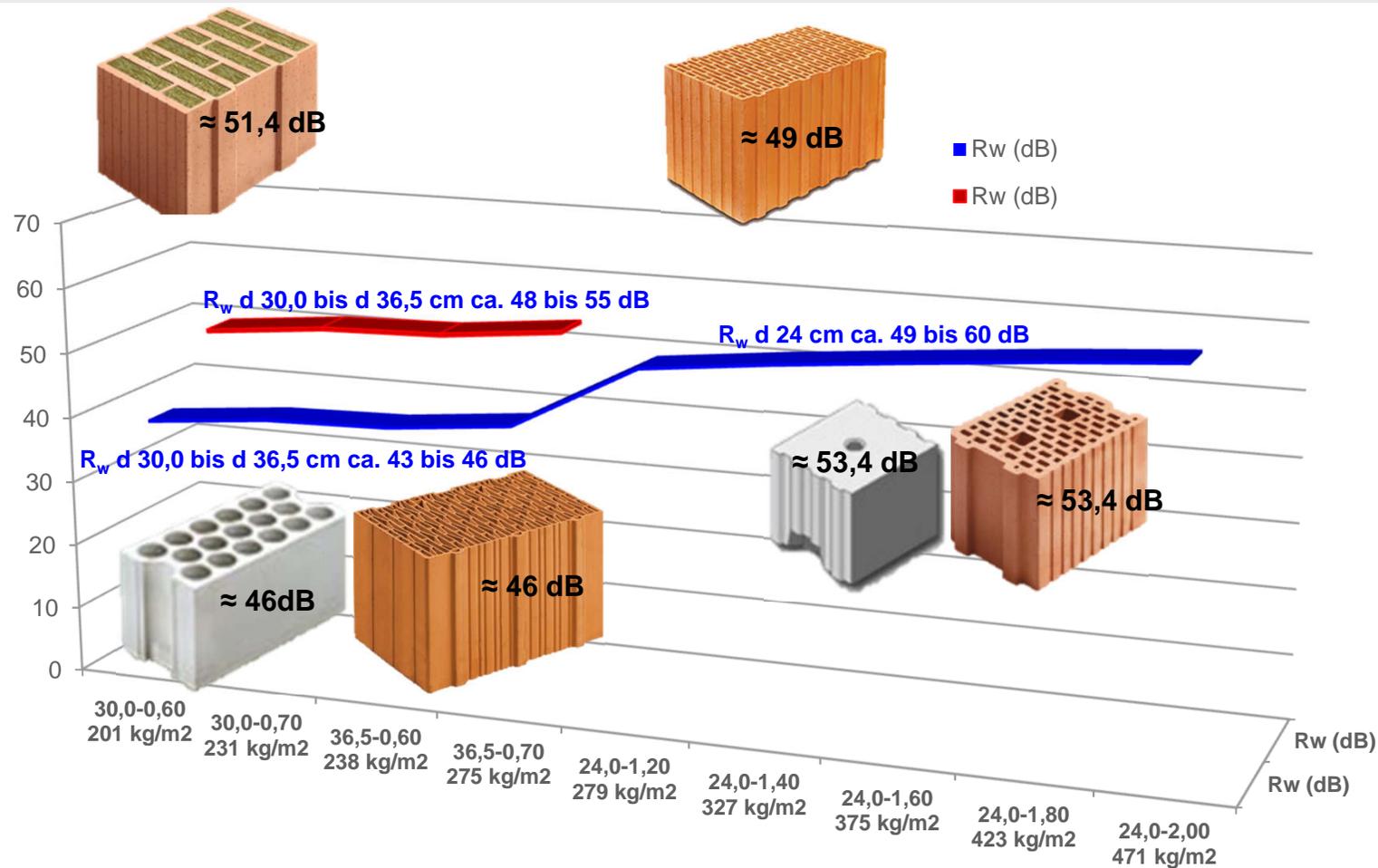
$R_w = 58,5 \text{ dB}$ Zulassung bzw. DIN 4109 neu
Bewertetes Schalldämm-Maß, Rechenwert ohne Nebenwege,

Kennzeichnung der schalldämmenden Eigenschaft des Bauteils unabhängig von der Einbausituation.

R_w bzw. $R_{w,R} = 53 \text{ dB}$ – DIN 4109 (1989)
Bewertetes Schalldämm-Maß, Rechenwert mit bauüblichen Nebenwegen,

Kennzeichnung der schalldämmenden Eigenschaft des Bauteils wie sie in der Regel am Bau vorgefunden wird. (mittleres Flankengewicht von 300 kg/m^2).

R_w in Abhängigkeit von der Rohdichte (einschließlich Putz)

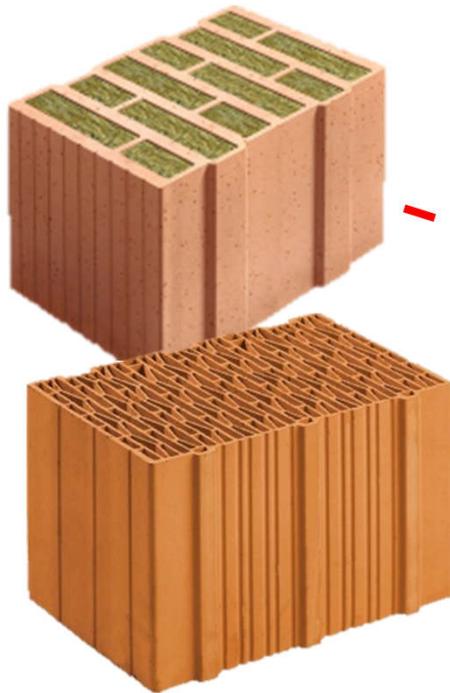


Bewertetes Schalldämm-Maß R_w

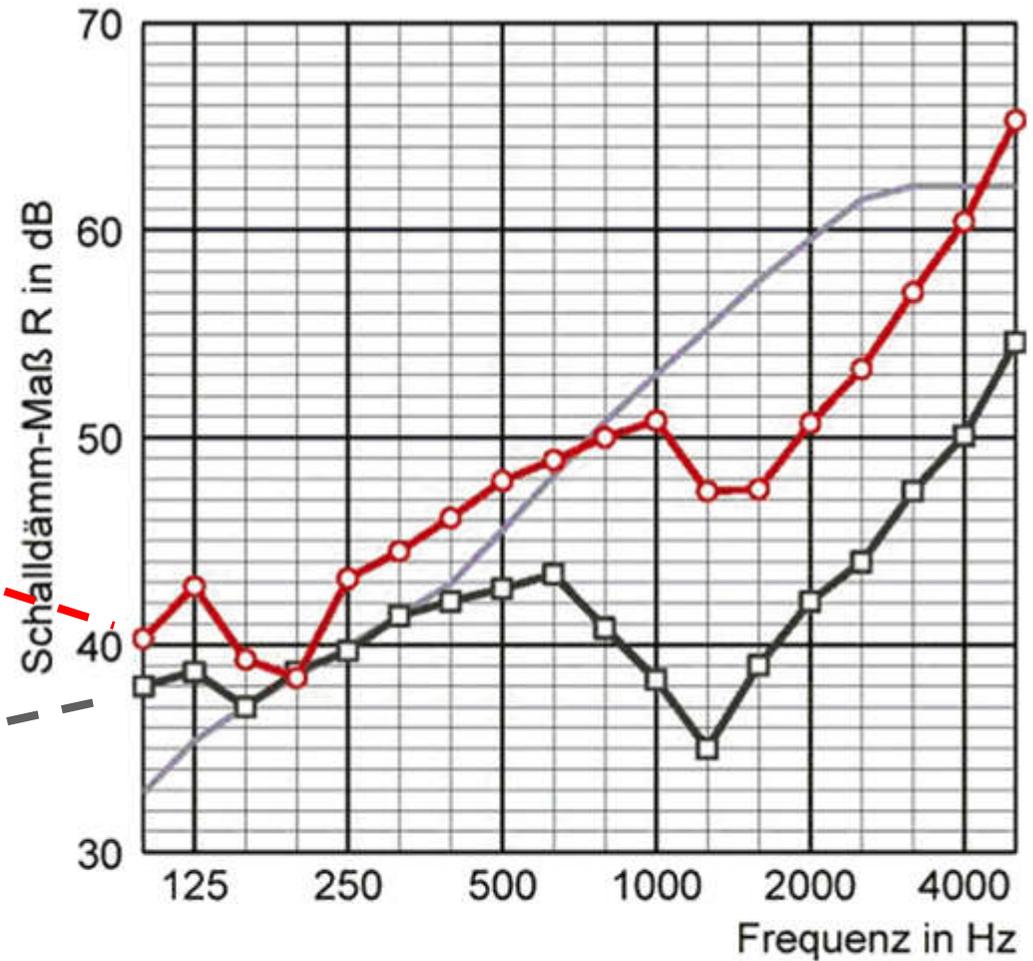
(Die mit Hilfe einer Bezugskurve ermittelte Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung von Bauteilen, das auf Ergebnissen von Messungen basiert.)

Vergleich optimierter und nicht optimierter Mauerziegel

Schalltechnisch optimierter Außenwandziegel $R_w \approx 50 - 53 \text{ dB}$



Schalltechnisch **nicht** optimierter Außenwandziegel $R_w \approx 46 \text{ dB}$

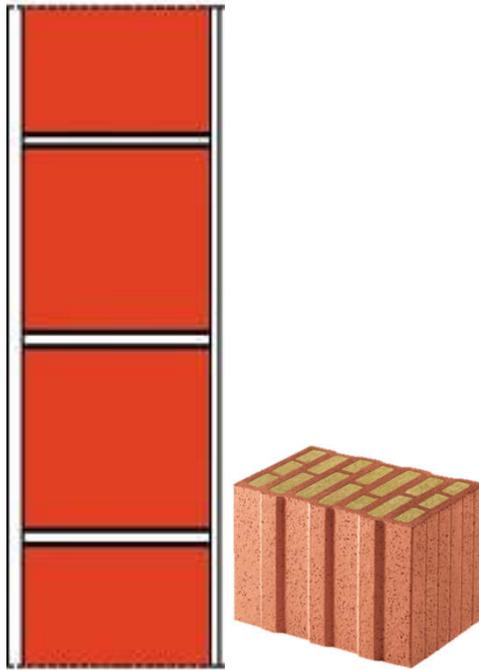


— Massekurve, ca. 270 kg/m², R_w = 50 dB

—□— nicht optimierte Außenwand

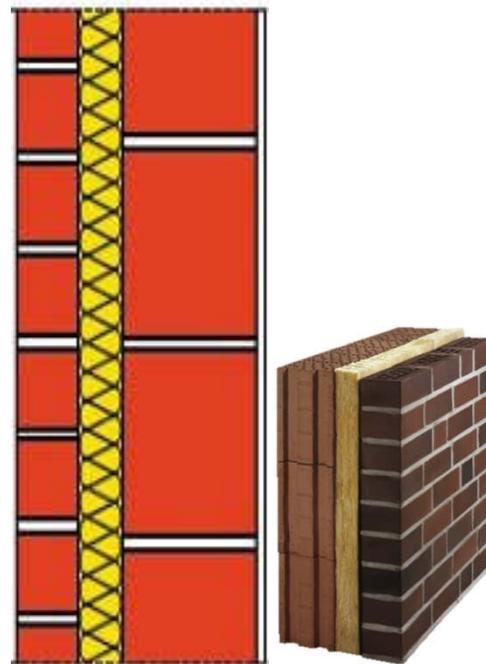
—○— optimierte Außenwand

Flankierende Bauteile (Außenwände)



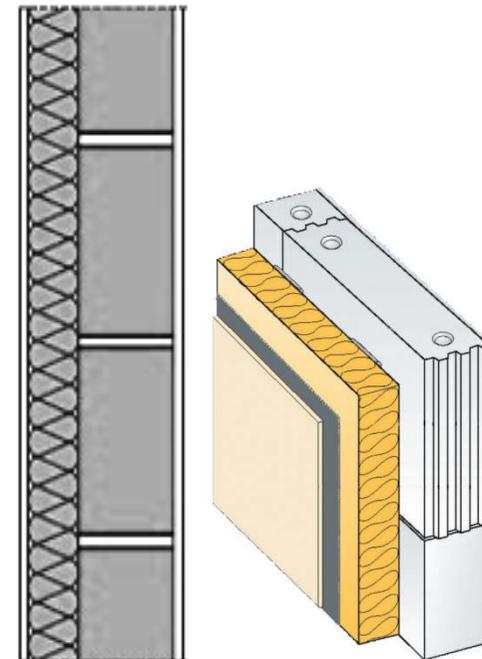
02,0 cm Außenputz
 42,5 cm Ziegel (λ 0,9)
 01,5 cm Innenputz
46,0 cm (248 kg/m²)

U = 0,20 W/m²K
Rw = 52,2, dB



11,5 cm Vormauerziegel
 14,0 cm Dämmung (0,035)
 17,5 cm Mauerwerk (1,2)
 01,5 cm Innenputz
44,5 cm (439 kg/m²)

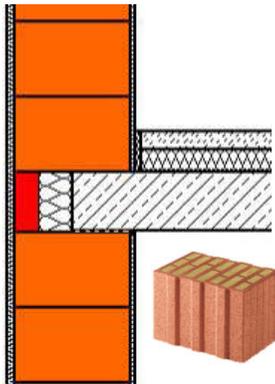
U = 0,20 W/m²K
Rw = 54,1 dB



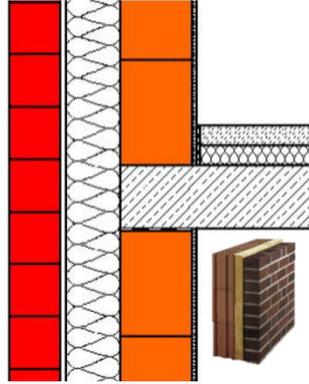
02,0 cm Putz
 16,0 cm Dämmung (0,035)
 24,0 cm Mauerwerk (1,8)
 01,5 cm Innenputz
43,5 cm (363 kg/m²)

U = 0,20 W/m²K
Rw = 57,8 dB

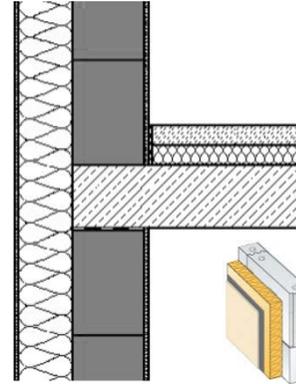
Bauteil mit unterschiedlichem Direktschall Dämmmaß



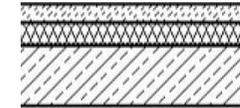
Monolithische
Wand (Ziegel)
t 46,0 cm
Rw = 52,2 dB



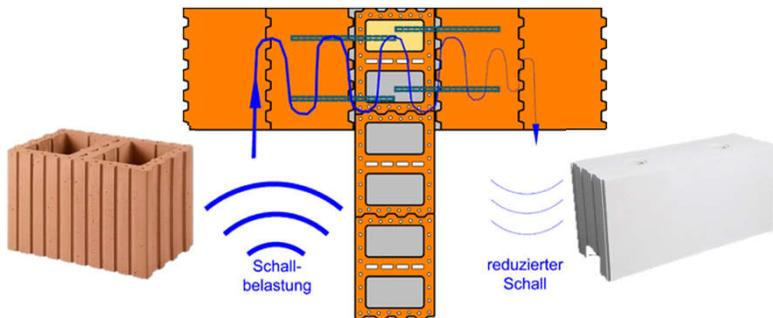
Zweischalige
Wand (Ziegel)
t 44,5 cm
Rw = 54,1 dB



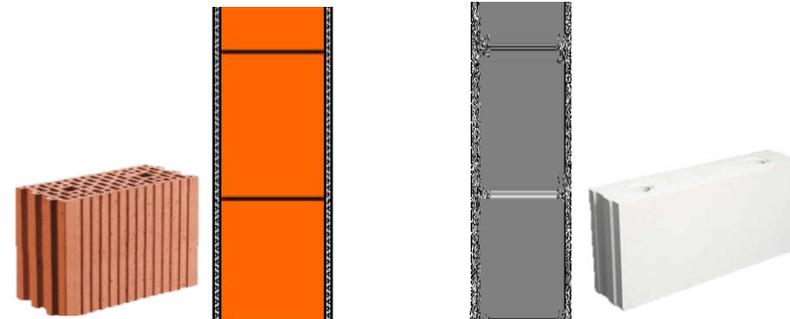
WDVS
Kalksandst.
t 43,5 cm
Rw = 57,8 dB



StB. Decke
d 20 cm.
Rw = 60,7 dB

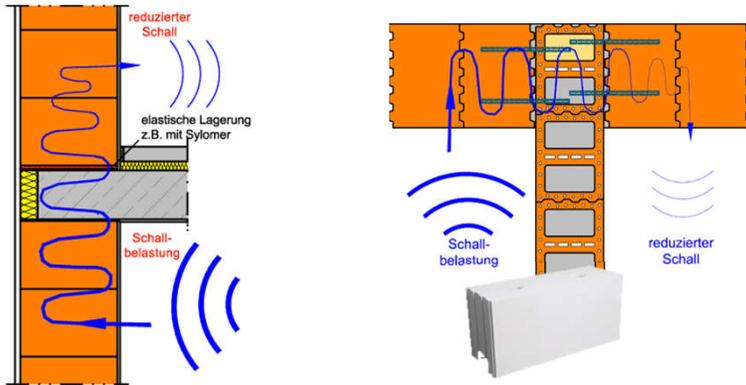


Wohnungstrennwand
Füllziegel t 24 cm Kalksandstein t 24 cm
Rw = 60,8 dB



Innenwand
Ziegel t 24,0 cm Kalksandstein t 17,5 cm
Rw = 53,3 dB

Bauteilkennwerte für die Stoßstellendämmung

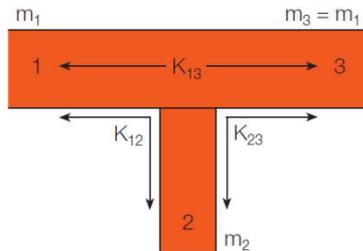


Als Stoßstellen werden Bauteilverbindungen betrachtet, an denen aufgrund von Körperschall-reflexion die Schallübertragung vermindert wird.

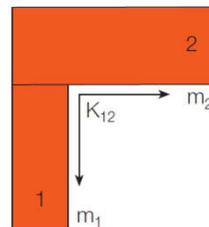
Stoßstelle	T-Stoß	Kreuzstoß (X-Stoß)	Winkelstoß	Hinweise
Beispiel	Trennwand an Außenwand	Innere Trennwand	Versetzte Grundrisse	
1. Schalltechnisch starrer Anschluss				Stumpfstoß ¹⁾ und verzahnter Stoß sind in der Berechnung akustisch gleichwertig.
2. Flankierendes Bauteil durchgehend, Trennbauteil einseitig abgekoppelt				Erhöhte Übertragung über das flankierende Bauteil und Trennbauteil
3. Trennbauteil durchgehend, flankierendes Bauteil einseitig abgekoppelt				Erheblich verringerte Übertragung über das flankierende Bauteil
4. Trennbauteil durchgehend, flankierendes Bauteil beidseitig abgekoppelt				Keine Übertragung über das flankierende Bauteil und erhöhte Übertragung über das Trennbauteil

¹⁾ Bei Baustoffen mit unterschiedlichem Verformungsverhalten ist immer ein akustisch wirksamer Trennriss (= Entkopplung) entsprechend den Beispielen 2 bis 4 anzunehmen.

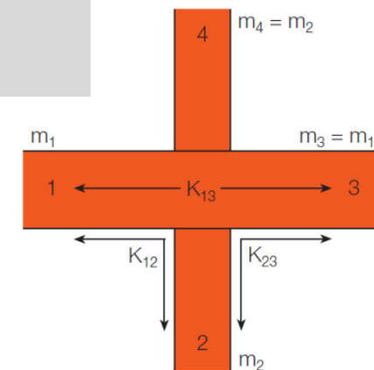
Im Rahmen üblicher Bausituationen werden **T-Stoß**, **Kreuzstoß** oder **L-Stoß** (Eckverbindung) berücksichtigt.



T-Stoß mit den in Frage kommenden Übertragungswegen 1-3.

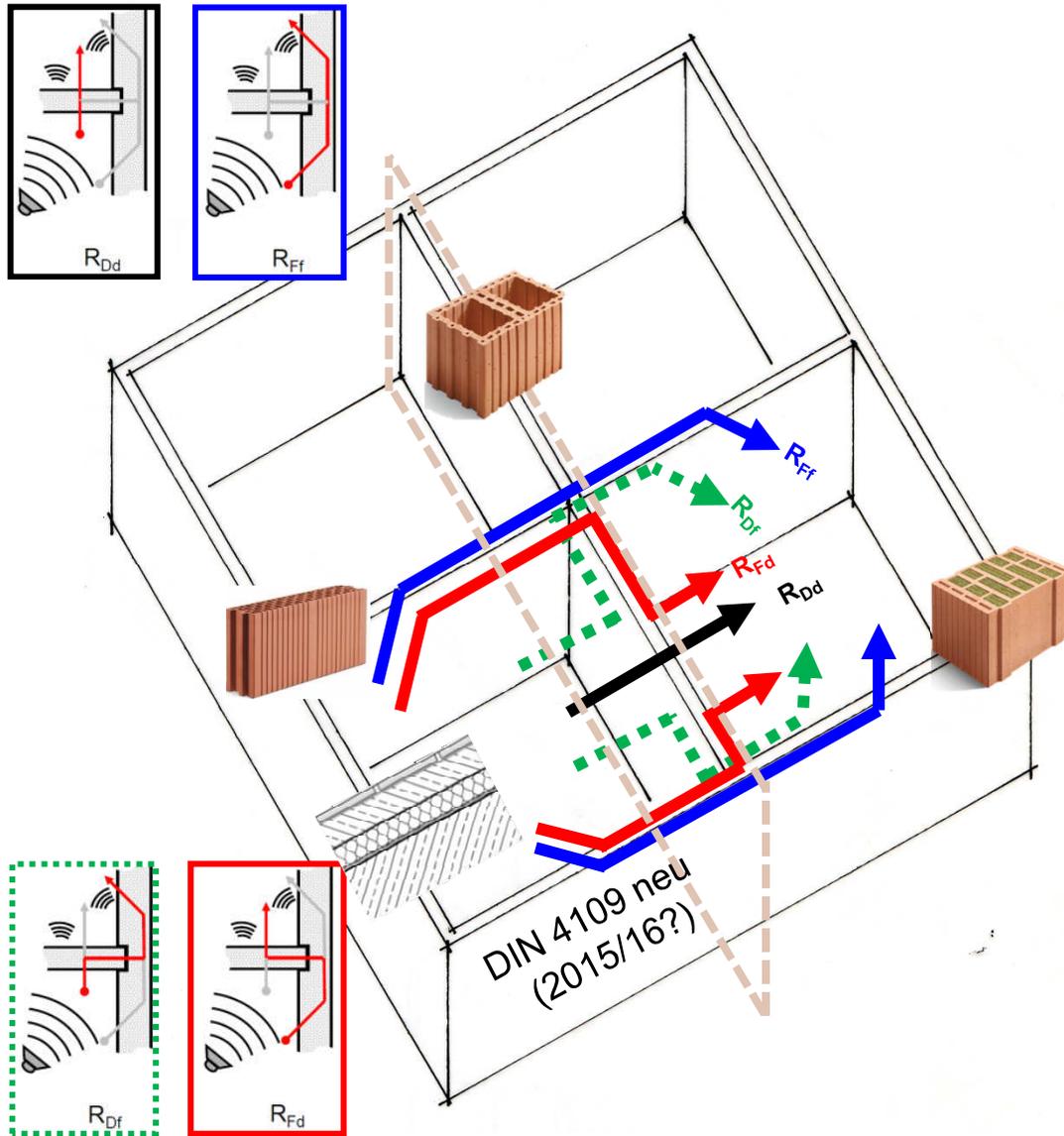


Eckverbindung mit den in Frage kommenden Übertragungswegen 1-2.

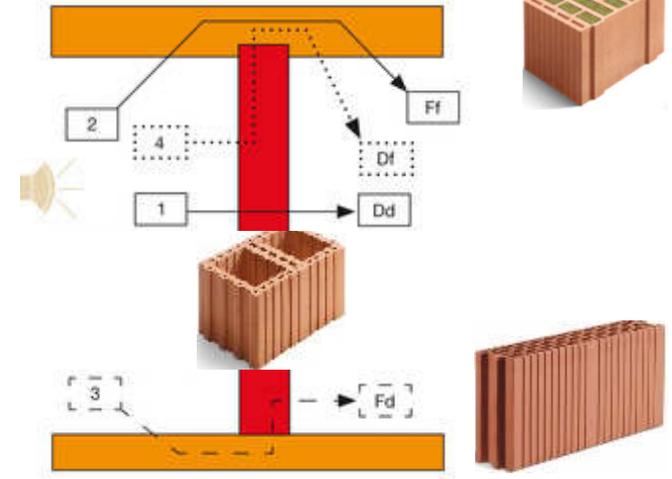


Kreuzstoß mit den in Frage kommenden Übertragungswegen 1-4.

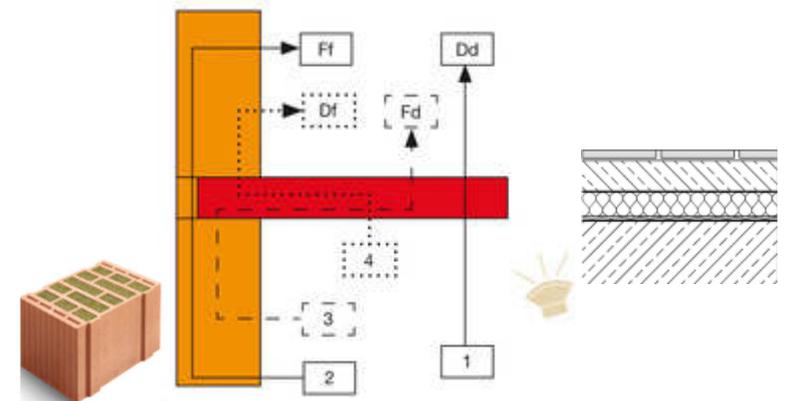
Schallübertragungswege nach DIN EN 12354 / DIN 4109-2 (Prognose)



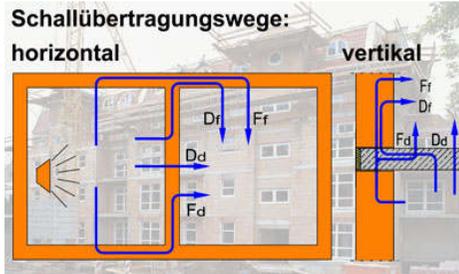
Schallübertragung horizontal



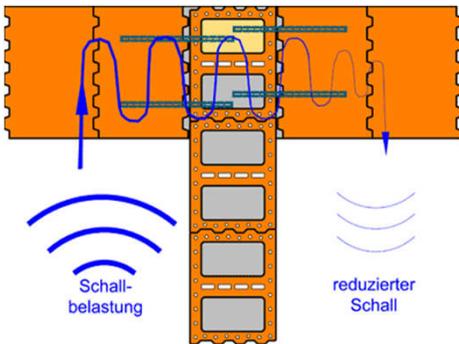
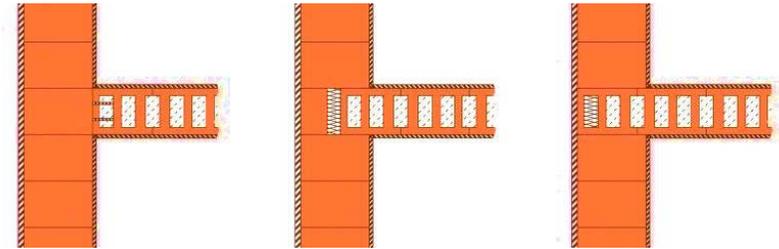
Schallübertragung vertikal



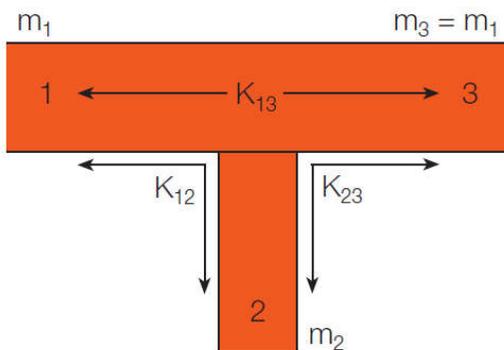
Bauteilkennwerte für die Stoßstellendämmung



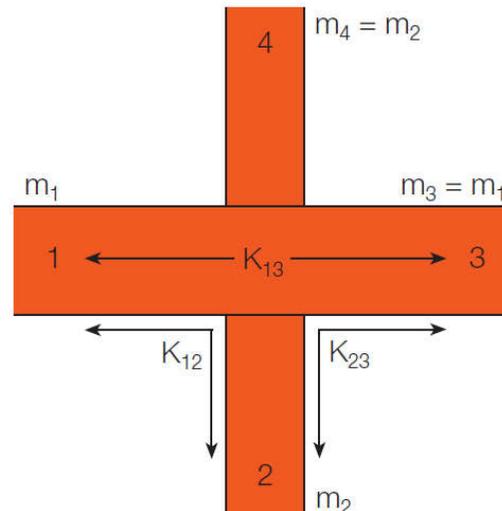
Als Stoßstellen werden Bauteilverbindungen betrachtet, an denen aufgrund von Körperschallreflexion die Schallübertragung vermindert wird.



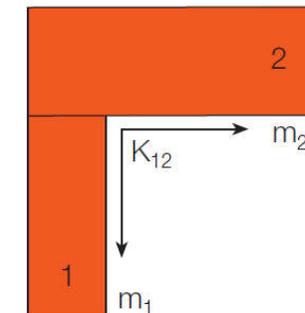
Im Rahmen üblicher Bau-situationen werden T-Stoß, Kreuzstoß oder L-Stoß (Eckverbindung) berücksichtigt.



T-Stoß mit den in Frage kommenden Übertragungswegen 1-3.

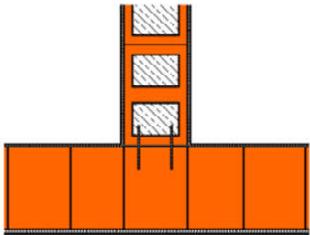


Kreuzstoß mit den in Frage kommenden Übertragungswegen 1- 4.



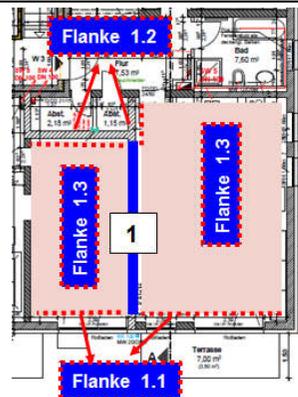
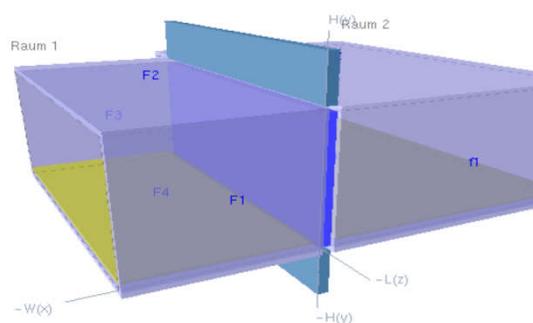
Eckverbindung mit den in Frage kommenden Übertragungswegen 1-2.

Bemessung Wohnungstrennwand d 24 cm nach DIN 4109 aus 1989

DIN 4109 (89)		Wohnungstrennwand d 24 cm mit beidseitigem Putz nach DIN 4109 Beiblatt 1 Tabelle 1		
Pos.	Bauteil	Abmessung	Flächenbezogene Masse	R'_w
[1]	Trennwand	t 24,0 cm / $\rho = 2,0 \text{ kg/dm}^3$	476,0 kg/m ²	54,7 dB
Flanke (DIN 4109 Tab.13)		Abmessung	Gewicht (einschl. Putz)	
1.1	Außenwand	t 17,5 cm / $\rho = 1,2 \text{ kg/dm}^3$	226,5 kg/m ²	
1.2	Innenwand		226,5 kg/m ²	
1.3	Decke oben	t 20,0 cm / $\rho = 2,3 \text{ kg/dm}^3$	460,0 kg/m ²	
1.3	Decke unten	bleibt unberücksichtigt	000,0 kg/m ²	
ϕ Gewicht der flankierenden Bauteile			304,0 kg/m² \geq 300 kg/m²	
Korrekturwert $K_{L,1}$				$\pm 0,0 \text{ dB}$
Bewertetes Schalldämm Maß			erf. 53,0 dB	vorh. 54,7 dB

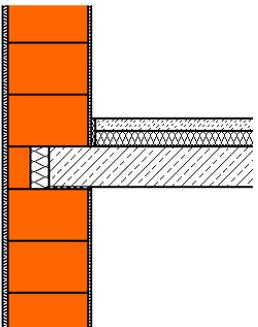
DIN 4109 (2016)

Wohnungstrennwand d 24 cm mit beidseitigem Putz



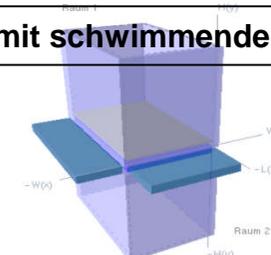
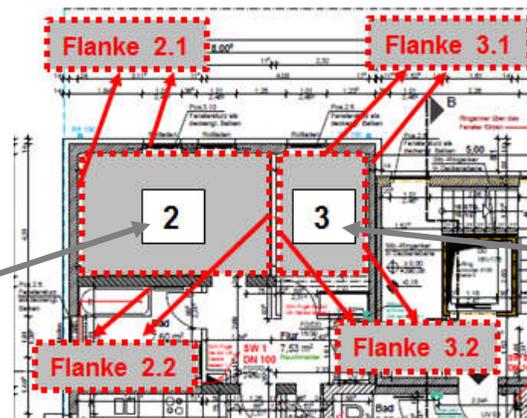
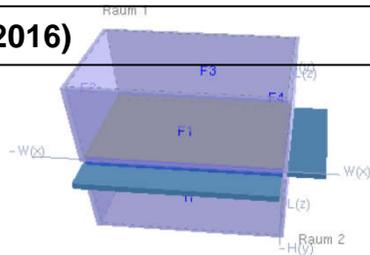
Gesamtergebnisse:	ohne Vorhaltemaß	mit Vorhaltemaß 1)
Bewertetes Bauschalldämm-Maß		
R'_w	= 56.9 [dB]	= 54.9 [dB]
$D_{nT,w}$ (Raum 2 -> Raum 1)	= 56.9 [dB]	= 54.9 [dB]

Bemessung Geschossdecke d 20 cm nach DIN 4109 aus 1989

Geschossdecke d 20 cm mit schwimmendem Estrich nach DIN 4109 Beiblatt 1 Tabelle 12				
Pos.	Bauteil	Abmessung	Flächenbezogene Masse	R'_w
[2]+[3]	Geschossdecke	t 20,0 cm / $\rho = 2,3 \text{ kg/dm}^3$	460,0 kg/m ²	55,5
Flanke (DIN 4109 Tab.13)		Abmessung	Gewicht (einschl. Putz)	
2.1+3.1	Außenwand einschl. Putz	t 17,5 cm / $\rho = 1,2 \text{ kg/dm}^3$	226,5 kg/m ²	
2.1+3.1			226,5 kg/m ²	
2.2+3.2	Innenwand einschl. Putz	t 17,5 cm / $\rho = 1,2 \text{ kg/dm}^3$	226,5 kg/m ²	
2.2+3.2			226,5 kg/m ²	
ϕ Gewicht der flankierenden Bauteile			226,5 kg/m² ≤ 300 kg/m²	
Korrekturwert $K_{L,1}$				- 1,5 dB
Bewertetes Schalldämm Maß			erf. 54,0 dB	vorh. 54,0 dB

DIN 4109 (2016)

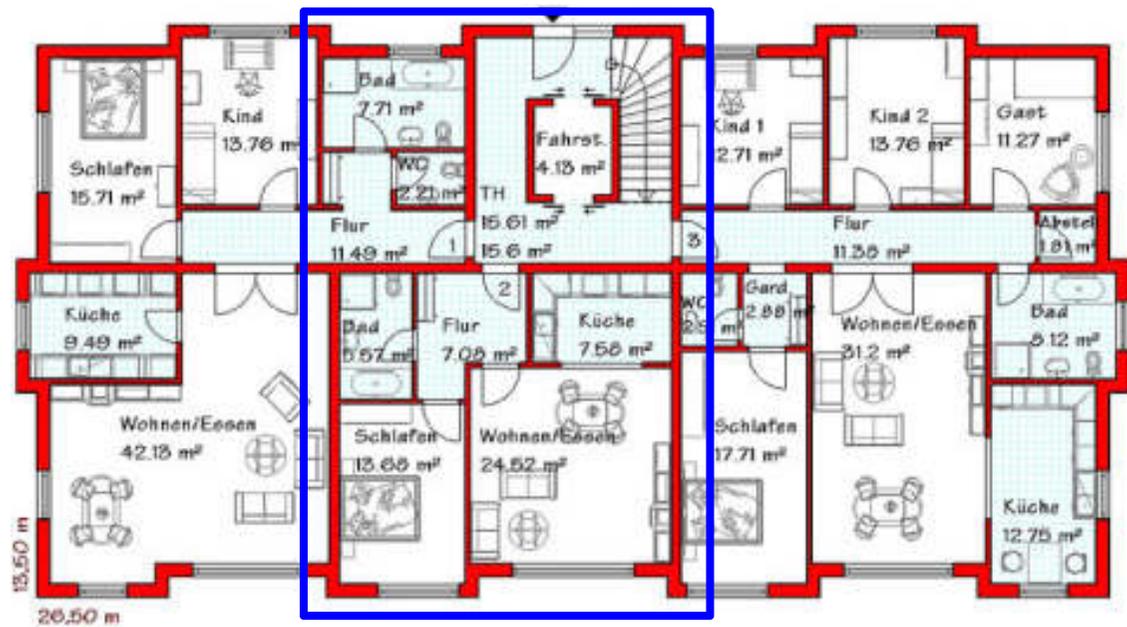
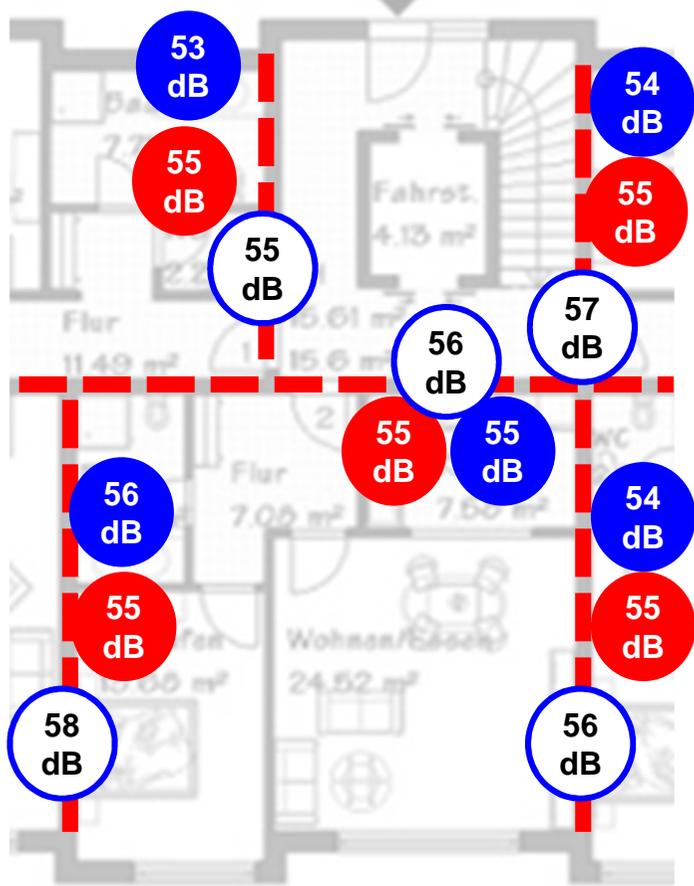
Geschossdecke d 20 cm mit schwimmendem Estrich



Gesamtergebnisse:	ohne Vorhaltemaß	mit Vorhaltemaß 1)
Bewertetes Bauschalldämm-Maß R'_w	= 57.1 [dB]	= 55.1 [dB]
$D_{nT,w}$ (Raum 1 -> Raum 2)	= 56.1 [dB]	= 54.1 [dB]

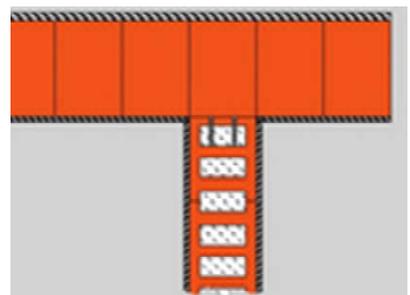
Gesamtergebnisse:	ohne Vorhaltemaß	mit Vorhaltemaß 1)
Bewertetes Bauschalldämm-Maß R'_w	= 55.7 [dB]	= 53.7 [dB]
$D_{nT,w}$ (Raum 1 -> Raum 2)	= 54.7 [dB]	= 52.7 [dB]

Beispiel - Luftschall

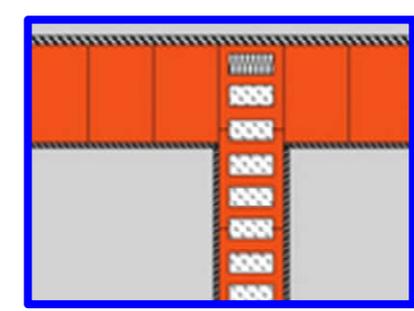


DIN 4109 (1989)
Wohnungstrennwand t 24 cm
Rohdichteklasse 2,0

DIN 4109 (2016)
Wohnungstrennwand t 24 cm
Rohdichteklasse 2,0



R'_w von 53 bis 56 dB



R'_w von 55 bis 58 dB

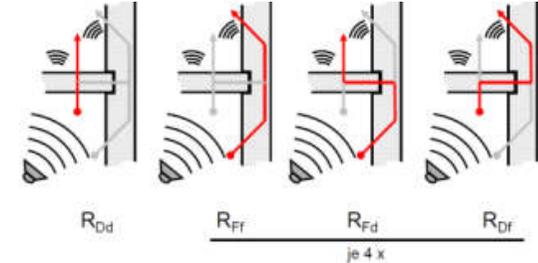
Bilanzformel für das bewertete Schalldämm Maß

Das bewertete Schalldämm Maß R'_w

Bilanzformel:

„Energetische Summe“ der Leistungsanteile aller 13 Übertragungswege

$$R'_w = - 10 \log (10 - R_{Dd,w} / 10 + \Sigma 10 - R_{i,j,w} / 10)$$



$R_{Dd,w}$ = Bewertetes Direktschalldämm-Maß des trennenden Bauteils (dB)

$R_{i,j,w}$ = Flankendämm-Maß der flankierenden Bauteile

$$R'_w = - 10 \log (10 - R_{Dd,w} / 10 + \Sigma 10 - R_{i,j,w} / 10)$$

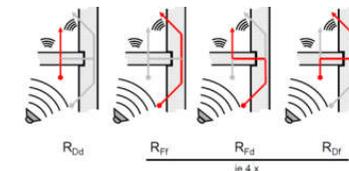
$$= R_w + \Delta_{RD} + \Delta_{RD}$$

Prüfstandswert
Ziegel



$$= (R_{i,w} + R_{j,w}) / 2 + \Delta R_{i,j,w} + K_{i,j,w} + 10 \lg S_s / I_f$$

Stoßstellendämm
Maß



Aus dem „Bau-Schalldämm-Maß R'_w “ wird die „bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ “

Die **bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$** ist die Einzahlangabe zur Kennzeichnung des Luftschallschutzes zwischen Räumen in Gebäuden bezogen auf eine Nachhallzeit T_0 von 0,5 s (in z.B. Wohngebäuden).

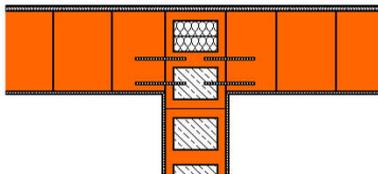
Sie lässt sich aus dem bewerteten Bauschalldämm-Maß R'_w und der Raumgeometrie des Empfangsraumes wie folgt berechnen:

$$D_{nT,w} = R'_w - 10 \lg(3,1 S/V_E) \text{ [dB]}$$

mit:

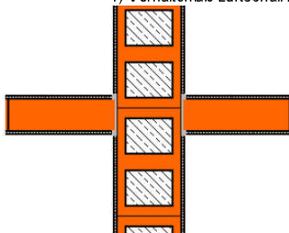
S = Fläche des Trennbauteils in m^2

V_E = Raumvolumen des Empfangsraumes in m^3



Gesamtergebnisse:	ohne Vorhaltemaß	mit Vorhaltemaß 1)
Bewertetes Bauschalldämm-Maß R'_w	= 58.9 [dB]	= 56.9 [dB]
$D_{nT,w}$ (Raum 1 -> Raum 2)	= 61.7 [dB]	= 59.7 [dB]

1) Vorhaltemaß Luftschall 2.0 [dB]



ICS 91.120.20	VDI-RICHTLINIEN	Oktober 2012
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE	Schallschutz im Hochbau Wohnungen Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz Sound insulation between rooms in buildings Dwellings Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms	VDI 4100 Ausg. deutsch/englisch Issue German/English

Tabelle 2: Empfohlene Schallschutzwerte der Schallschutzstufen (SSSt) in Mehrfamilienhäusern

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zelle	Schallschutzkriterium			Kennzeichnende akustische Größe in dB	SSSt I	SSSt II	SSSt III
1 a	Luftschallschutz	Mehrfamilienhaus		$D_{nT,w}$	≥ 56	≥ 59	≥ 64
1 b	Luftschallschutz	Mehrfamilienhaus	Treppenraumwand mit Tür	$D_{nT,w}^{a)}$	≥ 45	≥ 50	≥ 55
2	Trittschallschutz	Mehrfamilienhaus	vertikal, horizontal oder diagonal	$L'_{nT,w}^{b)}$	≤ 51	≤ 44	≤ 37
3	Gebäudetechnische Anlagen (einschließlich Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen gemeinsam)	Mehrfamilienhaus		$\overline{L}_{AFmax,nT}^{c)}$	≤ 30	≤ 27	≤ 24
4	Luftschallschutz gegen Außenlärm in schutzbedürftigen Räumen	Mehrfamilienhaus		$res.R'_w^{d)}$ $(res.D_{nT,w})^{e)}$	$d)$	$d)$	$d) + 5 \text{ dB}$

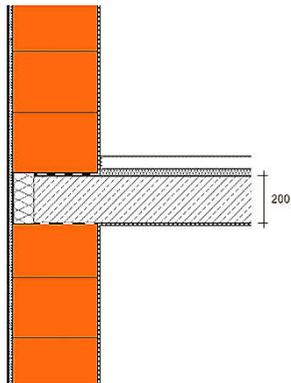
Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maßen K_{Ff} von Deckenauflagervarianten. (Schnitt)

Massivbaus setzt vorausgesetzt, dass trennende Bauteil mit flankierenden Bauteilen fest verbunden ist.

Qualität der Bauteilanschlüsse wirkt sich über Erhöhung der Biegesteifigkeit direkt auf das Schalldämm-Maß der trennenden Bauteile aus.

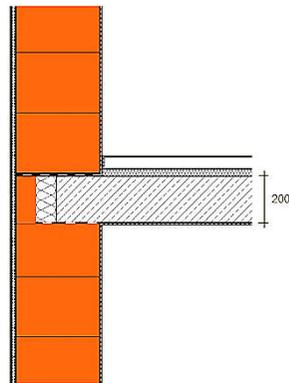
Erhöhte Steifigkeit eines Anschlusses (Stoßstelle) reduziert die Schall-Längsleitung über die flankierenden Bauteile (Stoßstellendämm-Maß ist um so höher, je größer der Masseunterschied der beteiligten Bauteile ist).

Hohe Stoßstellendämmung wird auch durch Entkopplung aneinander grenzenden Bauteile erreicht, (Körperschallweiterleitung wird reduziert oder unterbunden - das resultierende Schalldämm-Maß fällt entsprechend hoch aus.



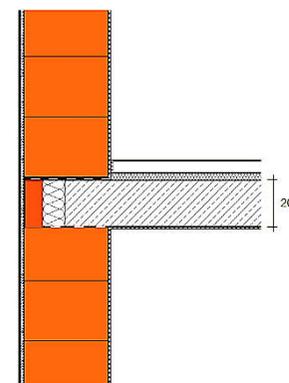
Deckenaufleger mit
Stirndämmung

K_{Ff} zwischen 14-17 dB



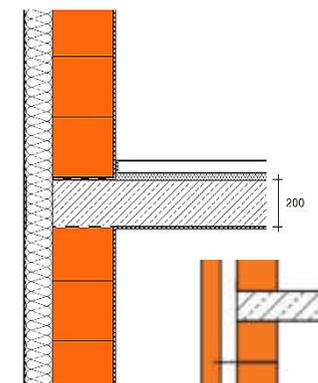
Deckenaufleger mit
Abmauerstein
 ≥ 100 mm

K_{Ff} zwischen 8-11 dB



Deckenaufleger mit
Abmauerelement
 ≤ 75 mm

K_{Ff} zwischen 12-15 dB

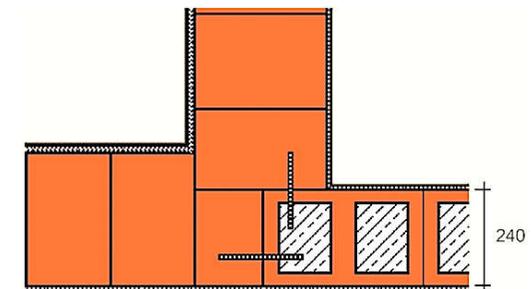
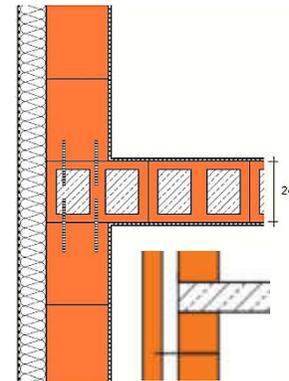
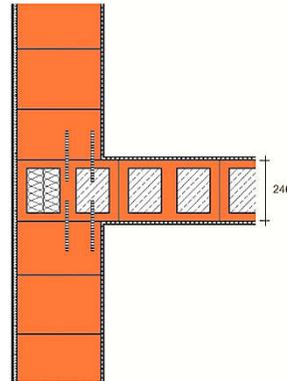
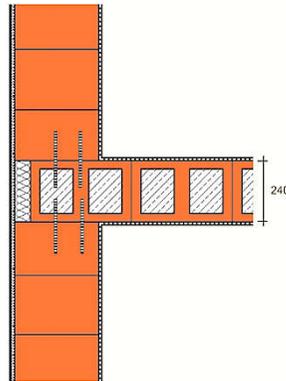
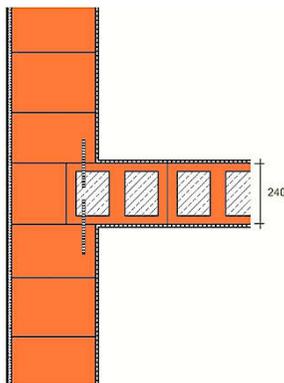
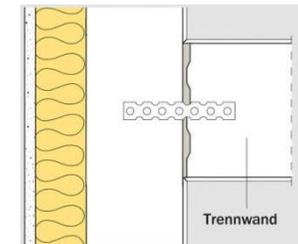
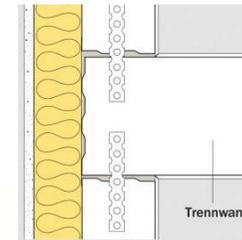
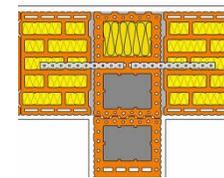


Deckenaufleger mit
Vollauflage und Zu-
satzdämmung (WDVS)

K_{Ff} zwischen 9-11 dB

Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maßen K_{Ff} von Wandstößen (Grundriss)

Der als Stumpfstoß ausgeführte Trennwandanschluss zeigt grundsätzlich das geringste Stoßstellendämm-Maß.
 Trennwandeinbindungen oder gar – Durchbindungen bewirken sehr hohe Stoßstellendämm- Maße auf dem **Flankenweg F_f** in horizontaler Richtung.
 Die Einbindetiefe einer Wohnungstrennwand sollte so erfolgen, dass nicht mehr als 24 cm Restquerschnitt der durchlaufenden Außenwand verbleibt. (bei üblichen Außenwanddicken = Einbindetiefe ca. 12,5 cm).



Einbindung einer Füllziegelwand
 Einbindetiefe ca. 12,5 cm

K_{Ff} 8-11 dB

Durchbindung einer Füllziegelwand mit Stirndämmung

K_{Ff} 8-11 dB

Vollständige Durchbindung einer in der 1. Kammer gedämmten Füllziegelwand

K_{Ff} 9-11 dB

Vollständige Durchbindung – Außenwand mit Zusatzdämmung

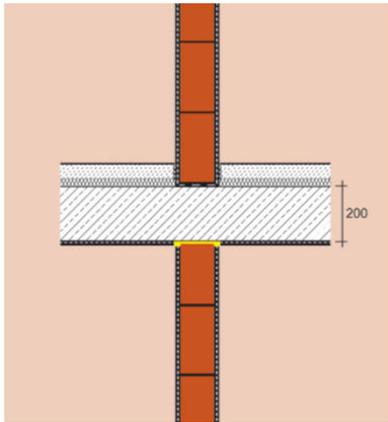
K_{Ff} 9-11 dB

Winkelstoß einer abknickenden Außenwand mit Einbindung der Wohnungstrennwand

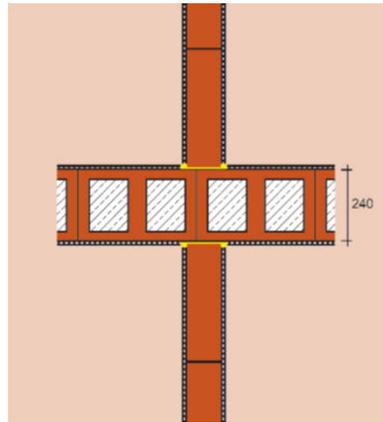
K_{Ff} 6-10 dB

Anhaltswerte von Stoßstellendämm-Maßen K13 von leichten Innenwänden an Trennbauteilen.

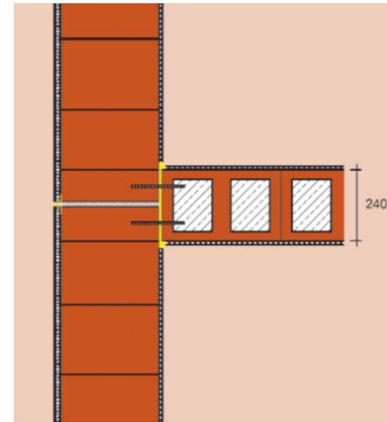
Leichte massive Flankenbauteile lassen sich durch die Biegeschwingungen der in der Regel schweren Trennbauteile leicht zum Schwingen anregen und strahlen dann im Empfangsraum sehr viel Schallenergie ab. Um dies zu verhindern oder zumindest zu reduzieren bietet es sich an, bei leichten massiven Trennwänden eine akustische Entkopplung vorzusehen.



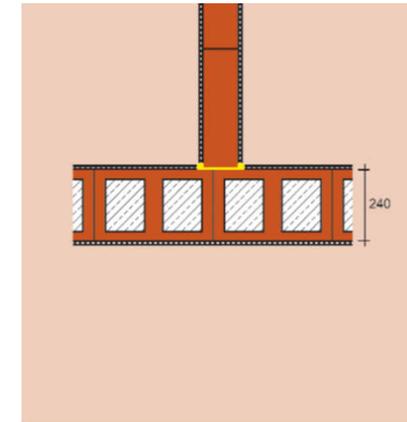
Am Wandkopf zur Geschoss-
Decke mit ZIS entkoppelte
leichte Trennwand
K13 im Mittel 25 dB



Beiderseits einer Füllziegel-
wand mit ZIS entkoppelte
leichte Trennwand
K13 im Mittel 25 dB

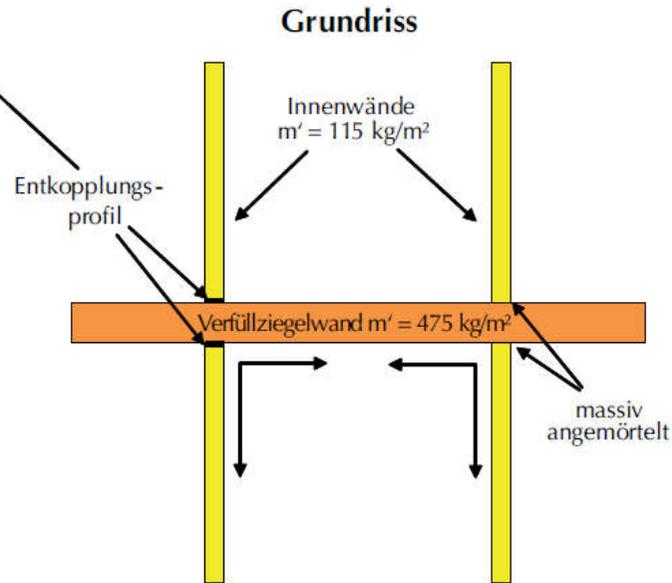
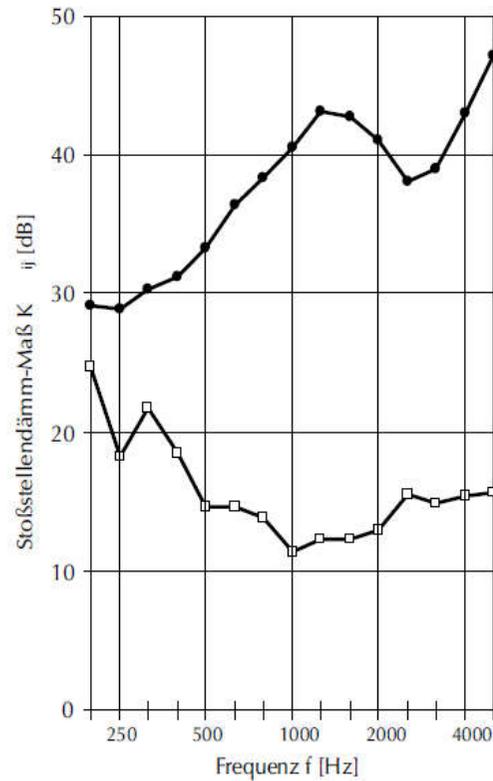


Vollständig getrennte Außen-
wand im Bereich des T-Stoßes
mit einer Füllziegelwand leichte
K13 im Mittel 20 dB



Einseitig an einer Füllziegel-
wand mit ZIS entkoppelte
Trennwand (versetzte Räume)
K13 im Mittel 20 dB
(über Eck)

ZIS – Ziegel-Innenwand-System



- flexibler Anschluss einer leichten TW mit ZIS Entkopplung
- massiver Anschluss einer leichten TW ohne Entkopplung



Verbesserung des Bauteilanschlusses (Stoßstellendämmung) durch akustische Entkopplung im Vergleich zu einer massiv angemörtelten leichten nicht-tragenden Innenwand (Stumpfstoß).

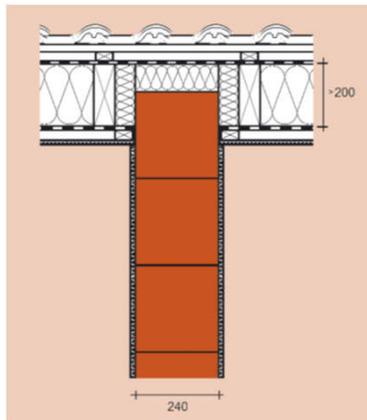


Anhaltswerte der Norm-Flankenpegeldifferenz $D_{n,f,w}$ von leichten Dächern an Trennwänden.

Im Anschlussbereich von leichten Dächern und Wohnungstrennwänden kann die Flankenübertragung zu höchst unterschiedlichen Zahlenwerten führen.

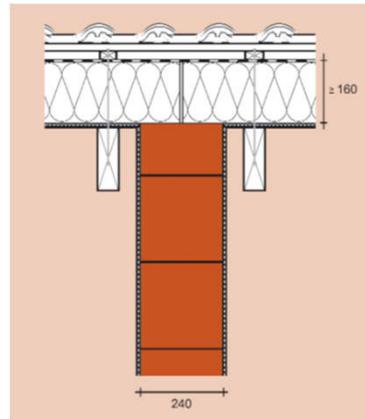
Da es sich bei den Dachkonstruktionen in der Regel um Leichtbauteile handelt, kann die Flankenübertragung nicht mithilfe von Stoßstellendämm-Maßen berechnet werden.

Für diesen Fall werden **Norm-Flankenpegeldifferenzen** angegeben, die sich auf eine gemeinsame Anschlusslänge zum Trennteil beziehen.



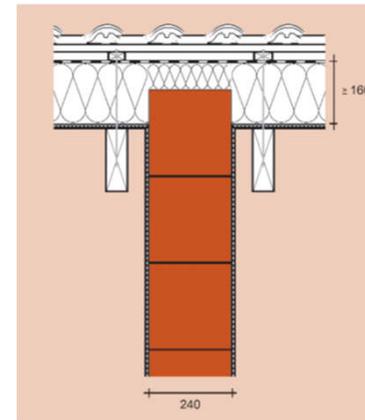
Dachkonstruktion mit Vollsparrendämmung und Wandeinbindung in Dämmebene

$D_{n,f,w} = 79 \text{ dB}$



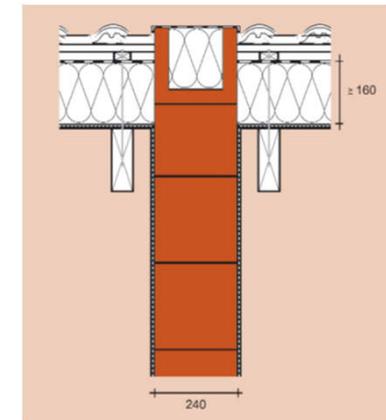
Dachkonstruktion mit Mineralwolle Aufsparrendämmung.
Dachsparrendämmung und Wärmedämmung getrennt

$D_{n,f,w} = 69 \text{ dB}$



Dachkonstruktion mit Mineralwolle Aufsparrendämmung.
Wandeinbindung und Hohlraumbedämpfung.
Dachkonstruktion und Wärmedämmung getrennt

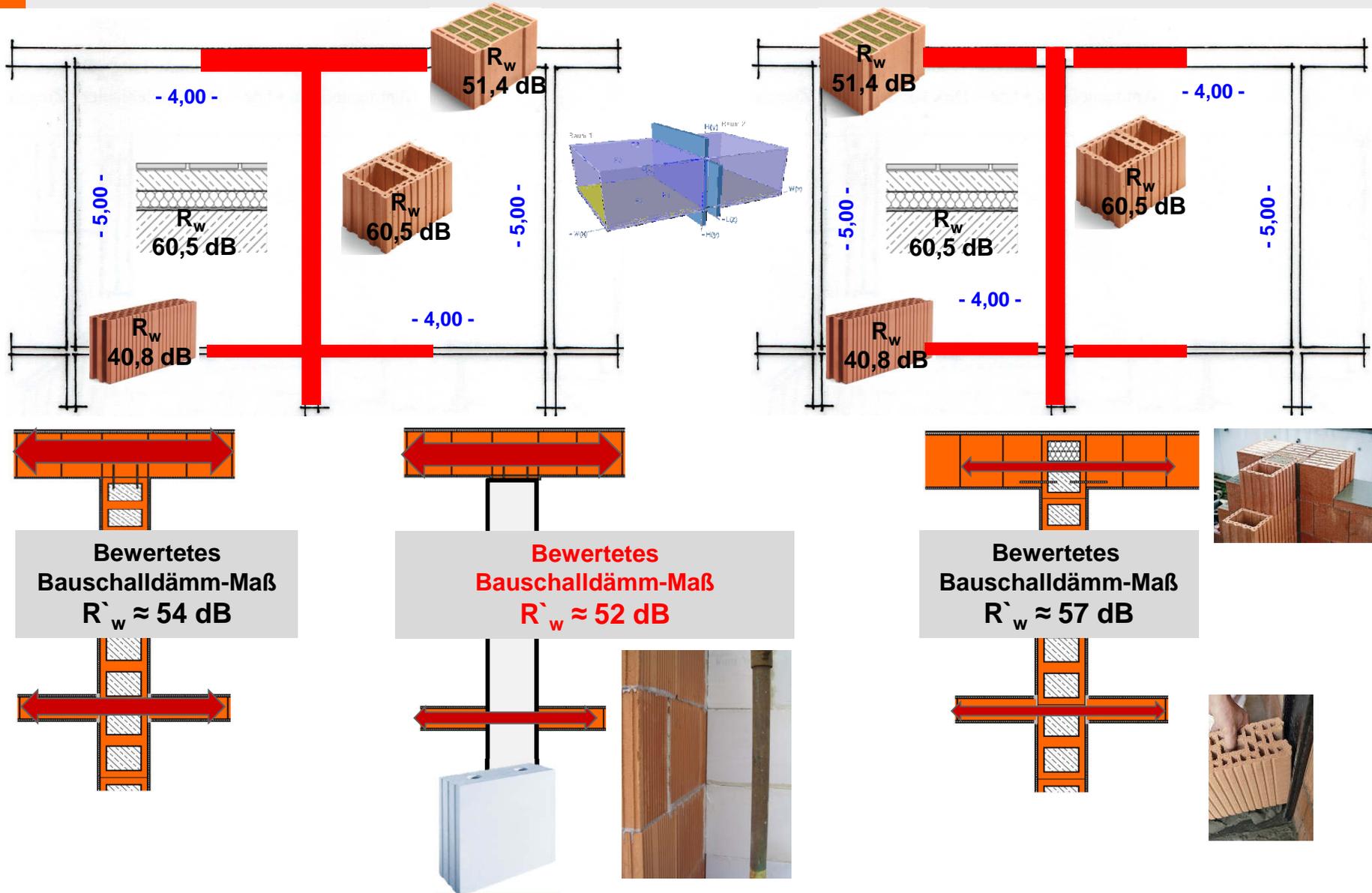
$D_{n,f,w} = > 70 \text{ dB}$



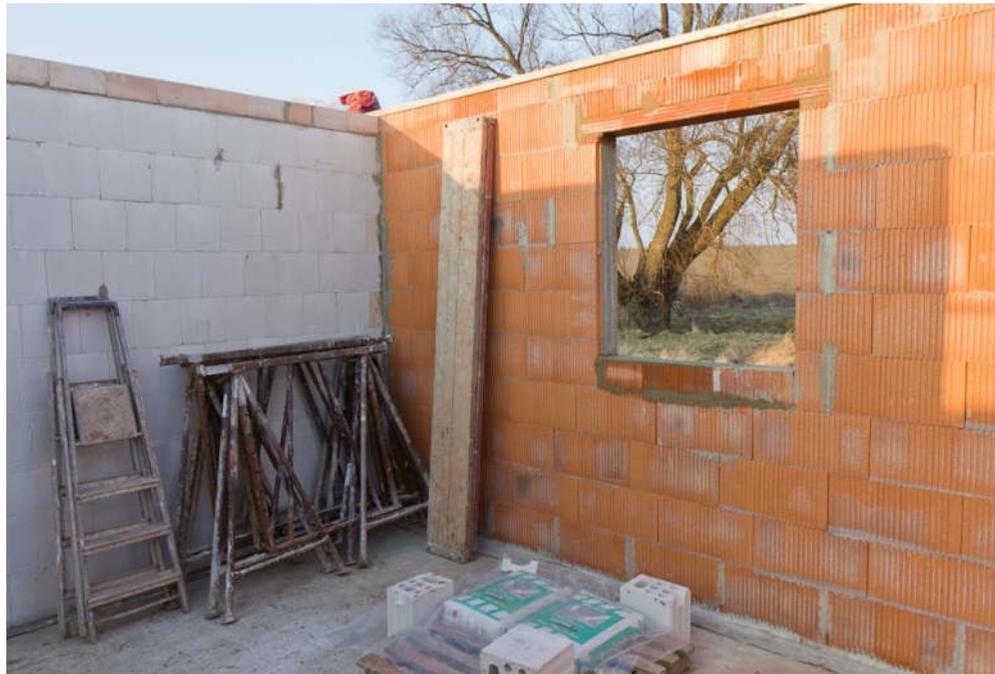
Dachkonstruktion mit Mineralwolle Aufsparrendämmung.
Wanddurchbindung mit Schott.
Dachkonstruktion, Wärmedämmung und Dacheindeckung getrennt

$D_{n,f,w} = > 75 \text{ dB}$

Beispiel – horizontal (Grundriss)



Unterschiedliche Baustoffe – unterschiedliches Formverhalten



Unterschiedliche Baustoffe – unterschiedliches Formverhalten

Mauersteinart	Endwert der Feuchte- dehnung (Schwinden, chemisches Quellen)	Endkriechzahl	Wärme- dehnungs- koeffizient	Elastizitäts- modul
	$\varepsilon_{re} \text{)}$	$\varphi_{\infty} \text{)}$	α_{ct}	$E \text{)}$
	Rechenwert	Rechenwert	Rechenwert	Rechenwert
	mm/m		$10^{-6}/K$	MN/m^2
Mauerziegel	0	1,0	6	$3500 \cdot \sigma_c$
Kalksandsteine *)	-0,2	1,5	8	$3000 \cdot \sigma_c$
Leichtbetonsteine	-0,4	2,0	10 (8 ^f)	$5000 \cdot \sigma_c$
Betonsteine	-0,2	1,0	10	$7500 \cdot \sigma_c$
Porenbetonsteine	-0,2	1,5	8	$2500 \cdot \sigma_c$



Unterschiedliche Baustoffe – unterschiedliches Formverhalten



Unterschiedliche Baustoffe – unterschiedliches Formverhalten

Möglichkeiten zur Mangelbeseitigung



Wohnungstrennwand
Ist-Zustand:

$R'_w = 53,8 \text{ dB}$
(Anforderung 55 dB)

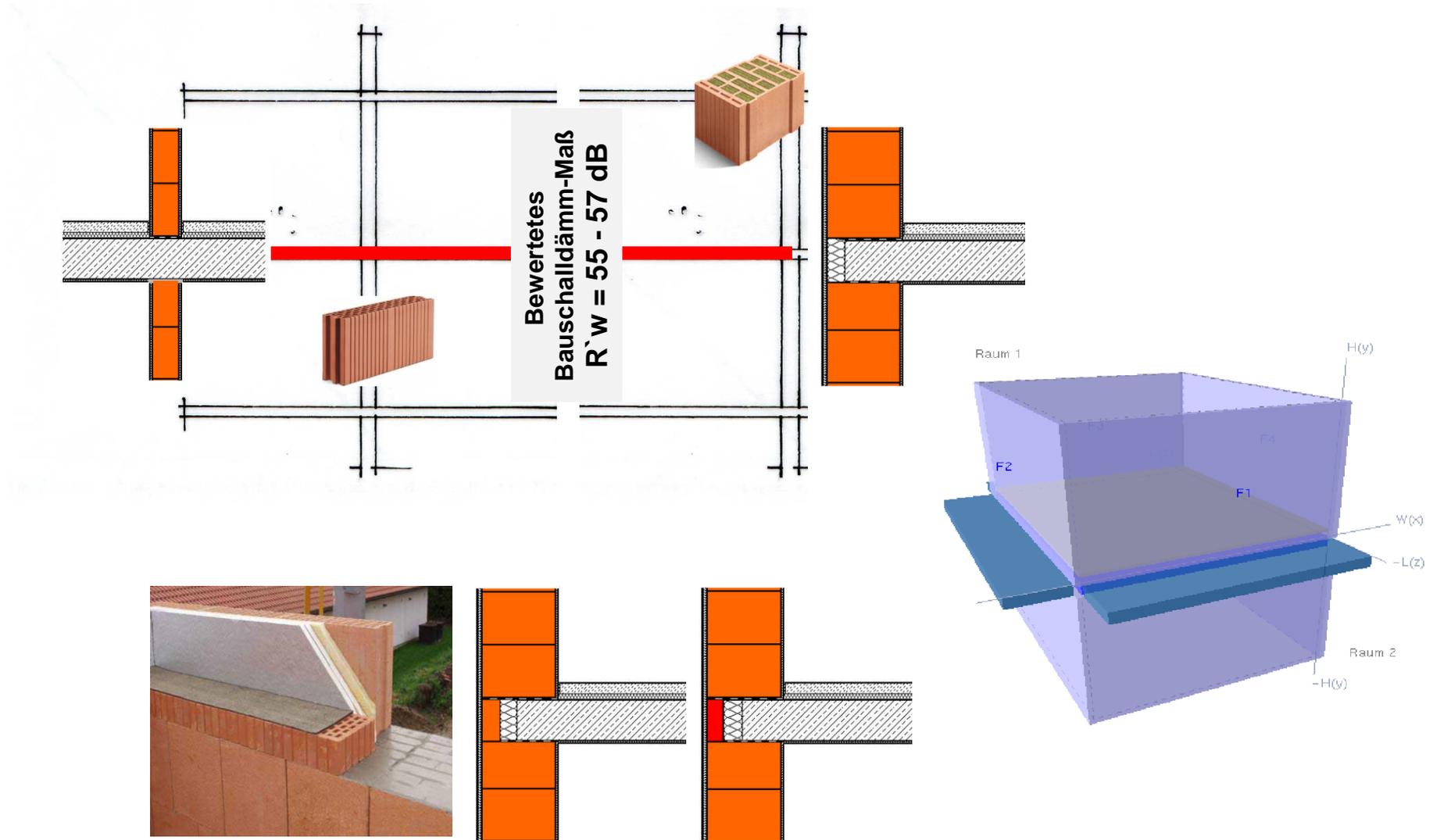


Außenwand mit Trennschnitt
25 cm neben Wohnungs-
trennwand:

$R'_w = 55,8 \text{ dB}$



Beispiel – vertikal (Schnitt)





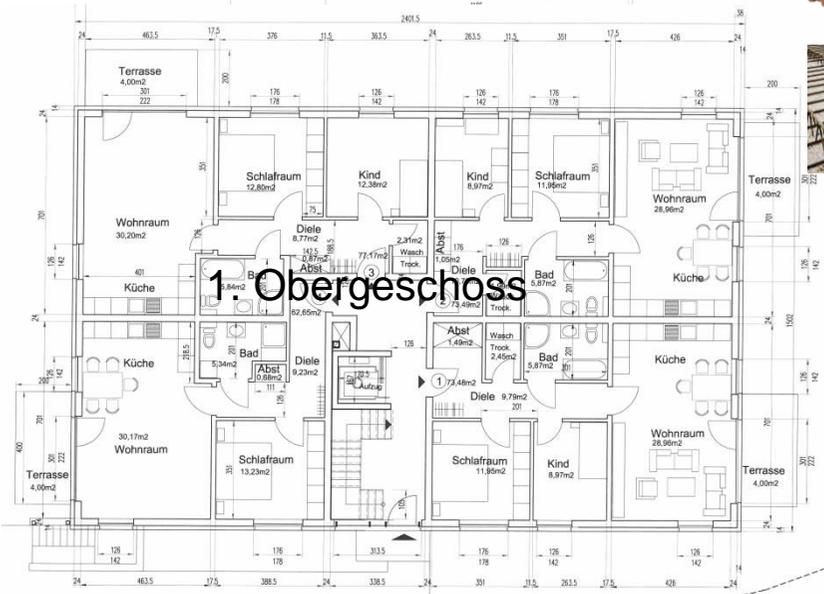
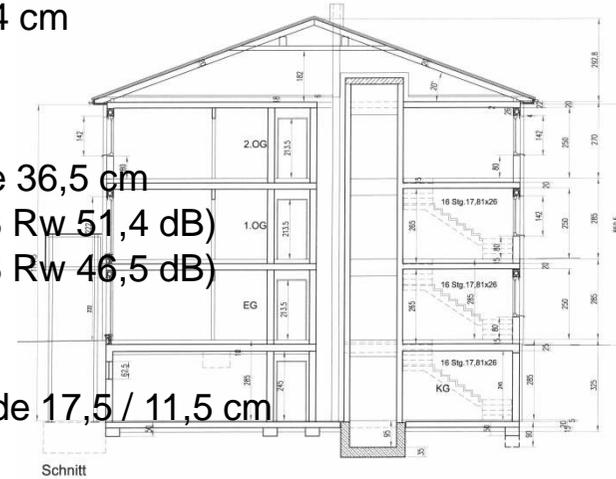
Wohnungstrennwand
Füllziegel d 24 cm



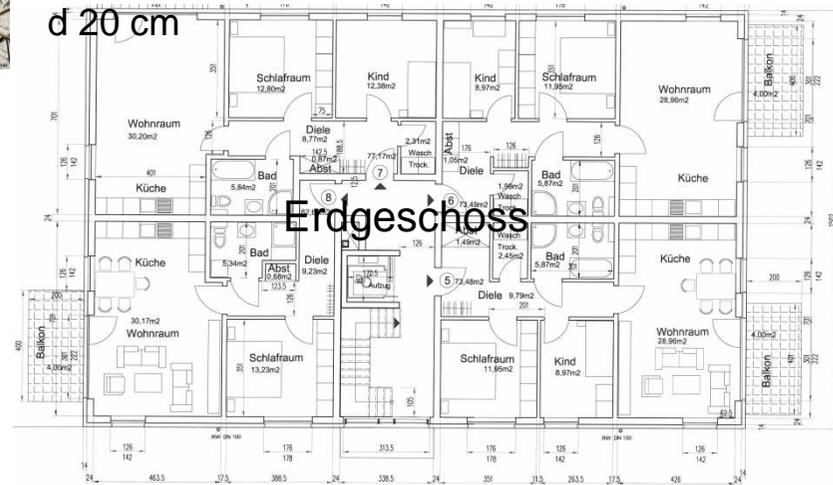
Außenwände 36,5 cm
MZ 10 (W 08 Rw 51,4 dB)
MZ 70 (W 08 Rw 46,5 dB)



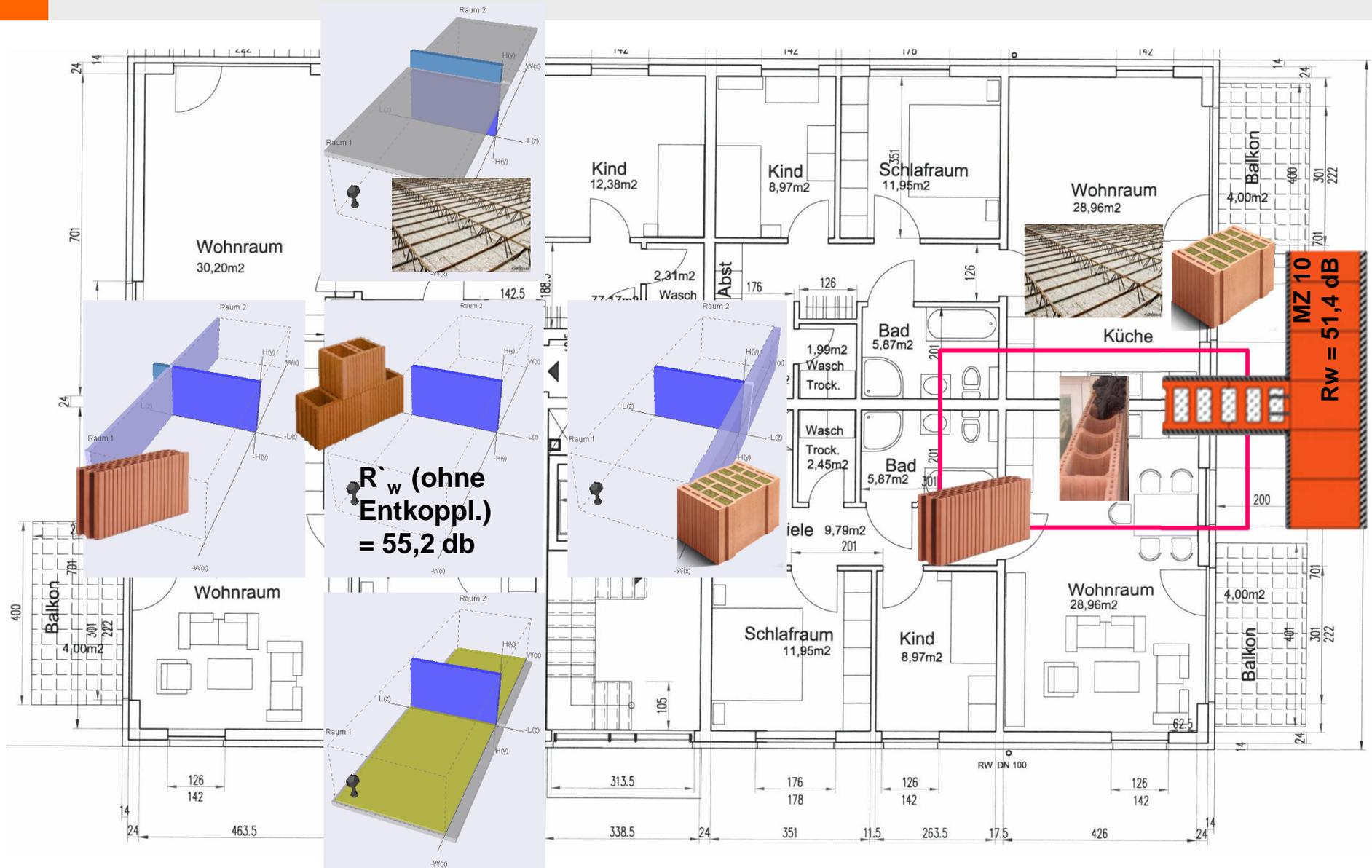
Innenwände 17,5 / 11,5 cm
HLz p 0,8



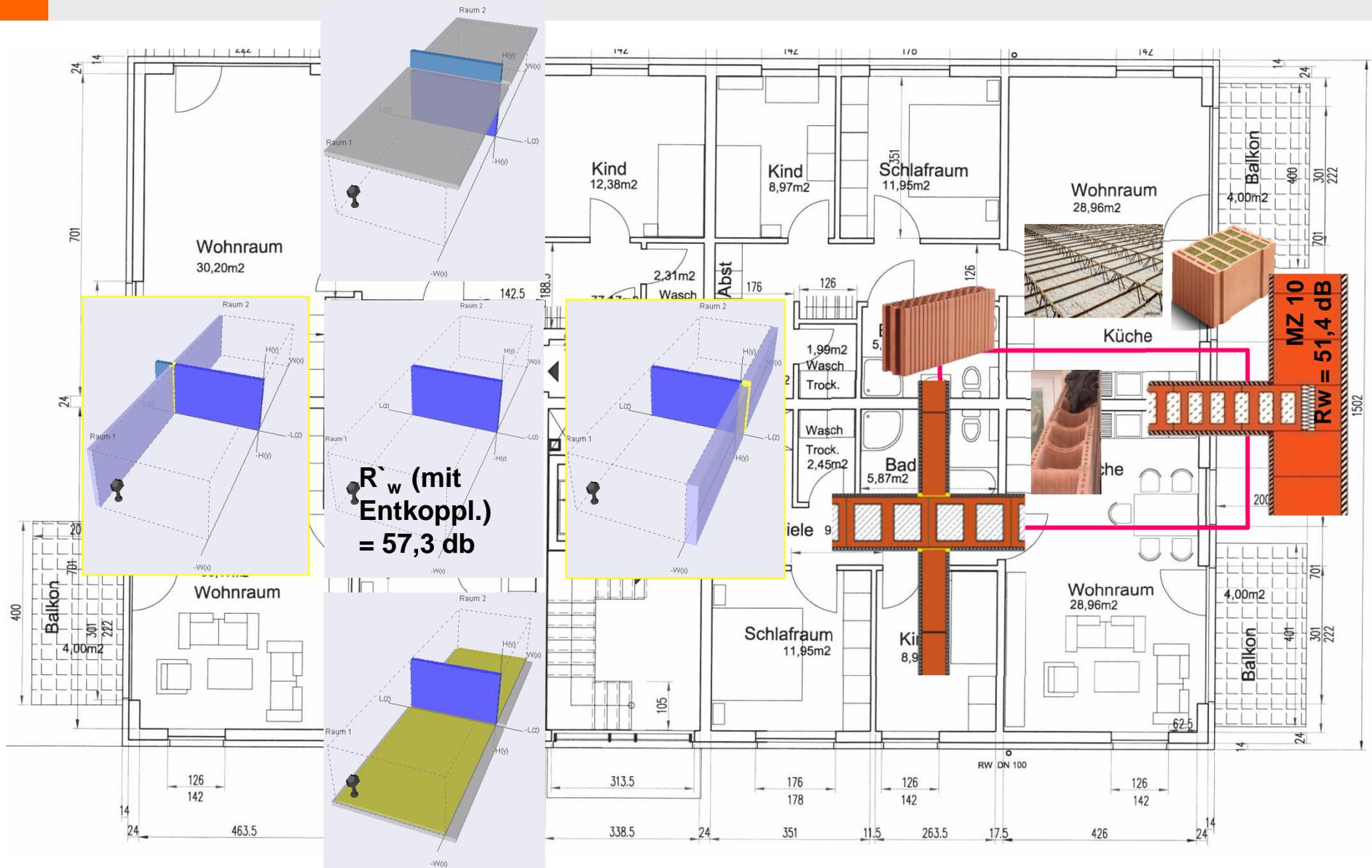
Stahlbetondecken
d 20 cm



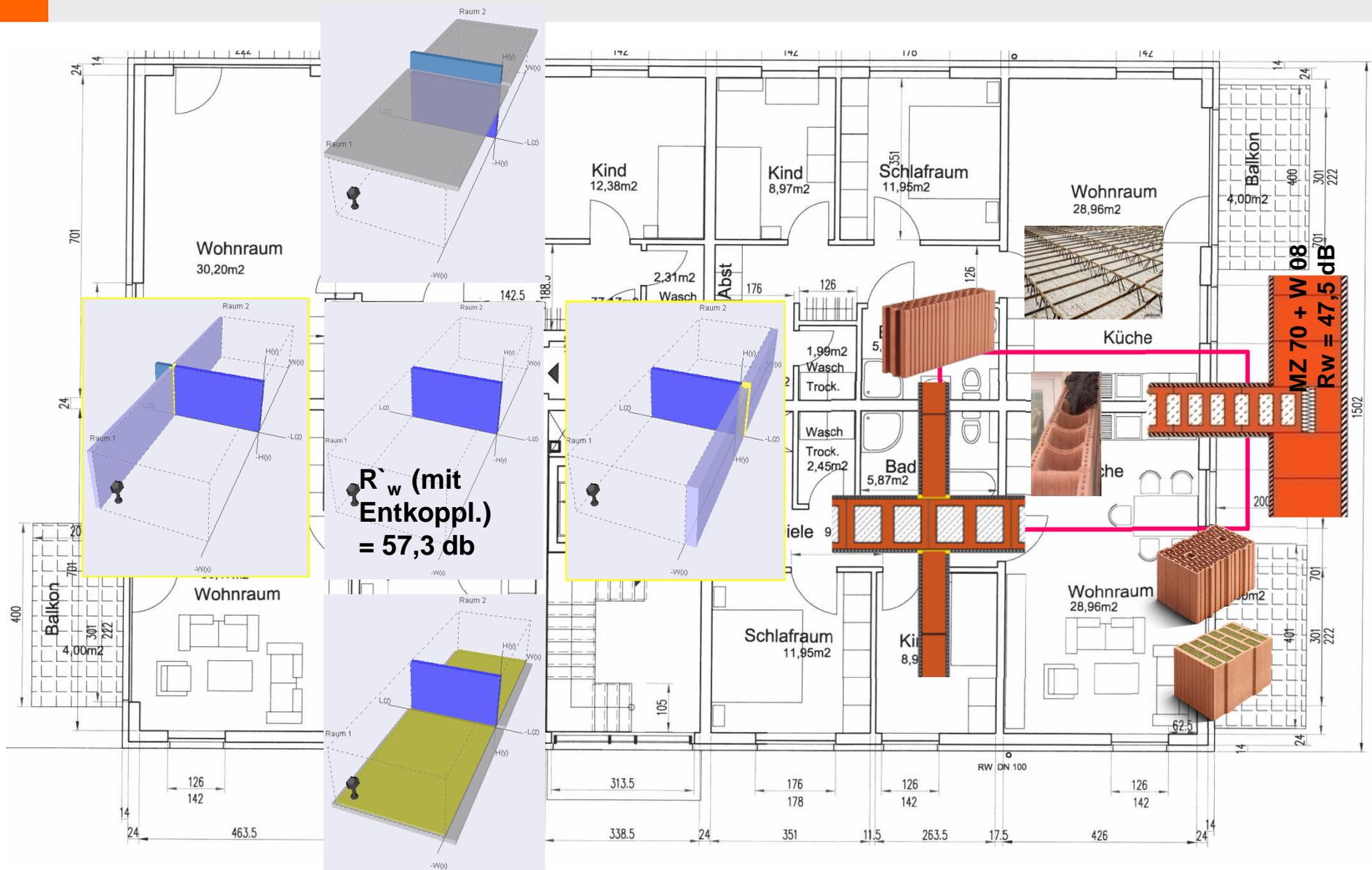
Erdgeschoss Außenwand MZ 10 ($R_w = 51,4 \text{ dB}$) (AW und IW nicht entkoppelt)



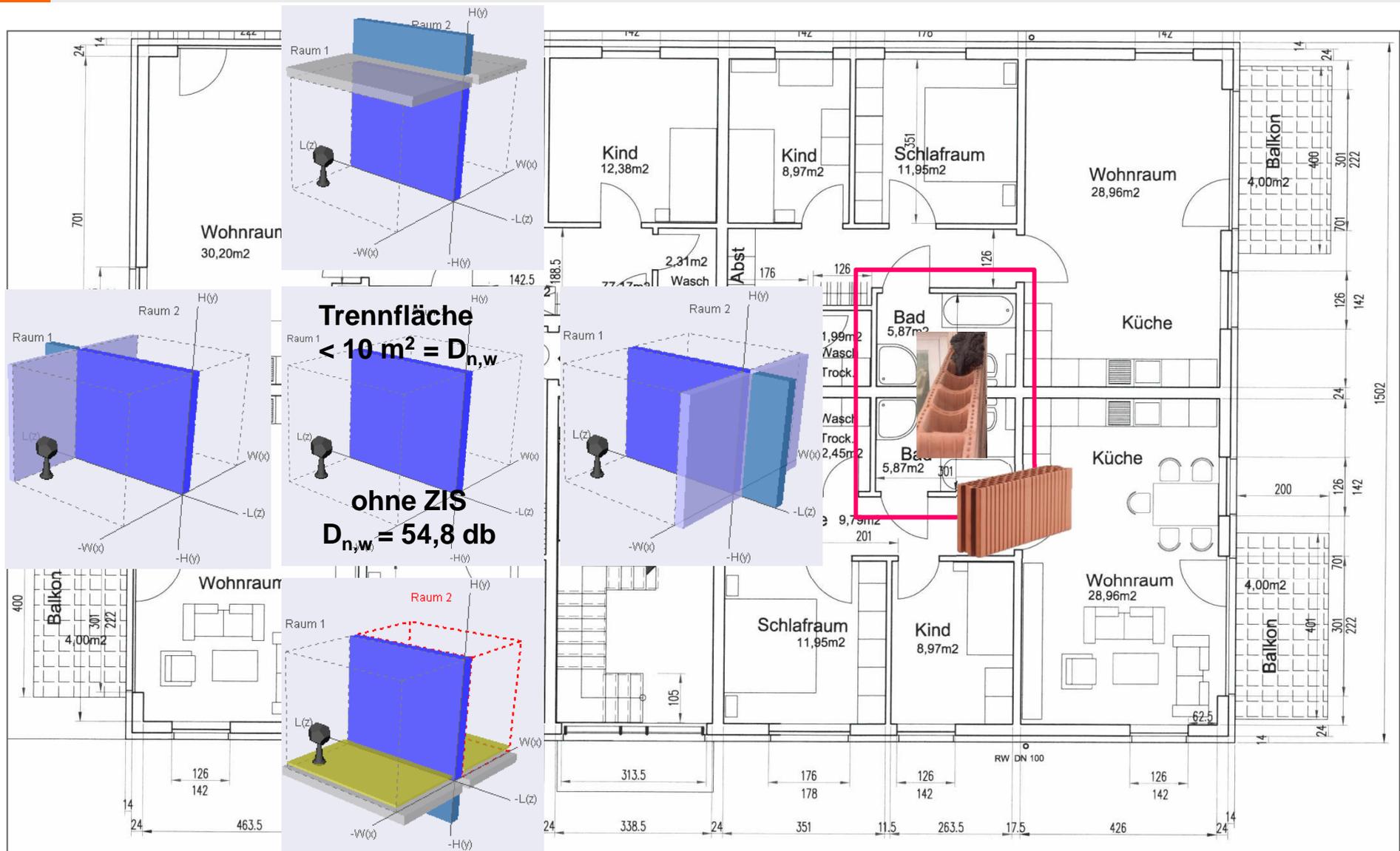
Erdgeschoss Außenwand MZ 10 ($R_w = 51,4 \text{ dB}$) (AW und IW voll entkoppelt)



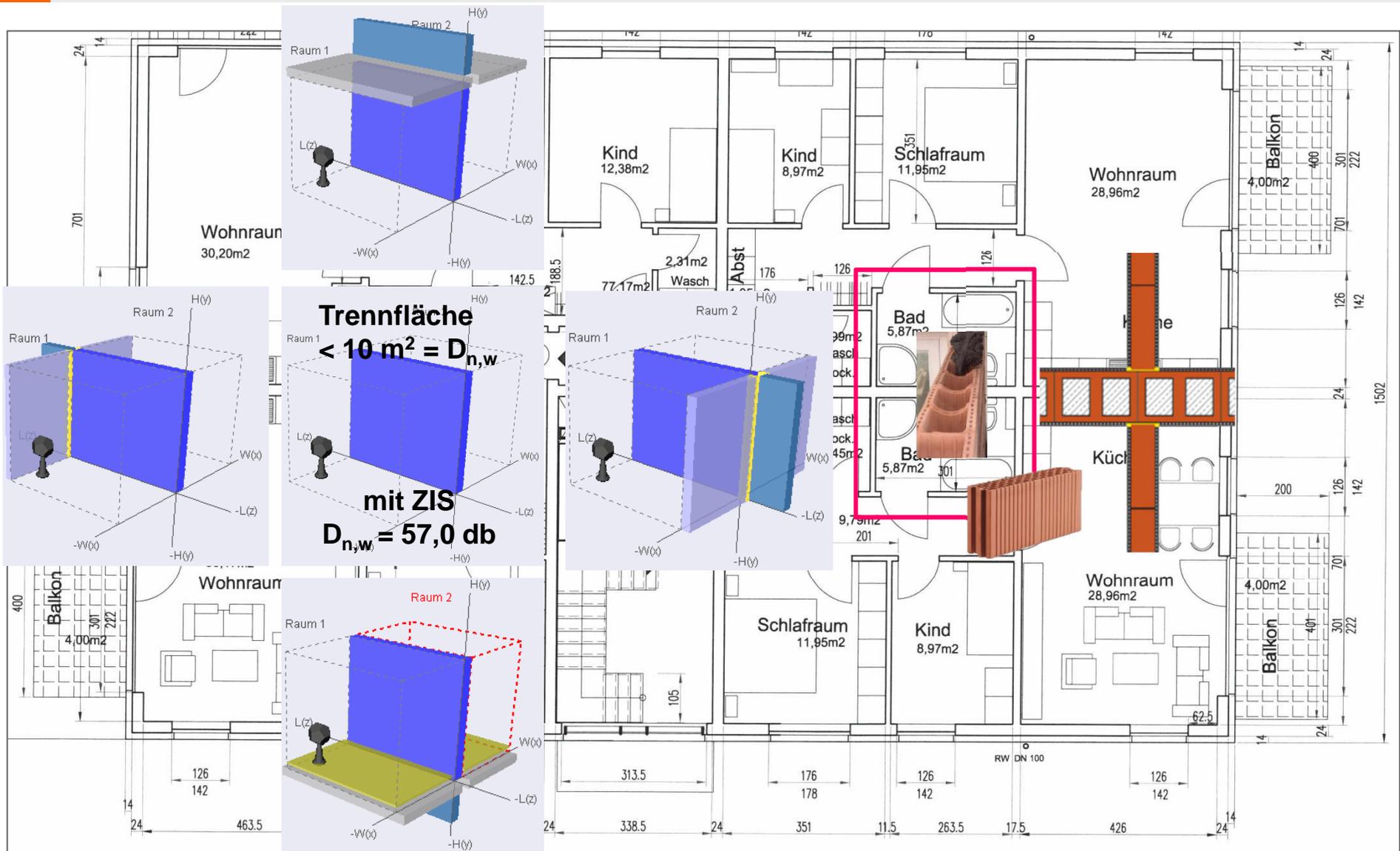
Erdgeschoss Außenwand MZ 70 (Rw 47,5 dB) und W 8 (Rw 47,5 dB) (AW und IW voll entkoppelt)



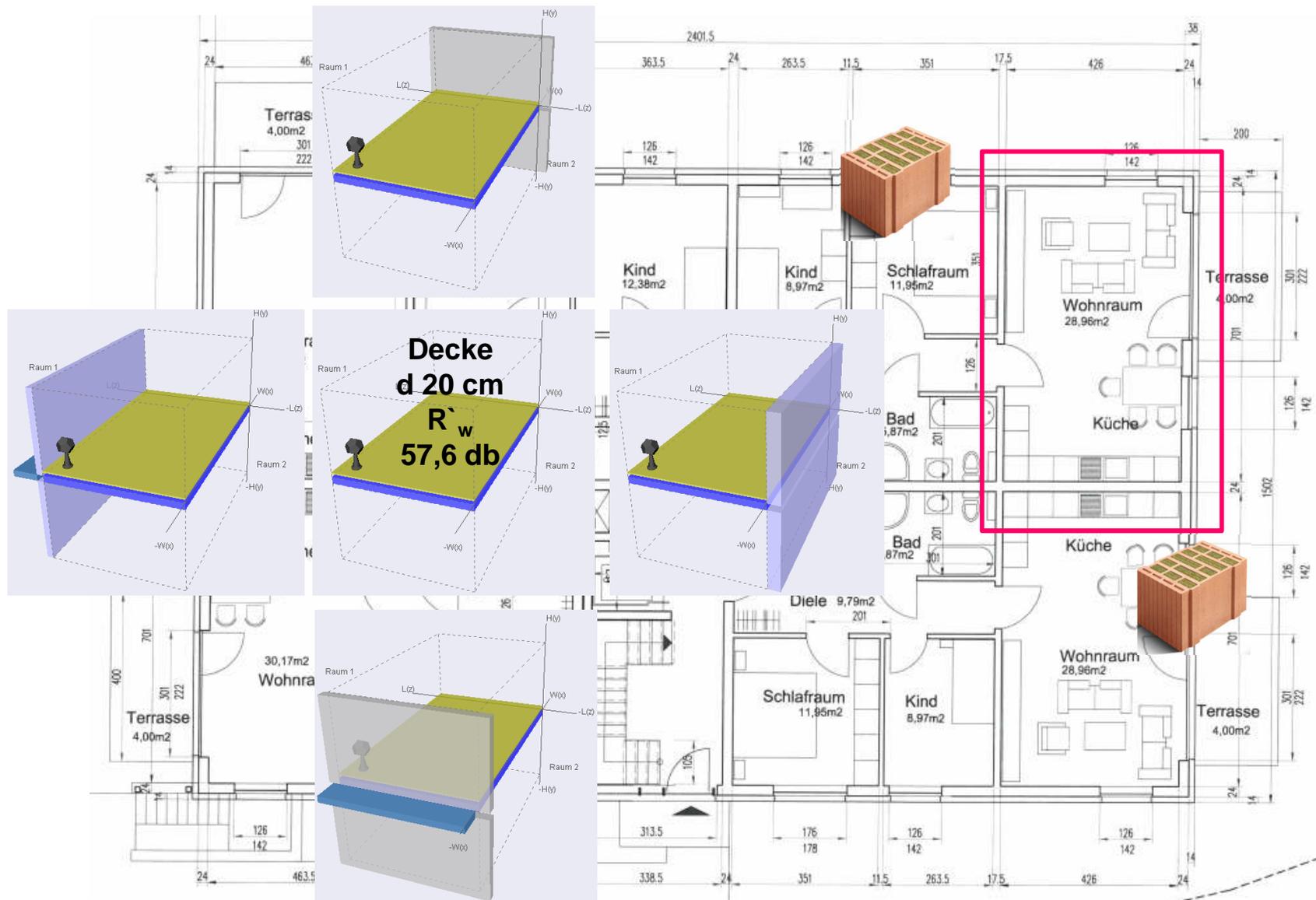
Erdgeschoss: Kleiner Raum Trennfläche < 10 m² = D_{n,w} ohne ZIS



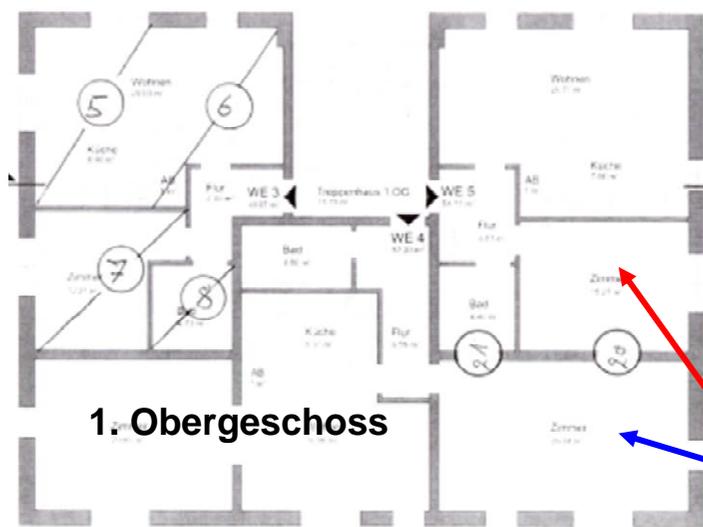
Erdgeschoss: Kleiner Raum Trennfläche < 10 m² = D_{n,w} mit ZIS



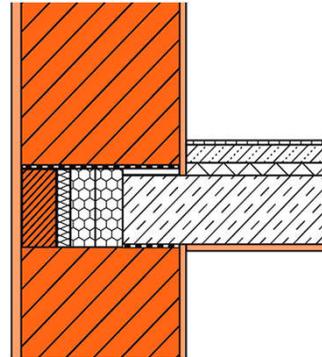
1. Obergeschoss Außenwand MZ 10 ($R_w = 51,4 \text{ dB}$)



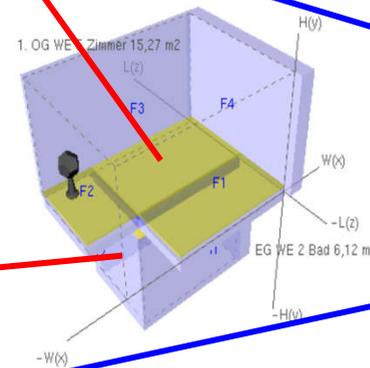
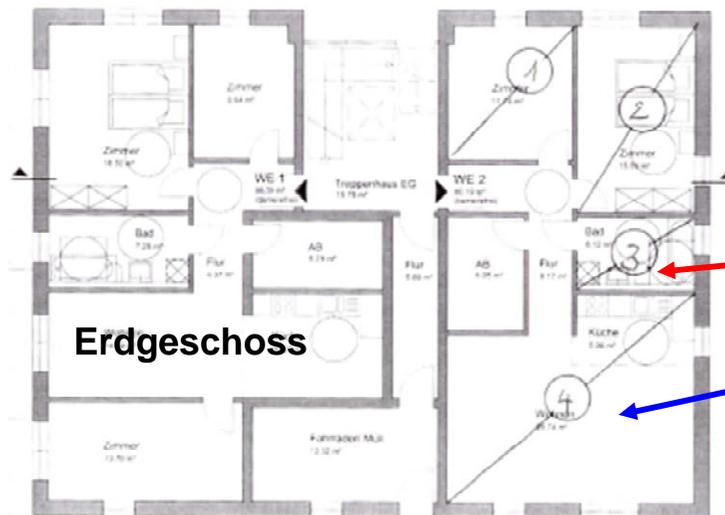
ARGE zeitgem.Bauen - Nachweis Geschossdecken Pos. 3 und 4



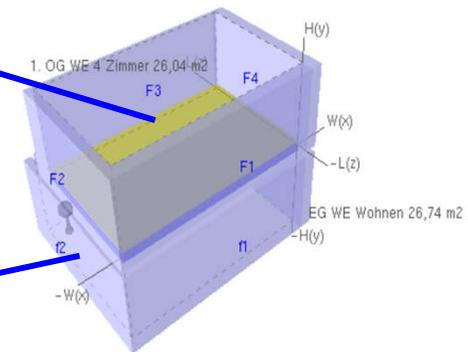
Anforderung: 54 dB



Stahlbetondecke: d 20 cm
 Außenwand: R_w 52 dB
 (z.B. 36,5 cm Zi mit Füllung oder 24,0 cm p 1,2 + WDVS)
 Innenwand: Ziegel 11,5 p 0,8

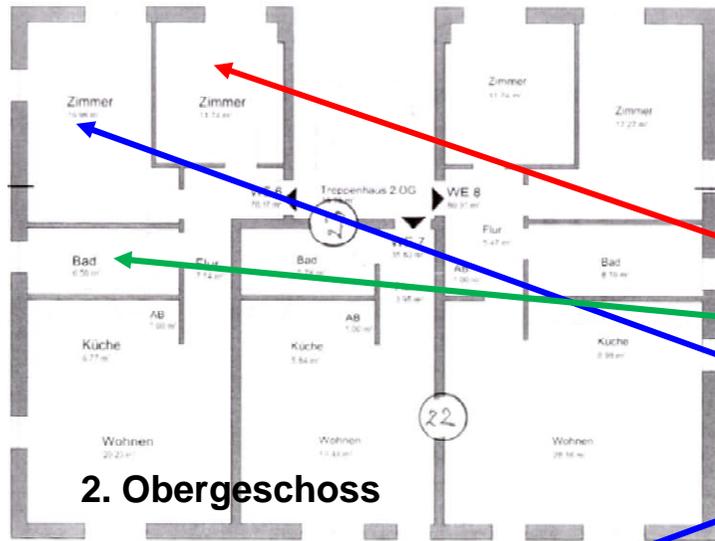


**Pos. 3 d 20 cm
 $R'w = 56,7$ dB**

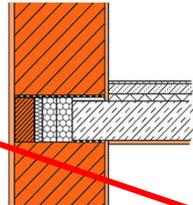


**Pos. 4 d 20 cm
 $R'w = 56,9$ dB**

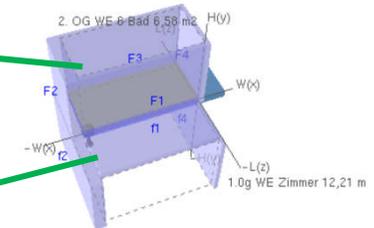
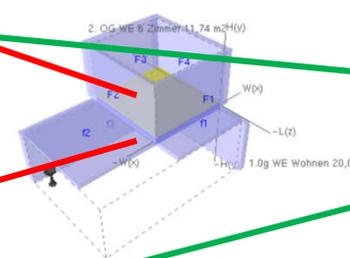
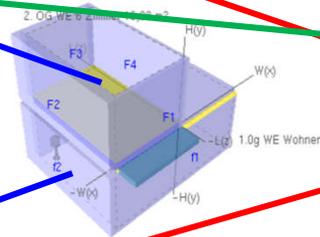
ARGE Zeitgem. Bauen - Nachweis Geschossdecken Pos. 5 - 7



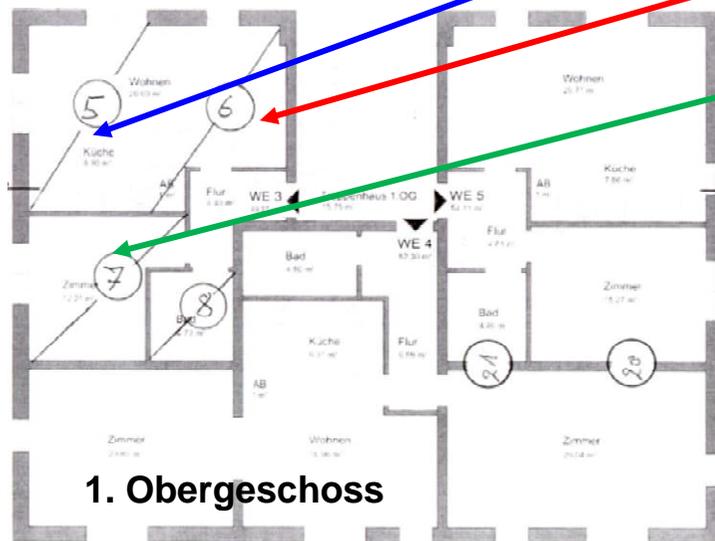
Anforderung: 54 dB



Stahlbetondecke: d 20 cm
 Außenwand: R_w 52 dB (z.B. 36,5 cm Zi mit Füllung oder 24,0 cm ρ 1,2 + WDVS)
 Innenwand: Ziegel 11,5 ρ 0,8



2. Obergeschoss



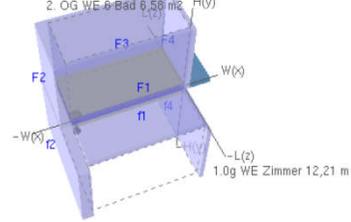
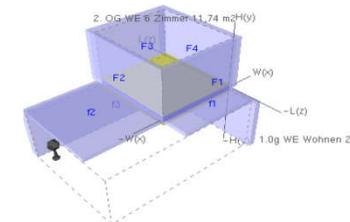
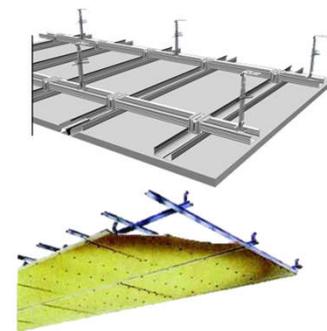
**Pos. 5 d 20 cm
 $R'_w = 56,9$ dB**

**Pos. 6 d 20 cm
 $R'_w = 53,5$ dB
 *$R'_w = 54$ dB - 23 cm***

**Pos. 7 d 29 cm
 $R'_w = 52,8$ dB
 *$R'_w = 54$ dB - 29 cm***

1. Obergeschoss

Verbesserung durch abgehängte Decke



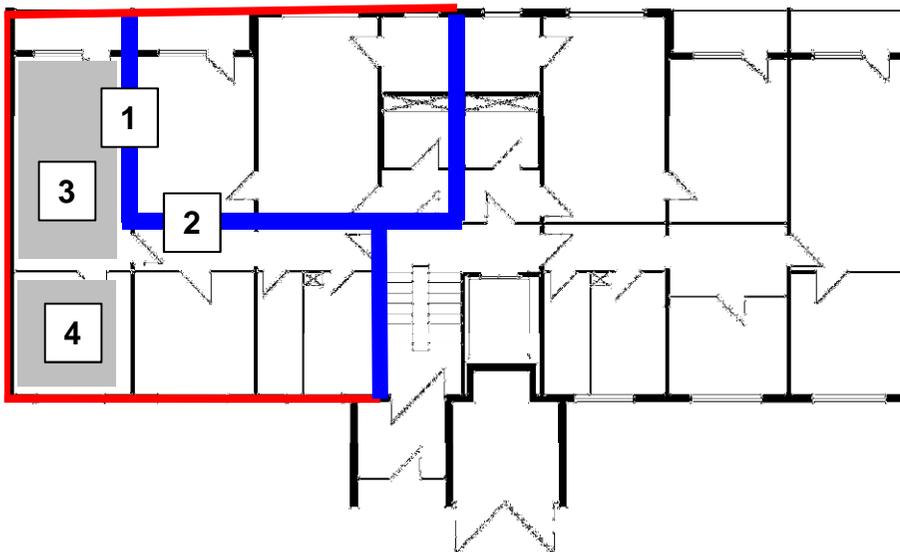
**Pos. 6a d 20 cm
 $R'_w = 55,4$ dB**

**Pos. 7a d 20 cm
 $R'_w = 54,5$ dB**

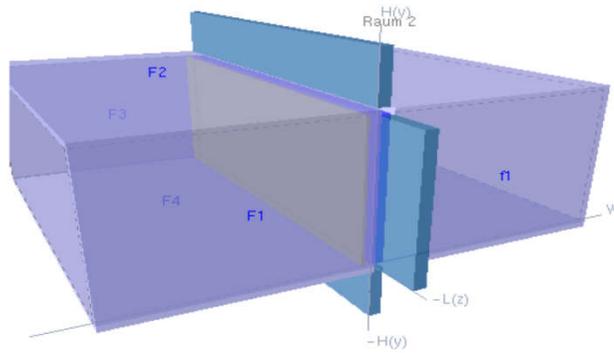
Beispiel: Sanierung eines Bestandsgebäudes



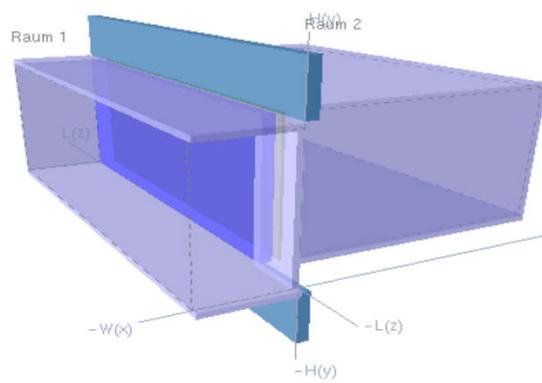
Pos.	Bauteil	Konstruktion	Bewertetes Schalldämm-Maß R_w	
			soll	ist
1	Wohnungstrennwand	MW $t = 24,0 \text{ cm}$ $\rho = 1,2 \text{ kg/dm}^3$ (einschl. Putz)	53 dB	49,5 dB
2				
3	Geschossdecke	StB $t = 16,0 \text{ cm}$ $\rho = 2,3 \text{ kg/dm}^3$ (einschl. schw. Estrich)	54 dB	56,4 dB
4				



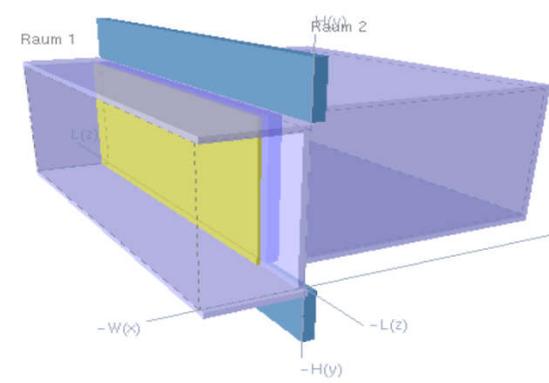
Beispiel: Sanierung eines Bestandsgebäudes



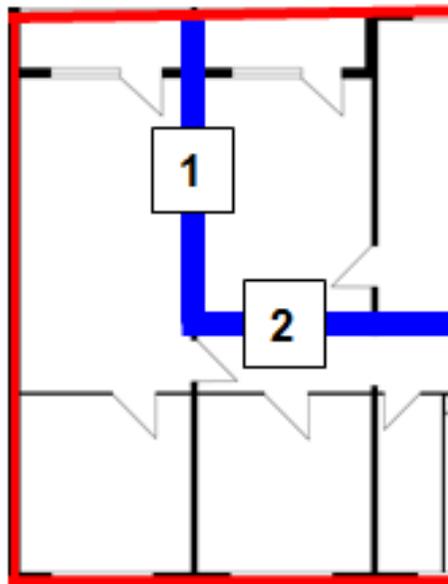
Pos. 1 GK links oder rechts



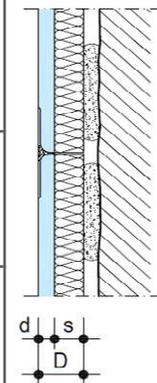
Pos. 2.1 GK Raumseitig



Pos. 2.2 GK Flurseitig



Pos.	Grundkonstruktion der Wohnungstrennwand	Ertüchtigung der Trennwand mit 62,5 mm Gipskarton (GK) mit 50 mm MiWo z.B. :Knauf W624 Trockenputz aus Verbundplatte Mineralwolle $d = 12,5 \text{ mm}$, $s = 50 \text{ mm}$ Ges. $D = 62,5 \text{ mm}$	Bewertetes Schalldämmmaß R'_w		
			soll	Vor Sanierung	Nach Sanierung
1	Mauerwerk $t = 24,0 \text{ cm}$ $\rho = 1,2 \text{ kg/dm}^3$ beidseitig verputzt.	links / rechts	53 dB	49,5 dB	56,2 dB
2.1		Raumseitig			55,9 dB
2.2		Flurseitig			55,5 dB



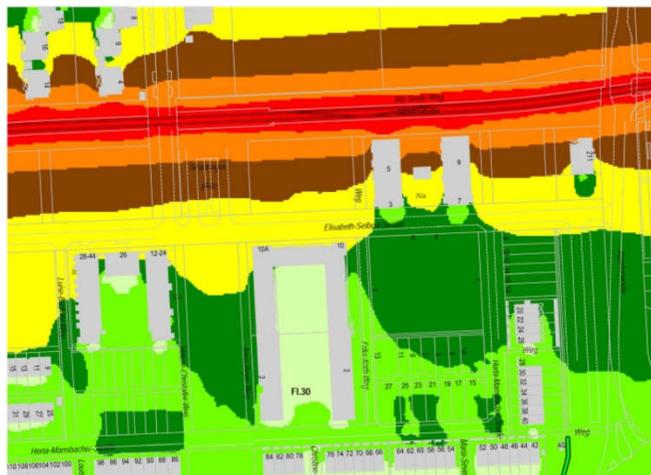
Beispiel Außenlärm



Die beiden Gebäuderiegel in der Elisabeth-Selbert-Straße – Darmstadt, liegen direkt an einer Straßenbahnlinie und sind dementsprechend lärmbelastet.

Positiver Nebeneffekt: Durch die Haltestelle vor der Haustür haben die Bewohner direkt Anschluss in die Darmstädter City.

Bild: POROTON
Grafik: Vermessungsamt Stadt Darmstadt



Immissionsberechnung

Schieneverkehrslärm (TRAM) - Schall03 Tag

Berechnungszeitraum : 06.00 - 22.00 Uhr
Berechnungshöhe : 4.00m
Rasterweite : 5.00m

Farbzuordnung zu den Ergebnissen

<=	35.0 dB(A)
<=	40.0 dB(A)
<=	45.0 dB(A)
<=	50.0 dB(A)
<=	55.0 dB(A)
<=	65.0 dB(A)
<=	75.0 dB(A)
<=	80.0 dB(A)
>	80.0 dB(A)

Maßstab = 1:2000

Vermessungsamt Darmstadt März 2010

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Lärmpegelbereich	"Maßgeblicher Außenlärmpegel"	Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Raumarten Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungstätigkeiten, Unterrichtsräume u. ä.	Büroräume ¹⁾ und ähnliches
		dB(A)	erf. R _{w,res} des Außenbauteils in dB		
1	I	bis 55	35	30	-
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	2)	50	45
7	VII	> 80	2)	2)	50

¹⁾ An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.

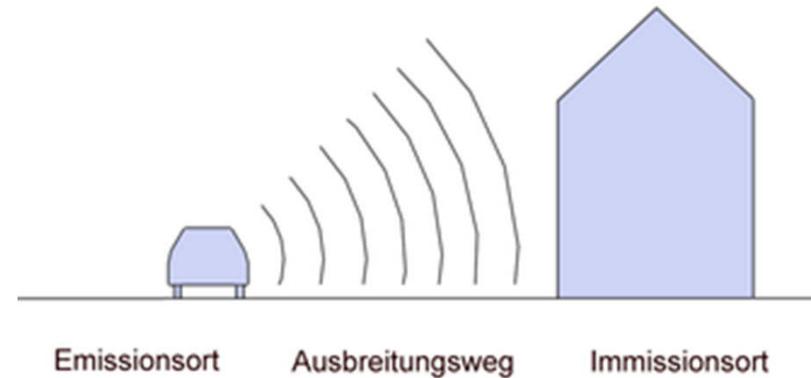
²⁾ Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Anforderungstabellen

Spalte	1	2	3	4	5
				Raumarten	
Zeile	Lärmpegelbereich	"Maßgeblicher Außenlärmpegel"	Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume u. ä.	Bürräume ¹⁾ und ähnliches
		dB(A)	erf. R _{w,res} des Außenbauteils in dB		
1	I	bis 55	35	30	-
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	²⁾	50	45
7	VII	> 80	²⁾	²⁾	50

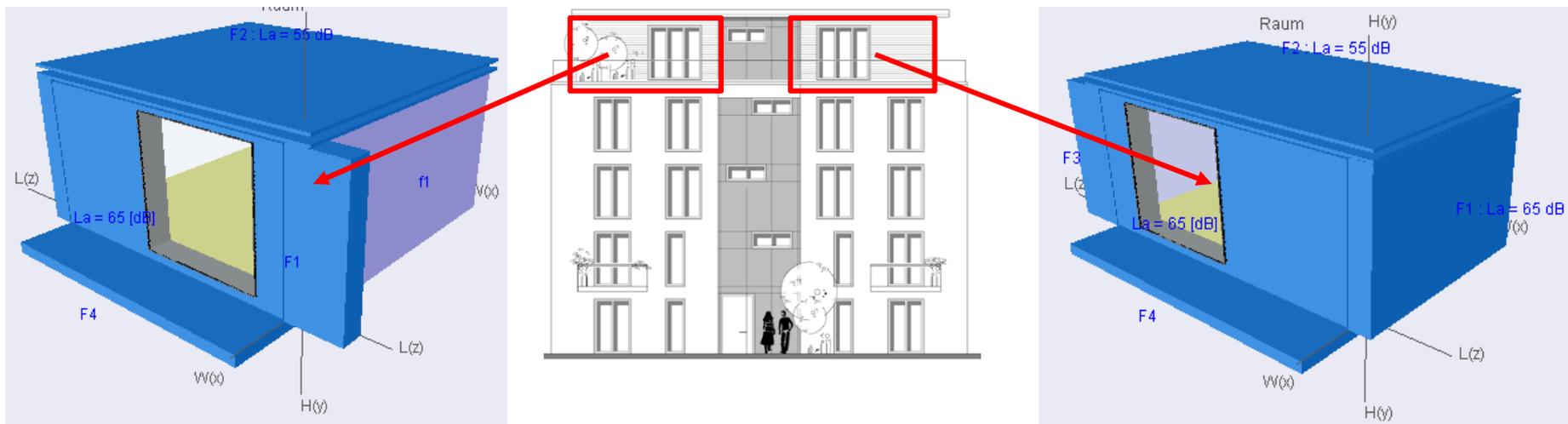
- ¹⁾ An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenraumpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.
- ²⁾ Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

Lärmpegelbereich	Verkehrsdichte	Entfernung des Hauses	Schallschutzklasse	bewertetes Dämmmaß	Fenstersystem/Verglasung
0 50 dB	Wohnstraße 10-50 Kfz/h	> 35 m	1	25-29 dB	SOFTLINE 70 TOPLINE SWINGLINE ALPHALINE 90 z. B. Isollerglas 4-12-4 mm
I 51-55 dB	Wohnstraße 10-50 Kfz/h	25-35 m	2	30-34 dB	SOFTLINE 70 TOPLINE SWINGLINE ALPHALINE 90 z. B. Isollerglas 4-12-4 mm
II 56-60 dB	Wohnstraße 50-200 Kfz/h	25-35 m	3	35-39 dB	SOFTLINE 70 TOPLINE SWINGLINE ALPHALINE 90 z. B. Isollerglas 8-12-4 mm
III 61-65 dB	Hauptverkehrsstr. 1.000-3.000 Kfz/h	100-300 m	4	40-44 dB	SOFTLINE 70 TOPLINE SWINGLINE ALPHALINE 90 z. B. Isollerglas GH9-16-6 mm
IV 66-70 dB	Hauptverkehrsstr. 1.000-3.000 Kfz/h	30-100 m	5	45-49 dB	SOFTLINE 70 TOPLINE SWINGLINE ALPHALINE 90 z. B. Isollerglas GH13-6-GH9 mm
V > 70 dB	Schnellstraße 3.000-5.000 Kfz/h	< 100 m	6	> 50 dB	SOFTLINE 70 TOPLINE Kastenfenster z. B. Isollerglas 6-16-4 mm



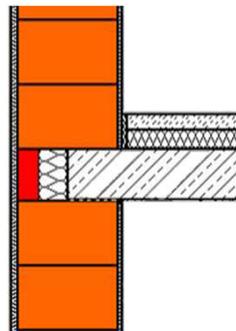
Außenlärm: 4.OG Wohnen 13,33 m² – 4. OG Zimmer 15,55 m²

Lärmpegelbereich III - Maßgeblicher Außenlärmpegel 61-65 dB - erf. R^w , res. **35 dB** des Außenbauteils
 Lärmpegelbereich IV - Maßgeblicher Außenlärmpegel 66-70 dB - erf. R^w , res. **40 dB** des Außenbauteils



Außenwand	Rw 51,0 dB
Treppenhs.Wd	Rw 60,8 dB
Dach (Leicht)	Rw 53,0 dB
Decke	Rw 60,7 dB

Bewertetes Schalldämm-Maß
 aller Außenbauteile nach DIN
 4109 mit Sicherheitsbeiwert und
 Korrektur Außenlärm
 R^w_{ges} 40,9 dB (> IV = 40 dB)



Zieg. t 36,5 cm
 Rw 51,0 dB



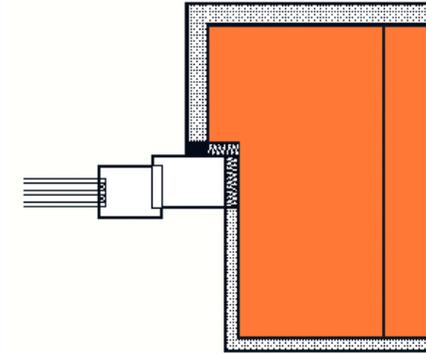
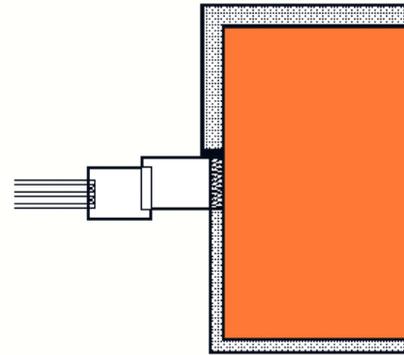
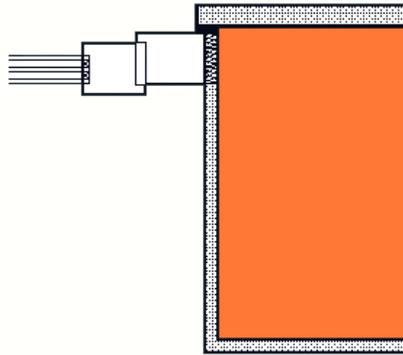
MIG 8/16/4
 Rw 38,0 dB

Außenwand	Rw 51,0 dB
Treppenhs.Wd	Rw 60,8 dB
Dach (Leicht)	Rw 53,0 dB
Decke	Rw 60,7 dB

Bewertetes Schalldämm-Maß
 aller Außenbauteile nach DIN
 4109 mit Sicherheitsbeiwert und
 Korrektur Außenlärm
 R^w_{ges} 39,8 dB (> III = 35 dB)

Einfluss der Fenstereinbauposition auf die Schalldämmung in der Fassade.

Außenwand:
Monolithisches
Mauerwerk



Einbaulage
Bewertung

Einbau außen bündig
schalltechnisch unkritisch

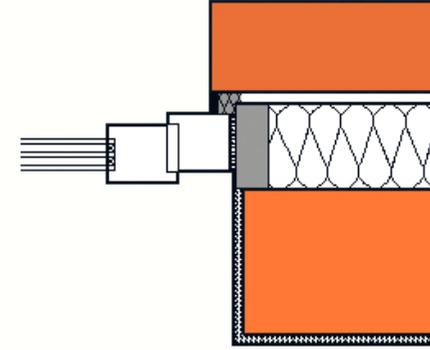
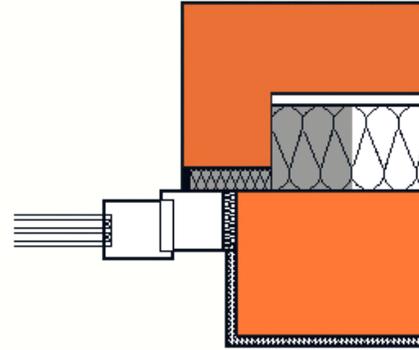
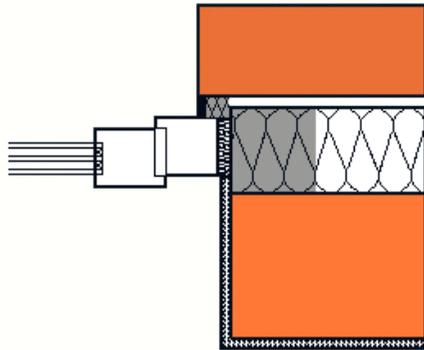
Einbau mittig
schalltechnisch unkritisch

Einbau gegen Anschlag
schalltechnisch unkritisch



Einfluss der Fenstereinbauposition auf die Schalldämmung in der Fassade.

Zweischaliges Mauerwerk

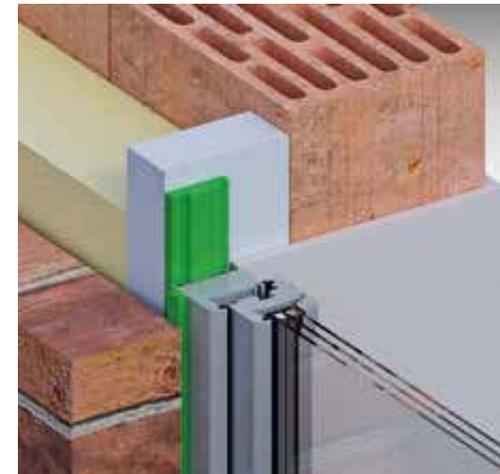
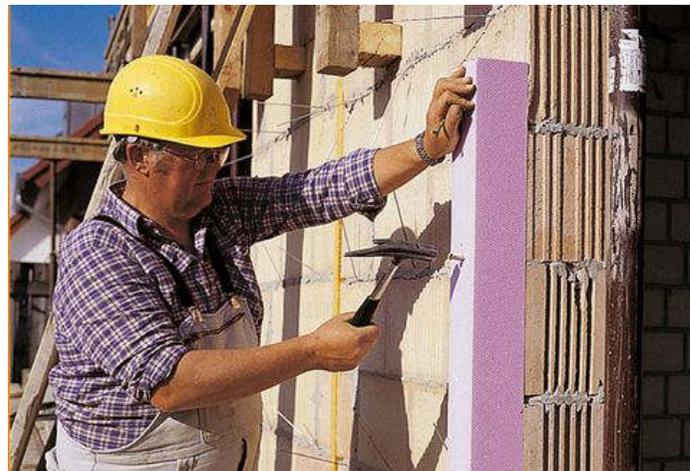


Einbaulage
Bewertung

Einbau in der Dämmebene,
außen bündig
schalltechnisch kritisch

Einbau im Hintermauerwerk,
mit Anschlag
schalltechnisch unkritisch

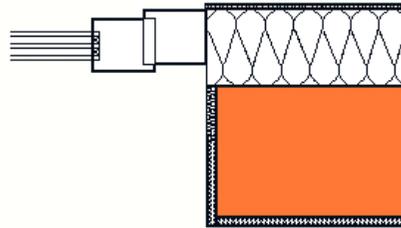
Einbau in der Dämmebene
mit Montagezarge
schalltechnisch unkritisch



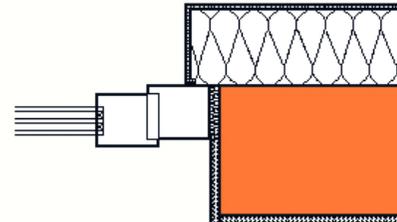
Einfluss der Fenstereinbauposition auf die Schalldämmung in der Fassade.

Außenwand:
Außen gedämmtes
Mauerwerk

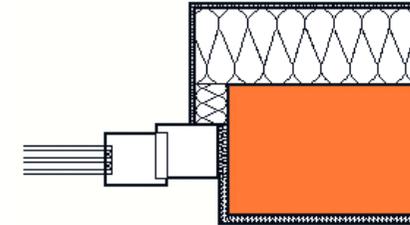
Einbaulage
Bewertung



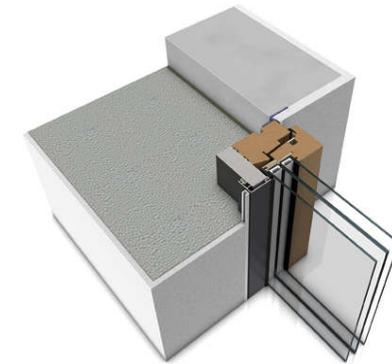
Einbau in der Dämmebene
schalltechnisch kritisch



Einbau außen bündig im
Mauerwerk
schalltechnisch unkritisch

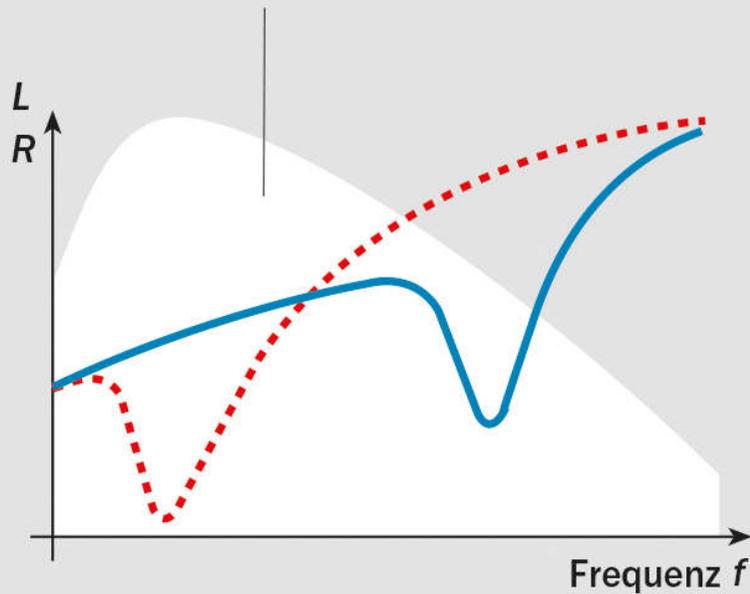


Einbau mittig im Mauerwerk
schalltechnisch unkritisch



WDVS in Abhängigkeit von der Frequenz

1. Beispiel: innerstädtischer Verkehrslärm, tieffrequente Anteile dominieren



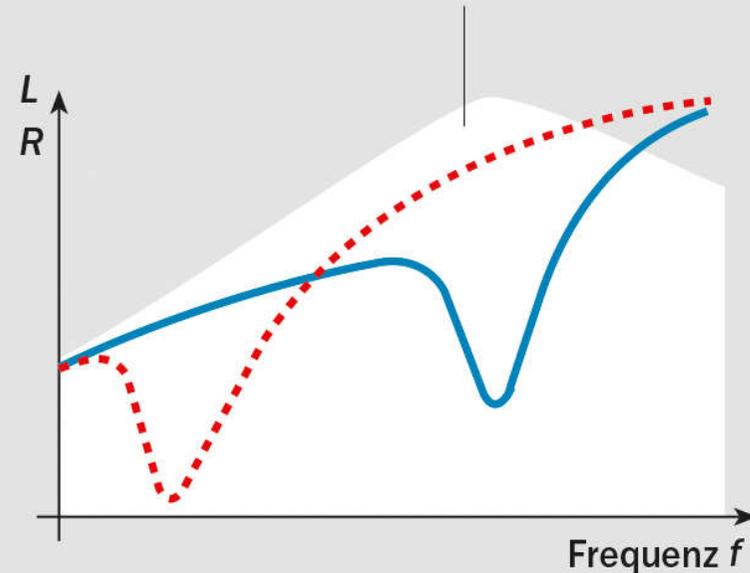
Hohe Resonanzfrequenz ist günstiger.

Blaue Kurve: WDVS hoch abgestimmt (günstig)

Rote Kurve: WDVS tief abgestimmt (ungünstig)

L: Außenpegel
R: Frequenzabhängiges
Schalldämm-Maß

2. Beispiel: Schienenverkehr, schneller Straßenverkehr, höhere Frequenzen dominieren



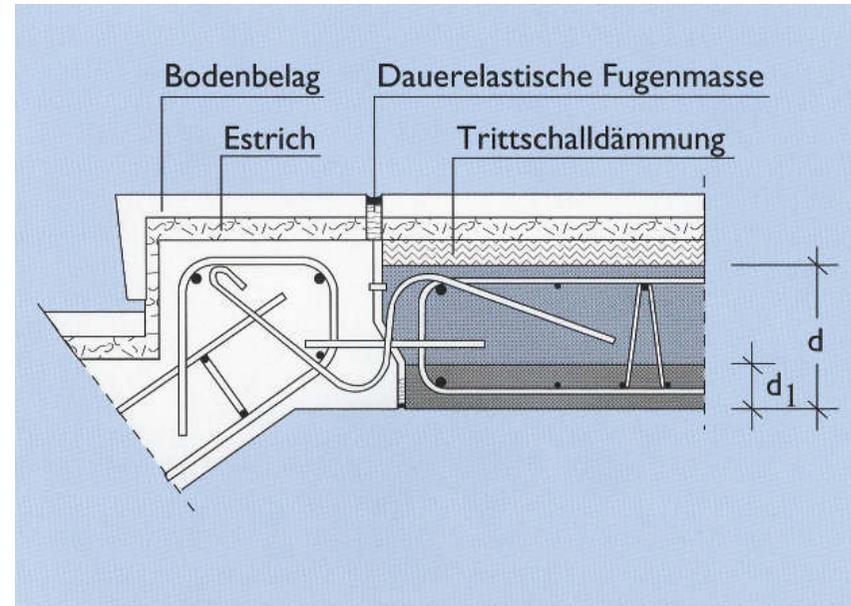
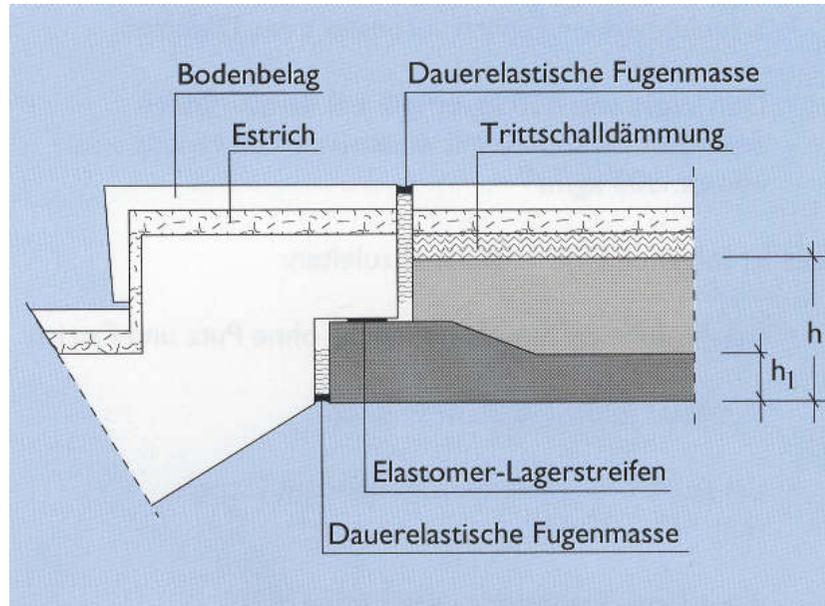
Tiefe Resonanzfrequenz ist günstiger.

Blaue Kurve: WDVS hoch abgestimmt (ungünstig)

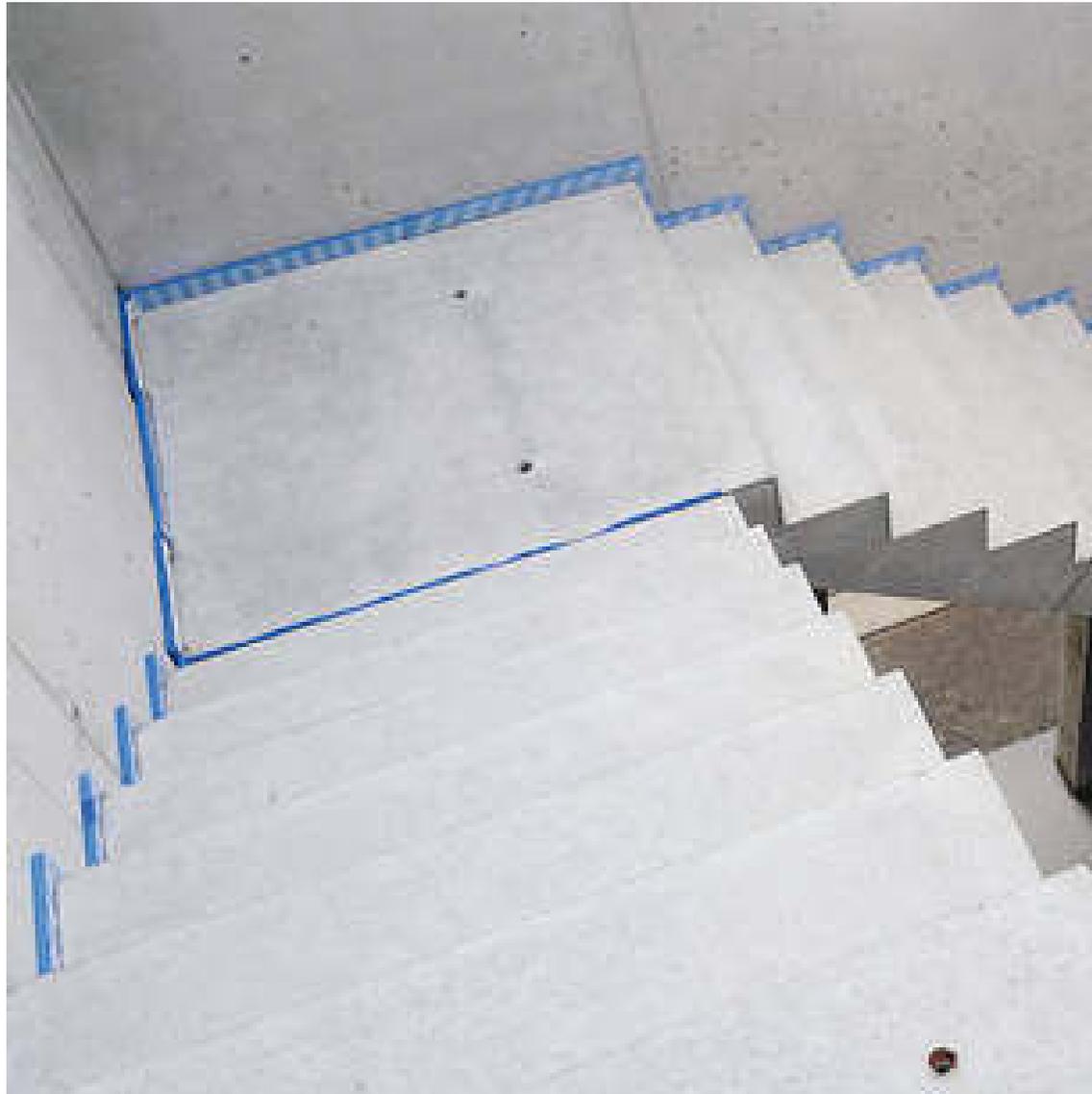
Rote Kurve: WDVS tief abgestimmt (günstig)

L: Außenpegel
R: Frequenzabhängiges
Schalldämm-Maß

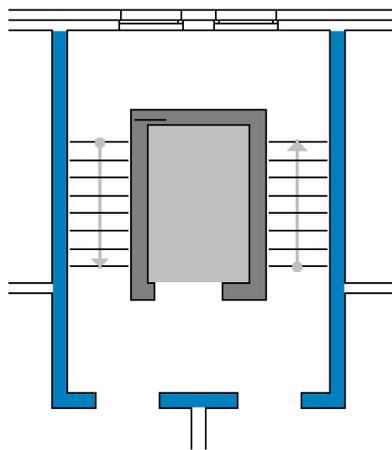
Schalltechnische Entkopplung von Treppen



Schalltechnische Entkopplung Treppen



Beurteilung der flächenbezogenen Masse von Räumen zu Aufzugschächten nach VDI 2566-2: 2004



Schachtwand

Bauteilaufbau

	d [m]	ρ [kg/m³]
Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³)	0.015	1000
KS-Mauerwerk	0.3	1720
Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³)	0.015	1000

Flächenbezogene Masse:

erf. flächenbezogene Masse (VDI 2566-2) :

Anforderung erfüllt !

$$m' = 546.0 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

$$\text{erf. } m' = 490.0 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$



Treppenraumwand

Bauteilaufbau

	d [m]	ρ [kg/m³]
Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³)	0.015	1000
Ziegel-Mauerwerk / Dünnbettmörtel	0.24	1900
Gips- oder Dünnlagenputz (1000 kg/m³)	0.015	1000

Flächenbezogene Masse:

erf. flächenbezogene Masse (VDI 2566-2) :

Anforderung erfüllt !

$$m' = 486.0 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

$$\text{erf. } m' = 380.0 \text{ [kg/m}^2\text{]}$$

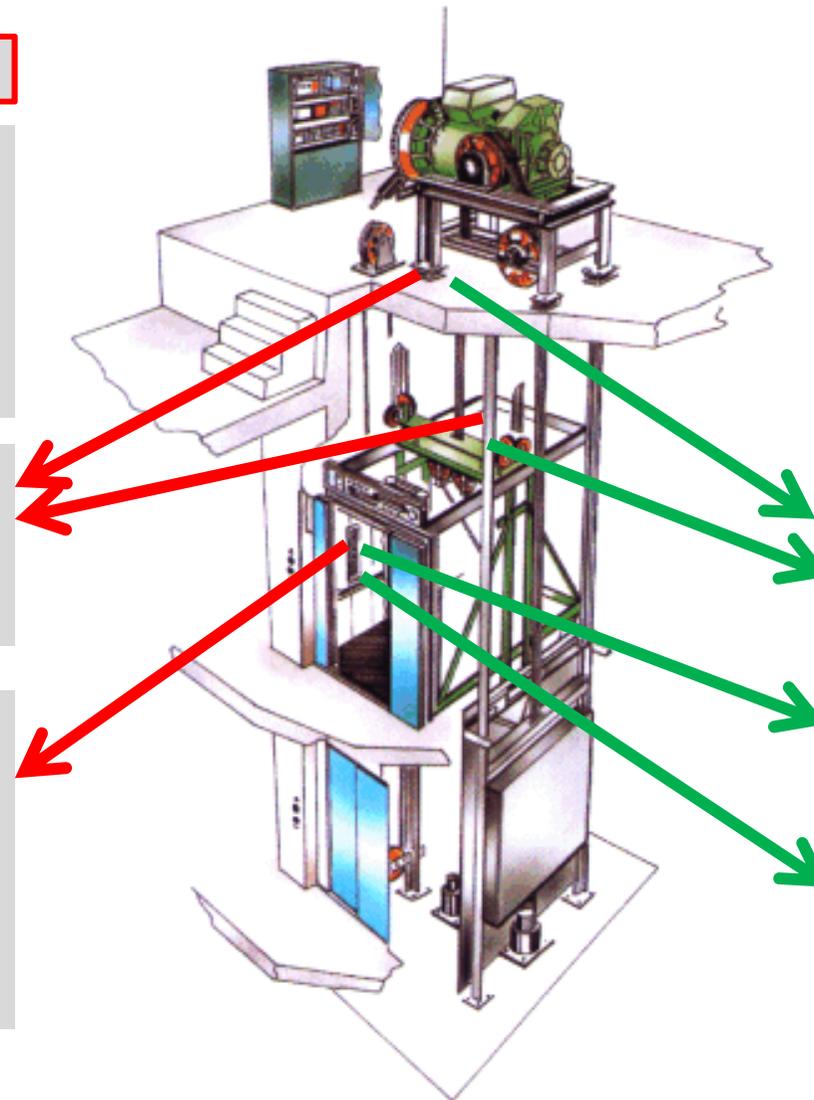


Probleme

Bauliche Mängel:
Flächengewicht der Schachtwand nach VDI-Richtlinie nicht eingehalten.
Körperschallbrücken in der Schachtkonstruktion

Schallbrücken im Bereich der Lagerung der Antriebseinheit und Führungsschienen

Schallentstehung durch die Türen beim Öffnen und Schließen



Lösungsvorschläge

Kommunikation
Zwischen den Gewerken im Voraus sicherstellen, um bauliche Mängel zu vermeiden

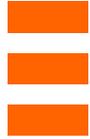
Körperschallentkoppeltes anbringen der Führungsschienen und der Antriebseinheit

Körperschallentkoppeltes Anbringen der Türen

Schließgeräusche durch **angepasste Schließ-/ Öffnungsgeschwindigkeiten** reduzieren

Quelle: FH Aachen

Herzlichen Dank

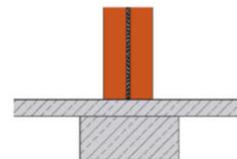
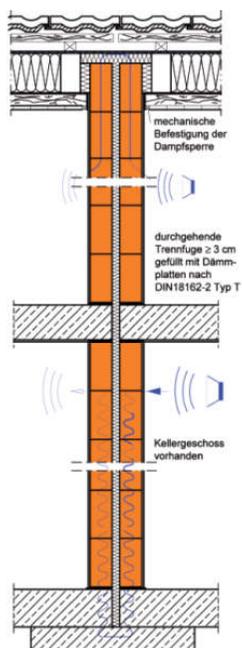


Man muss die Dinge so einfach wie möglich
machen.
Aber nicht einfacher!
(Albert Einstein 1879 – 1955)

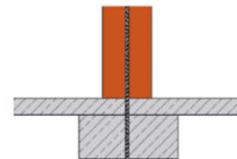


Dr. Dieter Figge
Industrieverbände
Duisburg
figge.zz@t-online.de

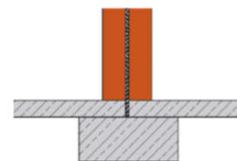
Anforderungen an Haustrennwände



a) durchlaufende Bodenplatte (ohne oder mit Fundament)



b) vollständig getrennte Bodenplatte (und Fundament)



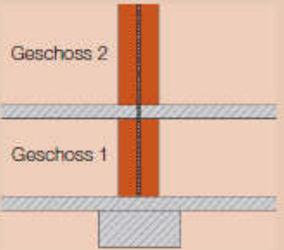
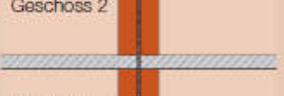
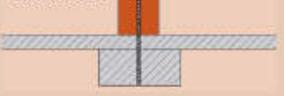
c) getrennte Bodenplatte auf einem gemeinsamen Fundament

Tabelle 3 — Anforderungen an die Schalldämmung zwischen Einfamilien — Reihenhäusern und Doppelhäusern

Spalte	1	2	Anforderungen		5
			erf. R'_w dB	zul. $I'_{n,w}$ dB	
1		Decken	—	41	Die Anforderung an die Trittschalldämmung gilt nur für die Trittschallübertragung in fremde Aufenthaltsräume in waagerechter oder schräger Richtung.
2	Decken	Bodenplatte Kellergeschoss	—	46	
3		Bodenplatte Erdgeschoss bzw. Decken über Keller-geschoss		46	
4		Treppenläufe und -podeste und Decken unter Fluren	—	53	
5	Wände	Haustrennwände von Aufenthaltsräumen in Gebäuden ohne Unterkellerung	59	—	
6		Haustrennwände von Aufenthaltsräumen in Gebäuden mit Unterkellerung	62	—	

DIN 4109 unterscheidet nach der Ausführung der Bodenplatte

2 schalige Haustrennwände (alternativ 1 schalige Stahlbetonwände zum Vergleich)

Zeile	Situation	Beschreibung	Zuschlag* $\Delta R_{w,T}$ in dB
1		vollständige Trennung der Schalen Anford. ≥ 62 dB	12
$2 \times 17,5 \text{ cm RDK } 1,4 \geq 490 \text{ kg} = 55 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = R'w \text{ } 67 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 38 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 62 \text{ dB}$			
2		Bodenplatte durchgehend, $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$ ohne/mit Fundament Außenwände getrennt Anford. ≥ 59 dB	6
$2 \times 17,5 \text{ cm RDK } 1,4 \geq 490 \text{ kg} = 55 \text{ dB} + 06 \text{ dB} = R'w \text{ } 61 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 30 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 59 \text{ dB}$			
3		vollständige Trennung der Schalen Anford. ≥ 62 dB	9
$2 \times 17,5 \text{ cm RDK } 1,4 \geq 490 \text{ kg} = 55 \text{ dB} + 09 \text{ dB} = R'w \text{ } 64 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 38 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 62 \text{ dB}$			
4		Bodenplatte durchgehend, $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$ ohne/mit Fundament Außenwände durchgehend $m' \geq 575 \text{ kg/m}^2$ Anford. ≥ 59 dB	3
$2 \times 24,0 \text{ cm RDK } 1,2 \geq 580 \text{ kg} = 57 \text{ dB} + 03 \text{ dB} = R'w \text{ } 60 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 30 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 59 \text{ dB}$			
5		vollständige Trennung der Schalen Anford. ≥ 62 dB	12
$2 \times 17,5 \text{ cm RDK } 1,4 \geq 490 \text{ kg} = 55 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = R'w \text{ } 67 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 38 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 62 \text{ dB}$			
6		Bodenplatte getrennt, Außenwände getrennt Anford. ≥ 59 dB	9
$2 \times 17,5 \text{ cm RDK } 1,4 \geq 490 \text{ kg} = 55 \text{ dB} + 09 \text{ dB} = R'w \text{ } 64 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 30 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 59 \text{ dB}$			
7		vollständige Trennung der Schalen Anford. ≥ 62 dB	12
$2 \times 17,5 \text{ cm RDK } 1,4 \geq 490 \text{ kg} = 55 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = R'w \text{ } 67 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 38 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 62 \text{ dB}$			
8		Bodenplatte getrennt, Fundament gemeinsam, Außenwände getrennt Anford. ≥ 59 dB	6
$2 \times 17,5 \text{ cm RDK } 1,4 \geq 490 \text{ kg} = 55 \text{ dB} + 06 \text{ dB} = R'w \text{ } 61 \text{ dB}$ Alternativ einschalig 30 cm Stahlbeton = $R'w \text{ } 59 \text{ dB}$			

Resümee

Ergebnisse basieren - auf Überwachung der Ausführungsqualität

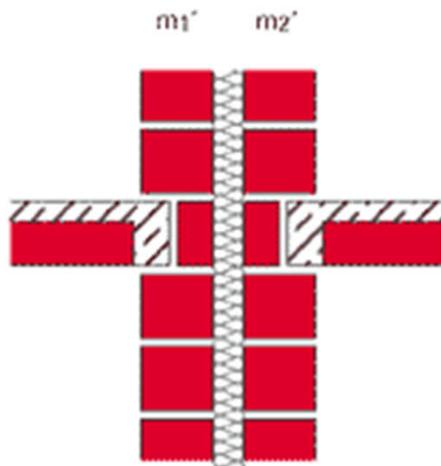


Überbrückung von Trennfugen Fundament



Fehlende Trennfuge in Fundament

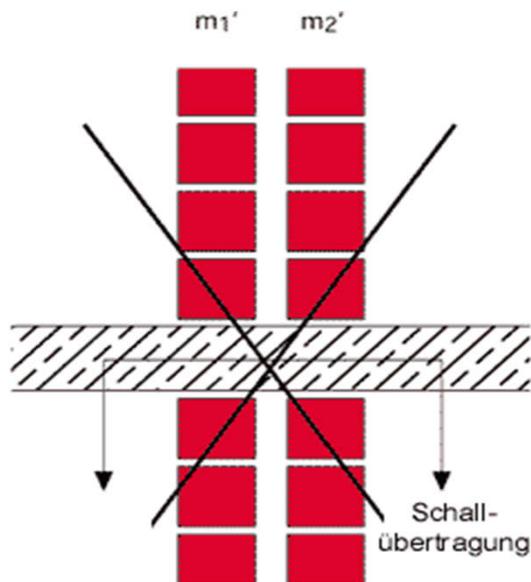
Zweischalige Haustrennwände



Im Falle einer durchgehenden Trennung kann das aus der Summe der flächenbezogenen Massen ($m_1' + m_2'$) der beiden akustisch einschaligen, massiven Wände abgeleitete bewertete Schalldämm-Maß R_w bei unterkellerten Gebäuden um **12 dB erhöht** werden.

Beispiel:

$$2 \cdot 17,5 \rho 1,4 = 55 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = 67 \text{ dB}$$



Bei zweischaligen massiven Wänden mit durchlaufenden flankierenden Bauteilen wird der Schall hauptsächlich über diese Verbindungen übertragen.

Solche Wände haben im Regelfall eine geringere Schalldämmung als sich nach der flächenbezogenen Masse ergeben würde.

Hier kann das bewertete Schalldämm-Maß R_w bei unterkellerten Gebäuden um ca. **1 dB bis ca. 3 dB reduziert** werden.

Beispiel:

$$2 \cdot 17,5 \rho 1,4 = 55 \text{ dB} - \text{ca. } 2 \text{ dB} \approx 53 \text{ dB}$$

Ergebnisse basieren vor allem auf Überwachung der Ausführungsqualität



Sanierung durch nachträgliches Sägen mit Diamantsägeseil

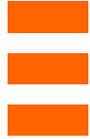


Das Sägesystem besteht aus zwei Führungsmasten rechts und links des Hauses, einem Hydraulikaggregat und einem Diamantsägeesil, das mit einem Treibrad und verschiedenen Umlenkrollen von oben in die Trennfuge eingeführt wird.

Um die Führungsmasten zu verankern, muss eine etwa 2 x 2 Meter große und mindestens 2,60 Meter tiefe Grube an der Hauswand ausgehoben werden.

Das Diamantsägeesil kann weit über 20 Meter lang sein und ist mit diamantbestückten Schneidperlen versehen. Damit kann die Mischung aus Mauerwerk, Beton und Baustahlbewehrung geschnitten werden

Herzlichen Dank



Man muss die Dinge so einfach wie möglich
machen.
Aber nicht einfacher!
(Albert Einstein 1879 – 1955)



Dr. Dieter Figge
Industrieverbände
Duisburg
figge.zz@t-online.de