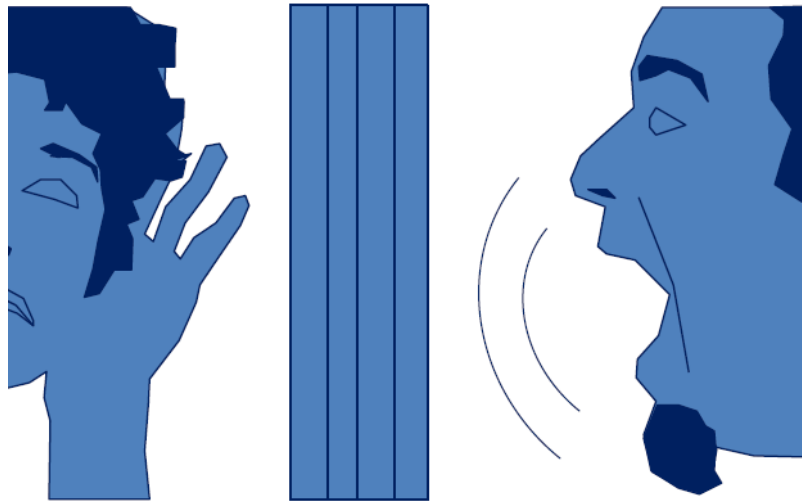


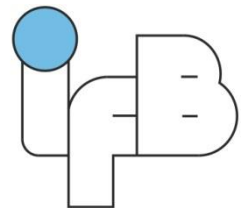
Ausführungsdetails zum Schallschutz

Worauf ist zu achten?



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



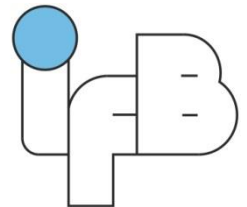
beraten
planen
prüfen

Überblick

- 1) Anforderungsniveau
- 2) Berechnungen im Holz-, Leicht- und Trockenbau
- 3) Zweischalige Konstruktionen
- 4) Praxisbeispiele bzw. Ausführungsdetails

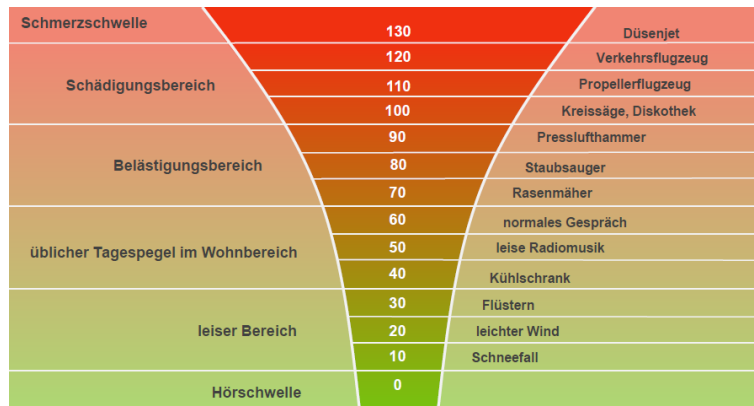
WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



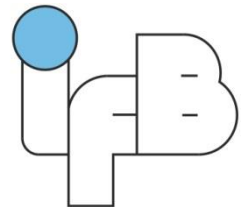
beraten
planen
prüfen

Anforderungsniveau



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI

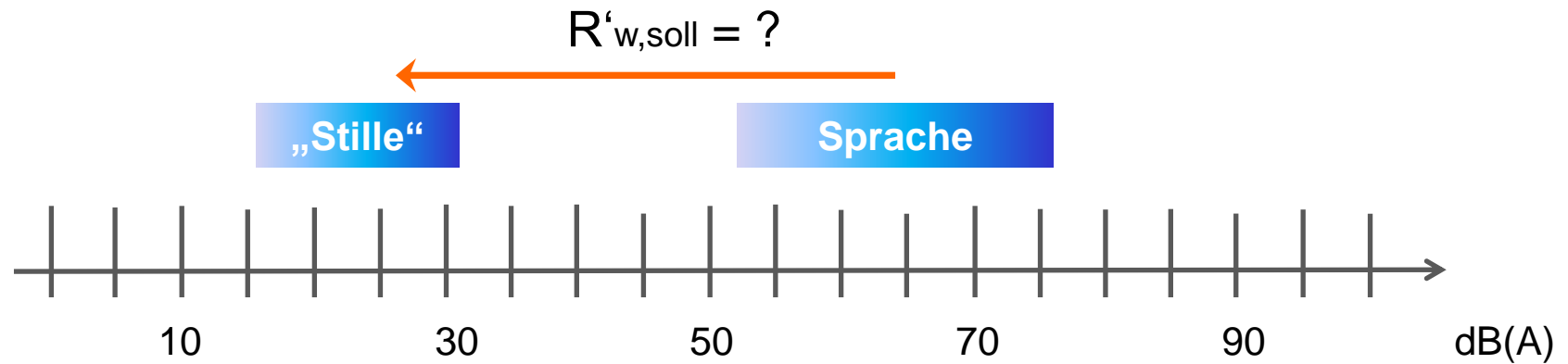


beraten
planen
prüfen

Erforderliche Schalldämmung?

$R'_{w,soll} = ?$ (Ermittlung gemäß VDI 4100: 2007-08)

$$R'_{w,soll} = L_{WA} + 6dB - L_{GA} + \Delta L + 10 \lg((S * 1m^2)/(S_{GS} * S_{GE})) dB + 2dB + K_i$$



Erforderliche Schalldämmung?

$R'_{w,soll} = ?$ (Ermittlung gemäß VDI 4100: 2007-08)

Beispiel Bürotrennwand

Trennwandfläche $S = 10 \text{ m}^2$
 Grundfläche Senderraum $S_{GS} = 10 \text{ m}^2$
 Grundfläche Empfangsraum $S_{GE} = 20 \text{ m}^2$

$$R'_{w,soll} = L_{WA} + 6dB - L_{GA} + \Delta L + 10 \lg\left(\frac{S * 1m^2}{S_{GS} * S_{GE}}\right) dB + 2dB + K_i$$

$$R'_{w,soll} = 68 + 6 - 25 + 3 + (-13) + 2 + 5 = 46 \text{ dB}$$

Schallquelle (Sprache)	L_{WA} in dB
Ruhige Sprechweise	58 – 63
Mittlere Sprechweise	63 – 73
Angehobene Sprechweise	68 – 78

68

Hör- und Verstehbarkeit der aus der Nachbarwohnung eindringenden Sprache	$\Delta L = L_{GA} - L_{SPR}$ in dB
Einwandfrei zu verstehen	-10
Noch zu verstehen	0
Im Allgemeinen nicht mehr zu verstehen, aber noch zu hören (Mindestwert zur Wahrung der Vertraulichkeit)	3
Noch zu verstehen, kaum zu hören	10
Nicht zu hören	15

Wohnsituation	L_{GA} in dB
Ruhige ländliche Einzelwohnung	15
Wohngebäude ohne stärkere Einwirkung von Außenlärm	20
Wohnungen mit erhöhter Außenlärmbelastung, z. B. in Kern- und Mischgebieten, und im Einwirkungsbereich lauter Straßen	25
Wohnungen an lauten Straßen	30

Schallquelle	K_i in dB
Weibliche Stimme	0 bis 5
Männliche Stimme	4 bis 7
Musikinstrumente und -geräte mit stärkeren Anteilen tiefer Frequenzen	10

5

Beiblatt 2 zu DIN 4109: 1989-11

Schallschutz im Hochbau, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Bereich

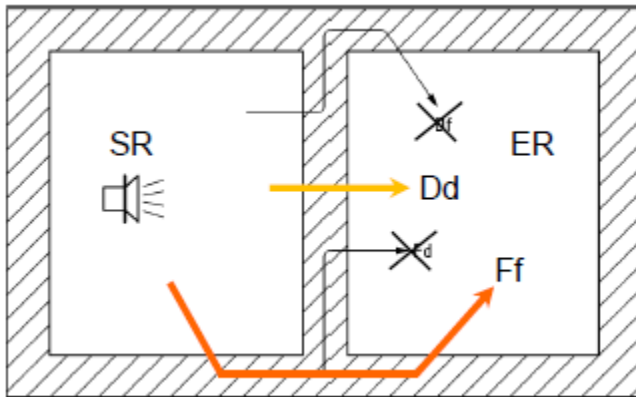
Bauteil	Empfehlung	
	Normaler Schallschutz bew. Schalldämm-Maß erf. R'_w	Erhöhter Schallschutz bew. Schalldämm-Maß erf. R'_w
Wände zwischen Räumen mit üblicher Bürotätigkeit	≥ 37 dB	≥ 42 dB
Wände zwischen Räumen für konzentrierte geistige Tätigkeit oder zur Behandlung vertraulicher Angelegenheiten	≥ 45 dB	≥ 52 dB

Weitergehende Informationen siehe:

Entwurf der VDI 2569: 2016-02

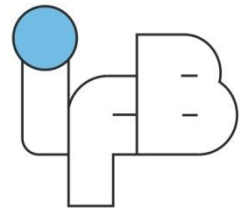
Schallschutz und akustische Gestaltung im Büro

Berechnungen im Holz-, Leicht- und Trockenbau



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



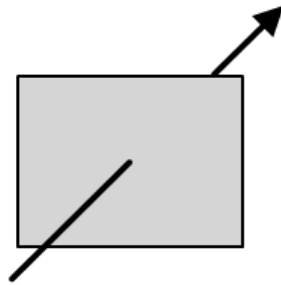
beraten
planen
prüfen

Begriffsdefinition

bewertetes
Schalldämm-Maß

Prüfwert: $R_{w,P}$
Rechenwert: $R_{w,R}$

R_w

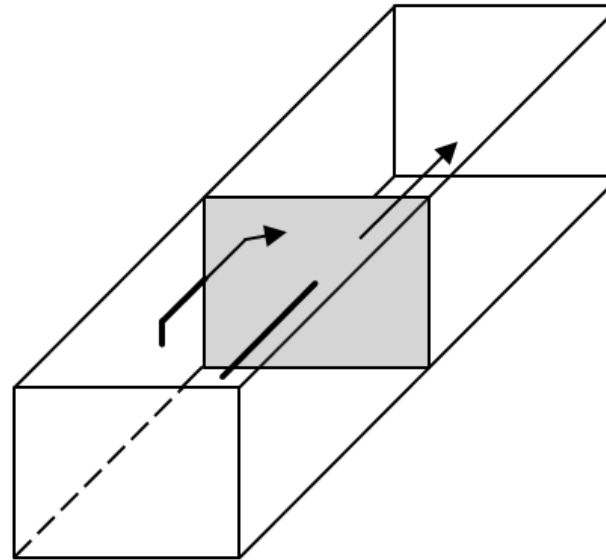


Schalldämmung
eines Bauteils

bewertetes
Bau-Schalldämm-Maß

„im eingebauten Zustand“
- inklusive Flanken -

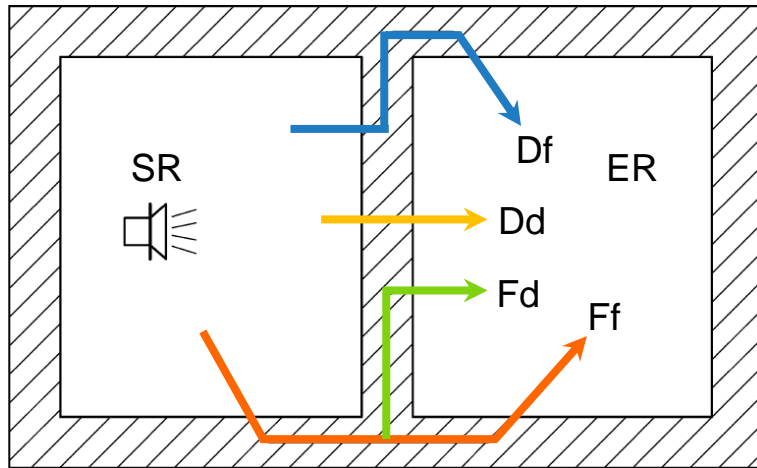
R'_w



Schalldämmung
zwischen Räumen im
Gebäude

Berechnung der Schalldämmung nach DIN 4109-2 (Allgemeine Form)

Luftschallübertragung über das Trennbauteil und die flankierenden Bauteile



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

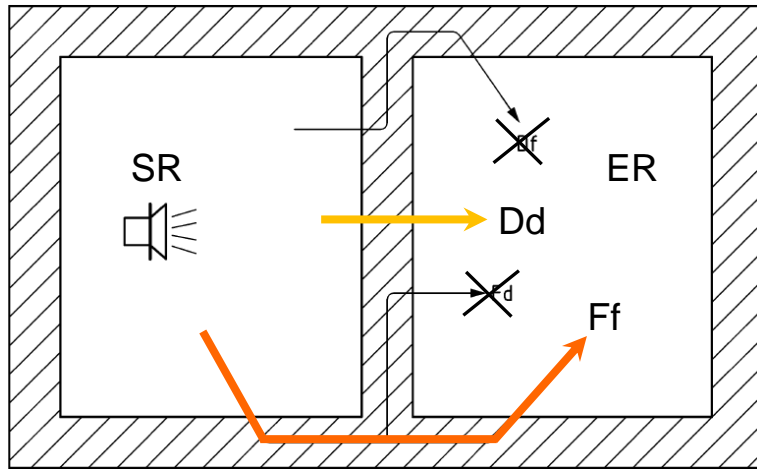
Zu berücksichtigende Schallübertragungswege bei der Berechnung

$$R'_w = -10 \lg \left[\underbrace{10^{-R_{Dd,w}/10}}_{1 \times} + \sum_{F=f=1}^n \underbrace{10^{-R_{Ff,w}/10}}_{3 \times} + \sum_{f=1}^n \underbrace{10^{-R_{Df,w}/10}}_{4 \times} + \sum_{F=1}^n \underbrace{10^{-R_{Fd,w}/10}}_{4 \times} \right]$$

➔ insgesamt 13 Übertragungswege

Berechnung der Schalldämmung für den Skelett- und Leichtbau

Luftschallübertragung über das Trennbauteil und die flankierenden Bauteile



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

Zu berücksichtigende Schallübertragungswege bei der Berechnung

$$R'_w = -10 \lg \left[\underbrace{10^{-R_{Dd,w}/10}}_{1x} + \sum_{F=f=1}^n \underbrace{10^{-R_{Ff,w}/10}}_{4x} \right] \quad \text{mit:} \quad R_{Ff,w} = D_{n,f,w} + 10 \log \frac{l_{lab}}{l_f} + 10 \log \frac{S_s}{A_0}$$

➔ insgesamt 5 Übertragungswege

Berechnung der Schalldämmung für den Skelett- und Leichtbau

Überschlägiger Nachweis für den Skelett- und Leichtbau

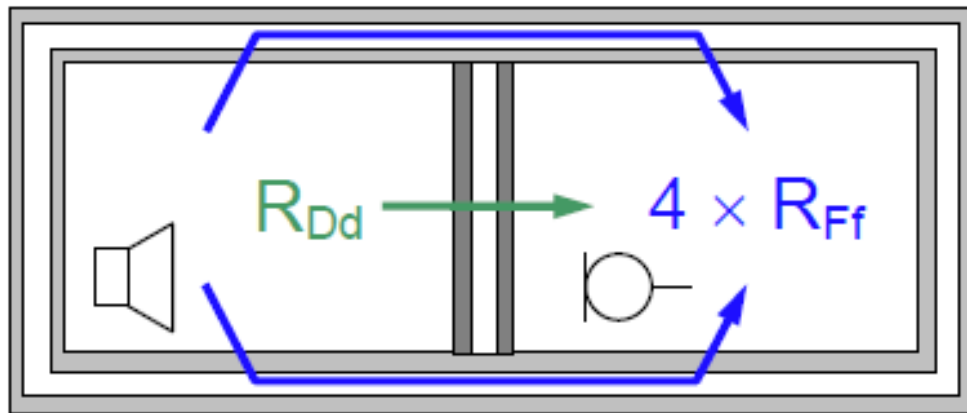
- Auf die Berechnung der resultierenden Schalldämmung kann verzichtet werden, wenn alle maßgeblichen Übertragungswege, das heißt der Weg Dd und die vier Flankenwege Ff, folgenden Bedingungen erfüllen:

$$R_{Dd,w} \geq \text{erf. } R'_w + 5 \text{ dB}$$
$$D_{n,f,w} \geq \text{erf. } R'_w + 5 \text{ dB}$$

erf. R'_w = erforderliches Bau-Schalldämm-Maß der Trennwand

Hinweise:

- Der Rechenansatz geht von circa vier pegelbestimmenden Übertragungswegen aus
- Die bauteilbezogenen Anforderungen (Ergebnis des vereinfachten Ansatzes) beziehen sich auf Rechenwerte



Berechnung der Schalldämmung für den Skelett- und Leichtbau

Beispielrechnung (hier: $R'_{w,soll} = 45 \text{ dB}$)

Trennende Bauteile:

	J / N	Fläche [m ²]	$R_{Dd,w,R}$ [dB]
Gipskartonständerw erksw and	J	12,0	50,0
Fassadenanschlussschw ert	J	2,0	50,0
Gesamtfläche / resultierendes Schalldämm-Maß		14,0	50,0

Beschreibung Flankierende Bauteile:	Wand Decke Fußboden Sonstiges	$D_{n,f,w,R}$	Kantenlänge trennendes / flankierendes Bauteil	$R_{Ff,w,R}$
	[-]	[dB]	[m]	[dB]
Fassade	W	50	2,8	51,5
Boden	F	50	5,0	51,0
Innenw and	W	50	2,8	51,5
Decke	D	70	5,0	71,0

$$R'w = \mathbf{44,9}$$

Berechnung der Schalldämmung für den Skelett- und Leichtbau

Beispielrechnung (hier: $R'_{w,soll} = 45 \text{ dB}$)

Trennende Bauteile:

	J / N	Fläche [m ²]	$R_{Dd,w,R}$ [dB]
Gipskartonständerwerkswand mit doppelten Ständerwerk	J	12,0	65,0
Fassadenanschlusswert	J	2,0	50,0
Gesamtfläche / resultierendes Schalldämm-Maß		14,0	57,7

Beschreibung Flankierende Bauteile:	Wand Decke Fußboden Sonstiges	$D_{n,f,w,R}$	Kantenlänge trennendes / flankierendes Bauteil	$R_{Ff,w,R}$
	[-]	[dB]	[m]	[dB]
Fassade	W	50	2,8	51,5
Boden	F	50	5,0	51,0
Innenwand	W	50	2,8	51,5
Decke	D	70	5,0	71,0

$$R'_{w} = \mathbf{46,2}$$

Berechnung der Schalldämmung für den Skelett- und Leichtbau

Beispielrechnung (hier: $R'_{w,soll} = 45 \text{ dB}$)

Trennende Bauteile:

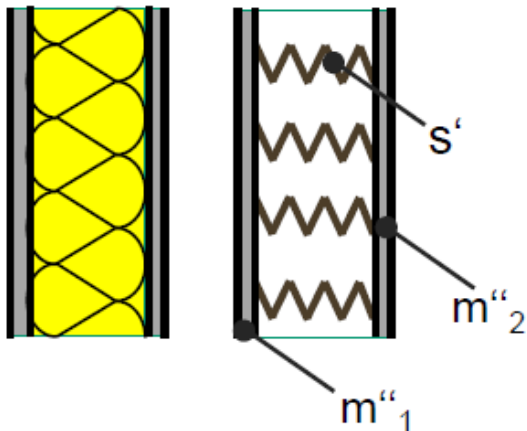
	J / N	Fläche [m ²]	$R_{Dd,w,R}$ [dB]
Gipskartonständerwerkswand mit doppelten Ständerwerk	J	12,0	65,0
Fassadenanschlusswert	J	2,0	50,0
Gesamtfläche / resultierendes Schalldämm-Maß		14,0	57,7

Beschreibung Flankierende Bauteile:	Wand Decke Fußboden Sonstiges	$D_{n,f,w,R}$	Kantenlänge trennendes / flankierendes Bauteil	$R_{Ff,w,R}$
	[-]	[dB]	[m]	[dB]
ungefüllter Pfosten einer P-R-Fassade	W	40	2,8	41,5
Boden	F	50	5,0	51,0
Innenwand	W	50	2,8	51,5
Decke	D	70	5,0	71,0

$$R'_{w} = \mathbf{40,5}$$

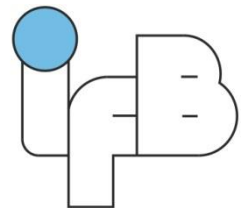
Fazit: „Das schwächste Bauteil bestimmt die erreichbare Schalldämmung.“

Zweischalige Konstruktionen



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI

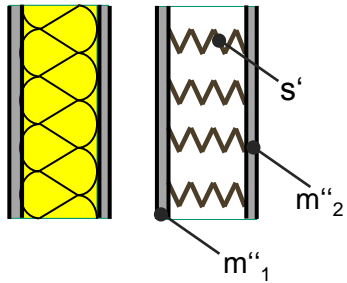


beraten
planen
prüfen

Zweischalige Bauteile

Prinzip

- Erhöhung der Schalldämmung durch zwei ganz oder teilweise getrennte Schalen
- Entkopplung nur oberhalb Resonanzfrequenz f_0 wirksam



Medium (z. B. Luft) zwischen den Schalen wirkt als Feder

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{s' \left(\frac{1}{m''_1} + \frac{1}{m''_2} \right)}$$

m''_1 = Flächenmasse der 1. Schale

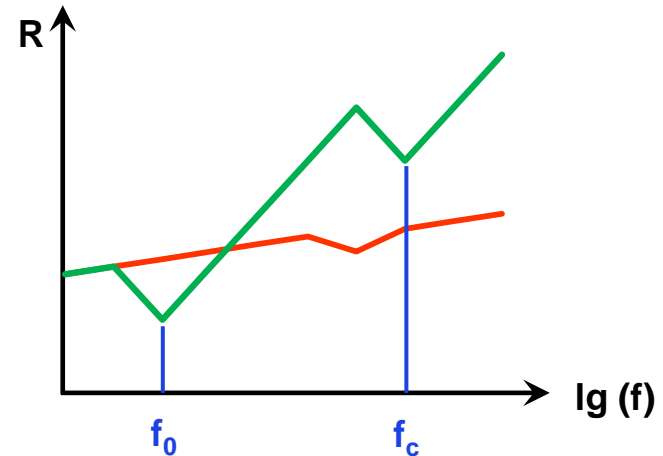
m''_2 = Flächenmasse der 2. Schale

s' = dyn. Steifigkeit des Mediums zwischen den Schalen

$s' \approx 0,140/d$ MN/m³ für Luftspalt

$s' \approx 0,111/d$ MN/m³ für Luftspalt mit MW (d in m)

Schalldämmung von ein- und zweischaligen Bauteilen im Vergleich (schematisch):



— einschalig

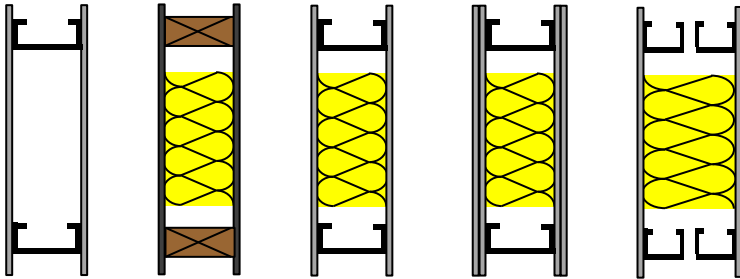
— zweischalig mit gleicher Flächenmasse

f_0 = Resonanzfrequenz

f_c = Koinzidenzgrenzfrequenz der Einzelschalen

Zweischalige Bauteile

Bei zweischaligen Bauteilen gibt es eine Vielzahl unterschiedlicher Konstruktionsvarianten:



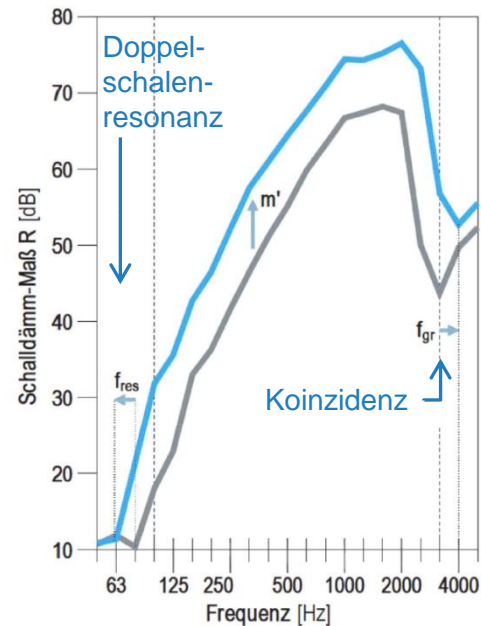
- leerer oder bedämpfter Hohlraum
- Material und Aufbau von Ständern und Beplankung
- ein- oder mehrlagige Beplankung
- einfaches und getrenntes Ständerwerk

Die höchste Schalldämmung wird erreicht bei:

- guter Entkopplung der Schalen (großer Schalenabstand und/oder getrennte Ständer)
- ausreichender Bedämpfung des Hohlraums (zur Vermeidung stehender Wellen)

Beispiel für die Schalldämmung eines zweischaligen Bauteils (hier: GK-Wand mit unterschiedlicher Bekleidung)

Beispiel: Silentboard Fa. Knauf



Schallschutz-Vorteil der Silentboard entsteht durch:

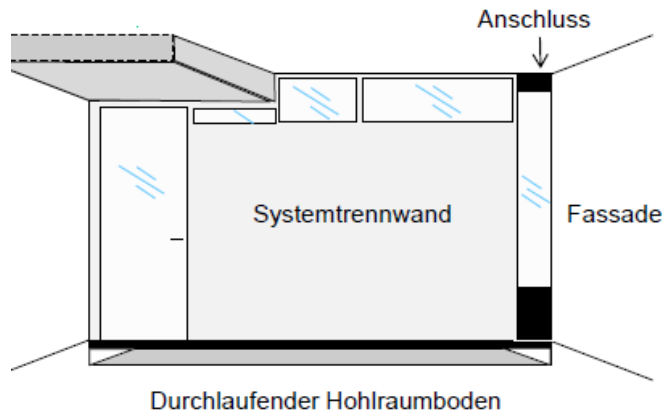
höhere Biegeweichheit (Einfluss auf f_{gr})
und gesteigerter flächenbezogener Masse (Einfluss auf f_{res})

- f_{gr} und f_{res}
Schalltechnisch günstige Verschiebung der **Koinzidenzgrenzfrequenz** f_{gr} und **Resonanzfrequenz** f_{res} in bauakustisch unkritische Bereiche
- m'
höhere flächenbezogene Masse
17,5 kg/m²

- W111 - 12,5 mm Silentboard
- W111 - 12,5 mm GKB

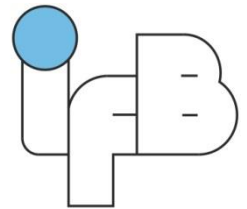
Auszug Produktunterlage Fa. Knauf

Praxisbeispiel I



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Systemtrennwand mit Türkonstruktion

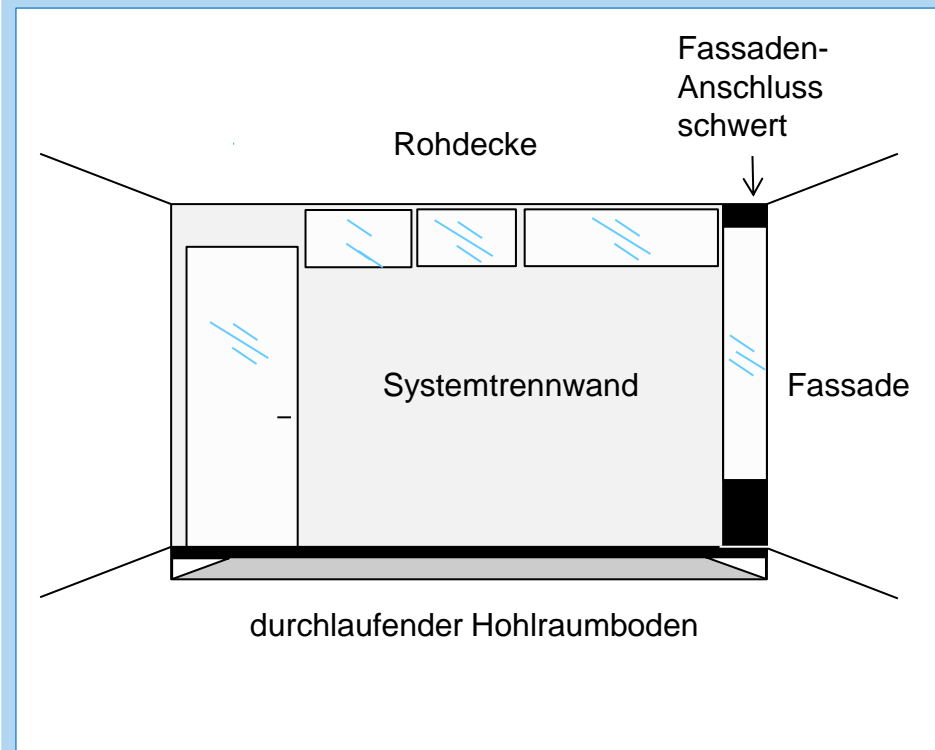
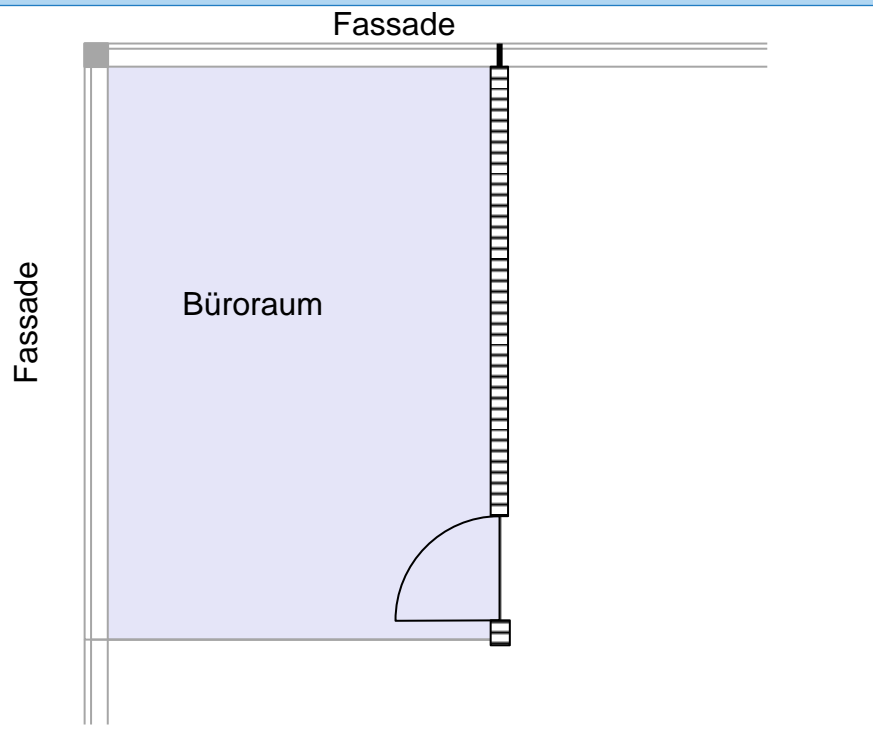
Bauteil: Trennwand inklusive Tür

Projektspezifische Anforderung:

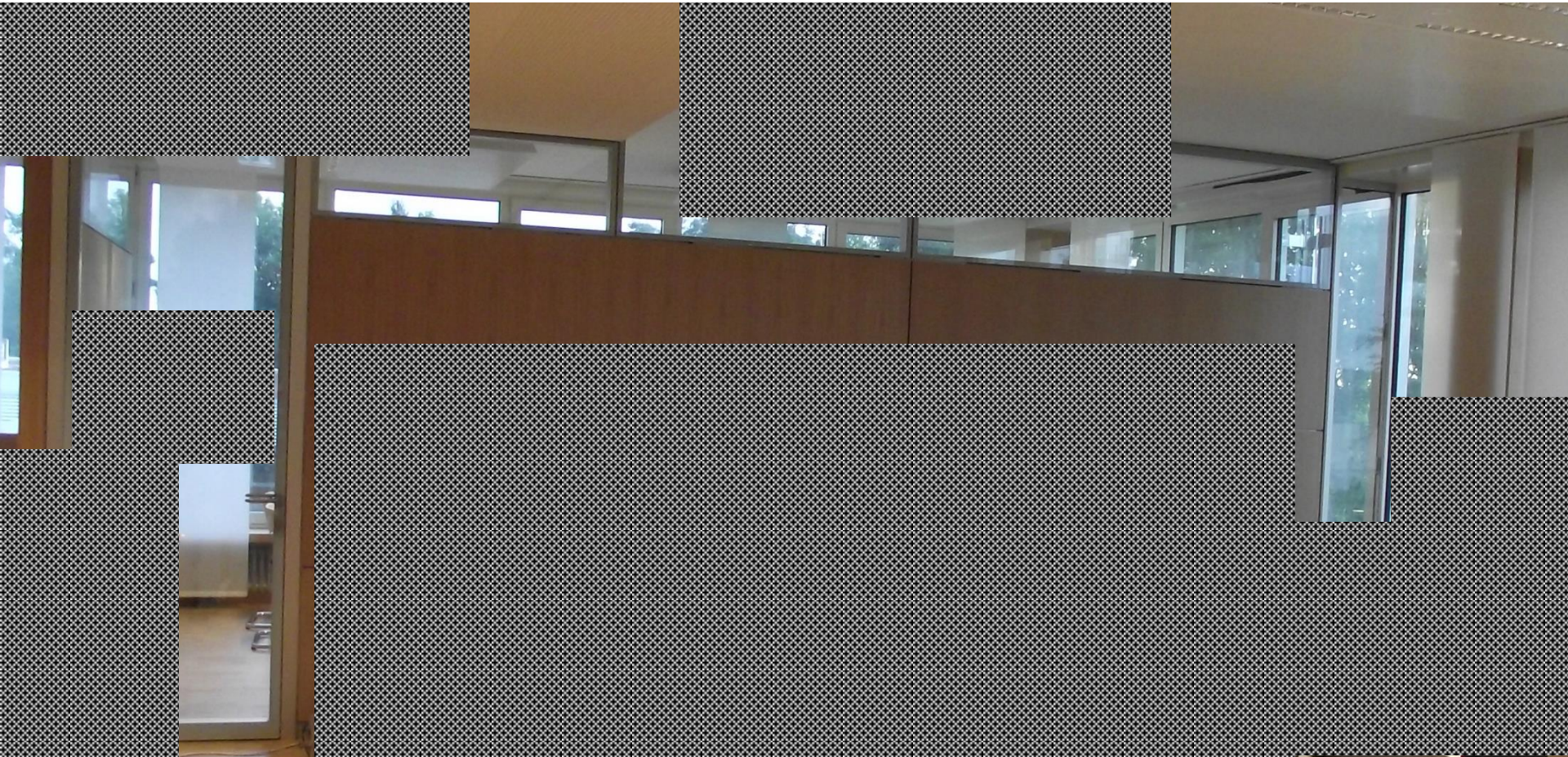
bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 38$ dB

Grundriss

Ansicht



Teilflächig verglaste Systemtrennwand mit Türkonstruktion



Teilflächig verglaste Systemtrennwand mit Türkonstruktion

Bauteil: Trennwand inklusive Tür	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 38$ dB
Messergebnis:	$R'_w = 33-35$ dB



Provisorische Maßnahmen:

- Fugen abgedichtet
- raumakustisch wirksame Sturzblende mittels Schott abgedichtet







Provisorische Maßnahmen:
Fugen abgedichtet



Unzureichender Überstand der absenkbaren Bodendichtung

Musterlösung



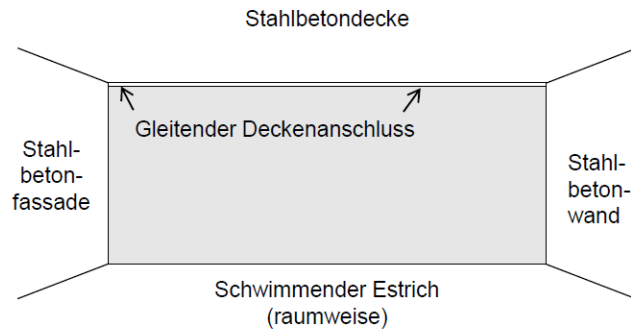


**Absenkbare Bodendichtung
provisorisch abgedichtet**

Teilflächig verglaste Systemtrennwand mit Türkonstruktion

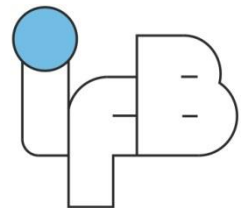
Bauteil: Trennwand inklusive Tür	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 38$ dB
Messergebnis vor Durchführung der Abdichtmaßnahmen:	$R'_w = 33-35$ dB
Messergebnis nach Durchführung der provisorischen als auch der endgültig durchgeführten Abdichtmaßnahmen:	$R'_w = 38-39$ dB

Praxisbeispiel II



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Gipskartonständerwerkswand mit gleitenden Deckenanschluss

Bauteil: Trennwand

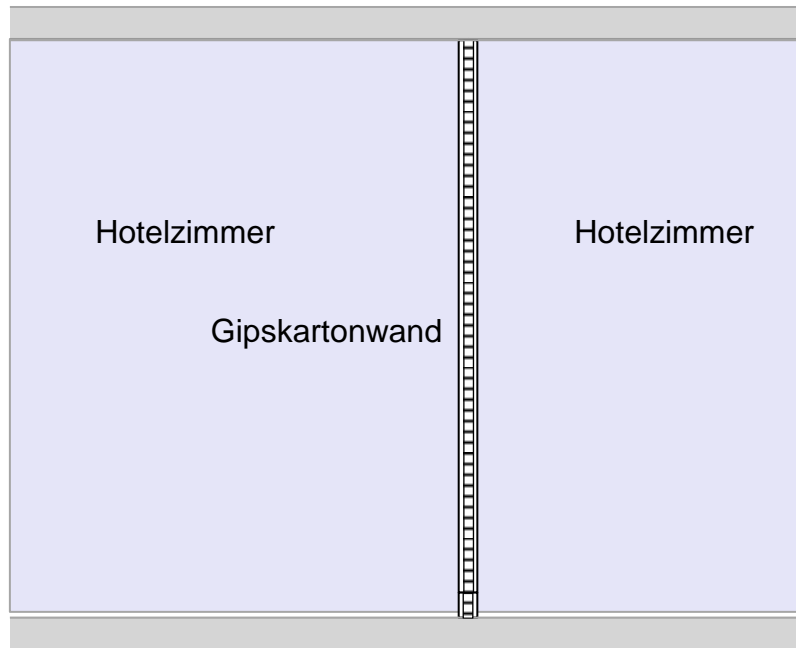
Projektspezifische Anforderung:

bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 49$ dB

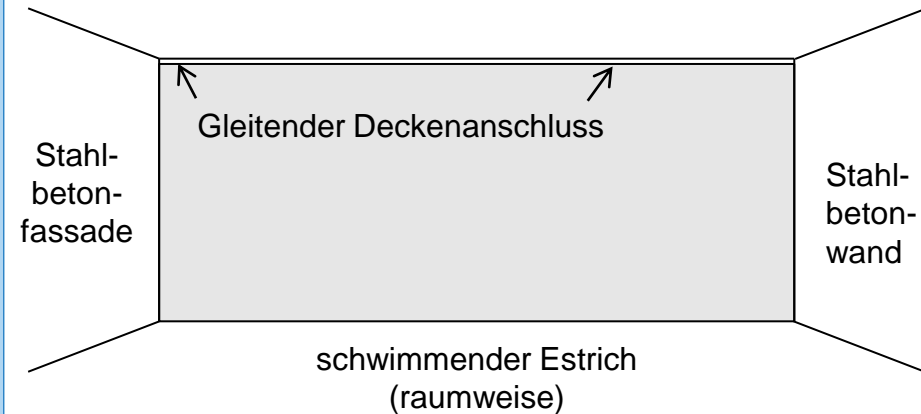
Grundriss

Ansicht

Stahlbetonfassade



Stahlbetondecke



Gipskartonständerwerkswand mit gleitenden Deckenanschluss



$R_{w,R} = 53 \text{ dB}$
(Gipskartonständerwerkswand)

Gipskartonständerwerkswand mit gleitenden Deckenanschluss

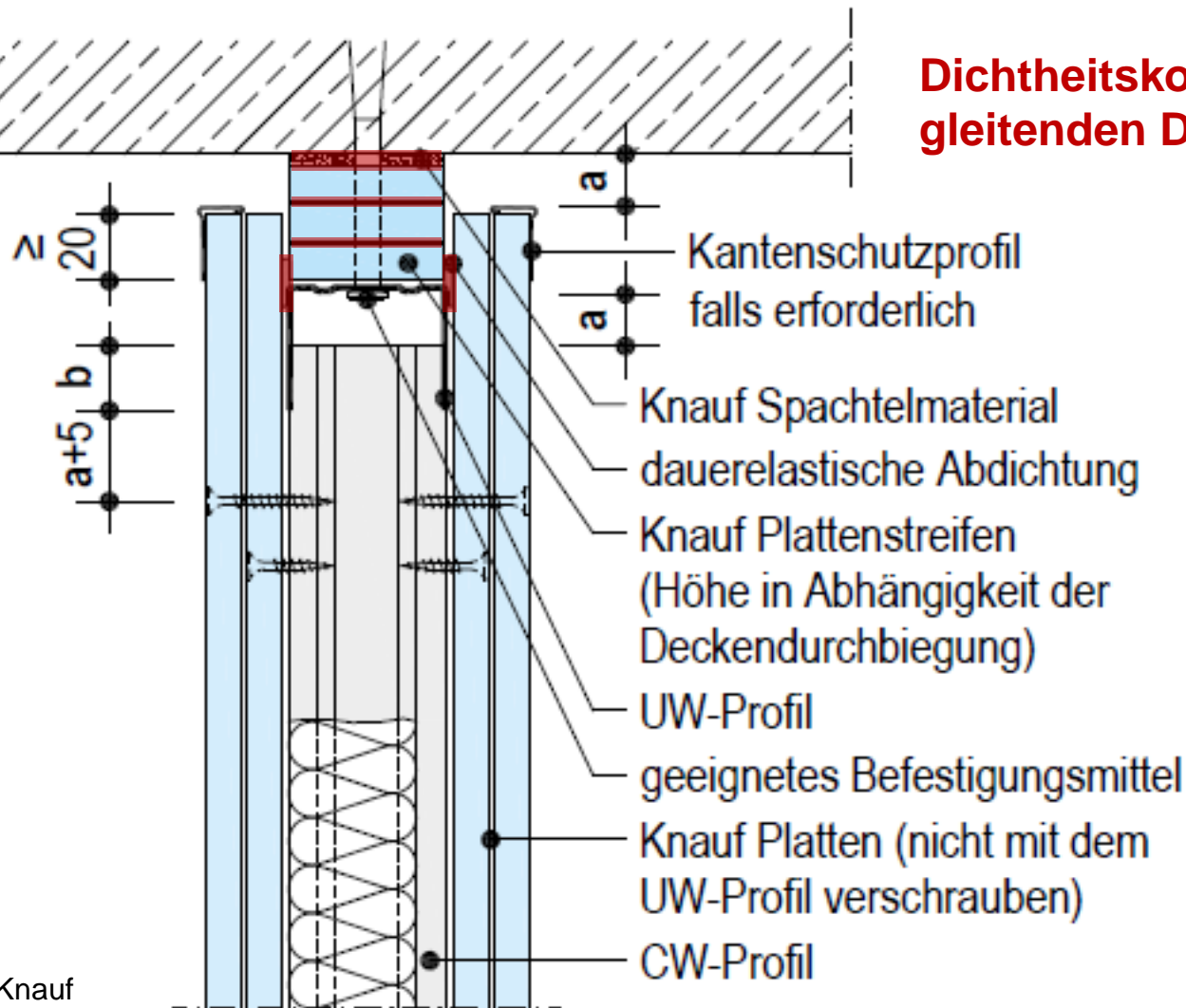
Bauteil: Trennwand	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 49$ dB
Messergebnis:	$R'_w = 34$ dB



1. Beplankung endet auf
Höhe des UW-Profiles

Gipskartonständerwerkswand mit gleitenden Deckenanschluss

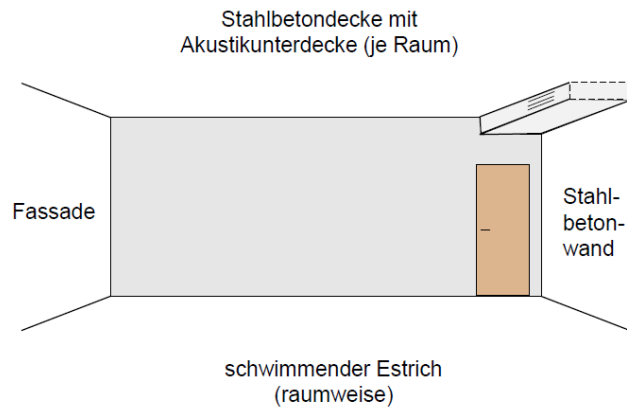
Dichtheitskonzept des gleitenden Deckenanschlusses



Gipskartonständerwerkswand mit gleitenden Deckenanschluss

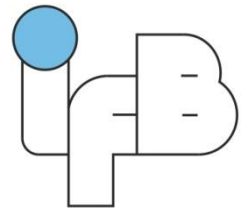
Bauteil: Trennwand	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 49$ dB
Messergebnis vor Durchführung der Abdichtmaßnahmen:	$R'_w = 34$ dB
Messergebnis nach Durchführung der Abdichtmaßnahmen:	$R'_w = 49$ dB

Praxisbeispiel III



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Gipskartonständerwerkswand mit Verbindungstür

Bauteil: Trennwand inklusive Tür

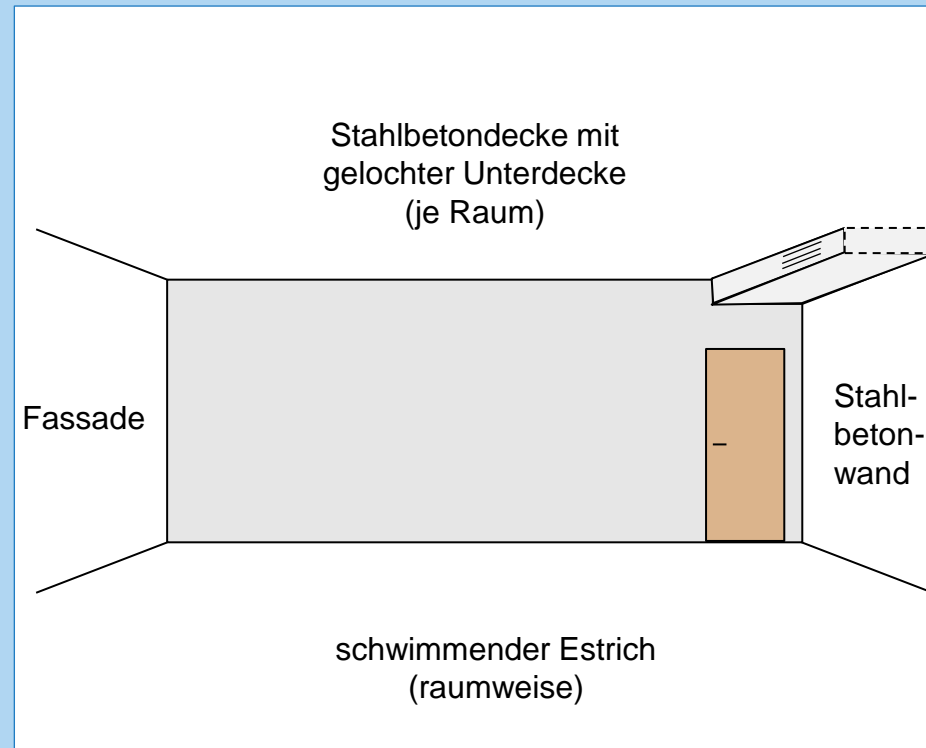
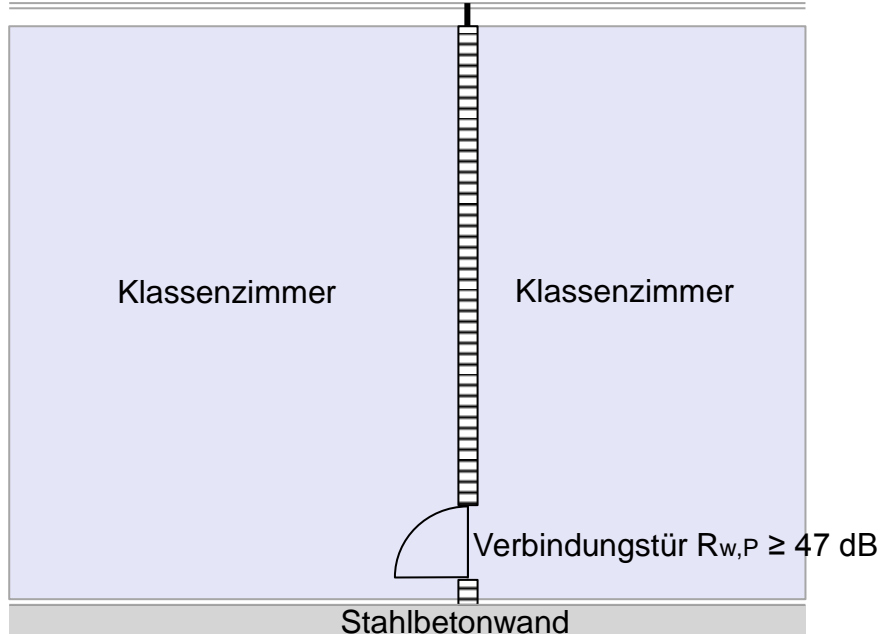
Projektspezifische Anforderung:


bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 47$ dB

Grundriss

Ansicht

Elementfassade mit $R_{L,w,P} \geq 54$ dB





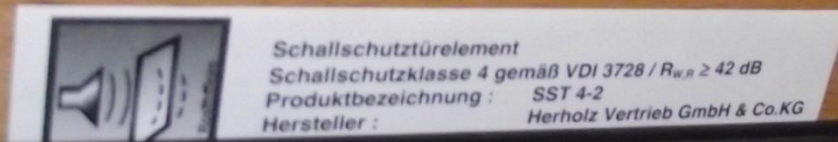
$R_{w,R} = 59 \text{ dB}$
(Gipskartonständerwerkswand mit
Diamant-Beplankung)

Gipskartonständerwerkswand mit Verbindungstür

Bauteil: Trennwand inklusive Tür	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 47$ dB
Messergebnis:	$R'_w = 45-46$ dB

Türkonstruktion:

$R_{w,R} = 42 \text{ dB}$ bzw. $R_{w,P} = 47 \text{ dB}$



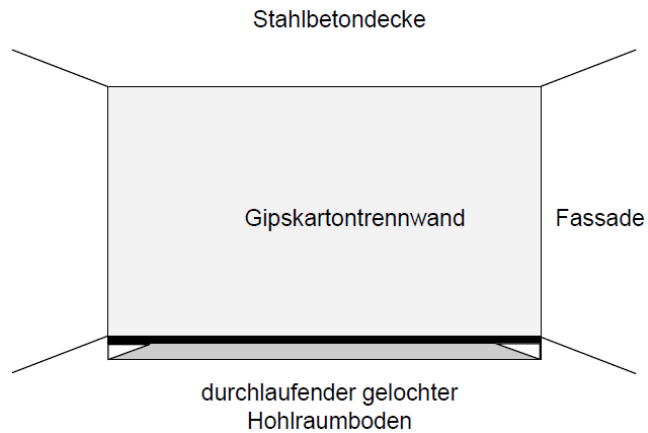


**Musterlösung:
Estrichtrennung inklusive
Belagtrennung
(Beispielfoto)**

Gipskartonständerwerkswand mit Verbindungstür

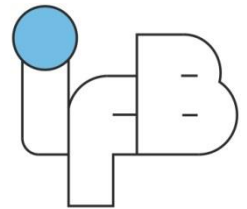
Bauteil: Trennwand inklusive Tür	Projektspezifische Anforderung:
	bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 47$ dB
Messergebnis vor Durchführung der Estrichtrennung:	$R'_w = 45-46$ dB
Messergebnis nach Durchführung der Estrichtrennung:	$R'_w = 47$ dB

Praxisbeispiel IV



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Gipskartonständerwerkswand auf gelochtem Hohlraumboden

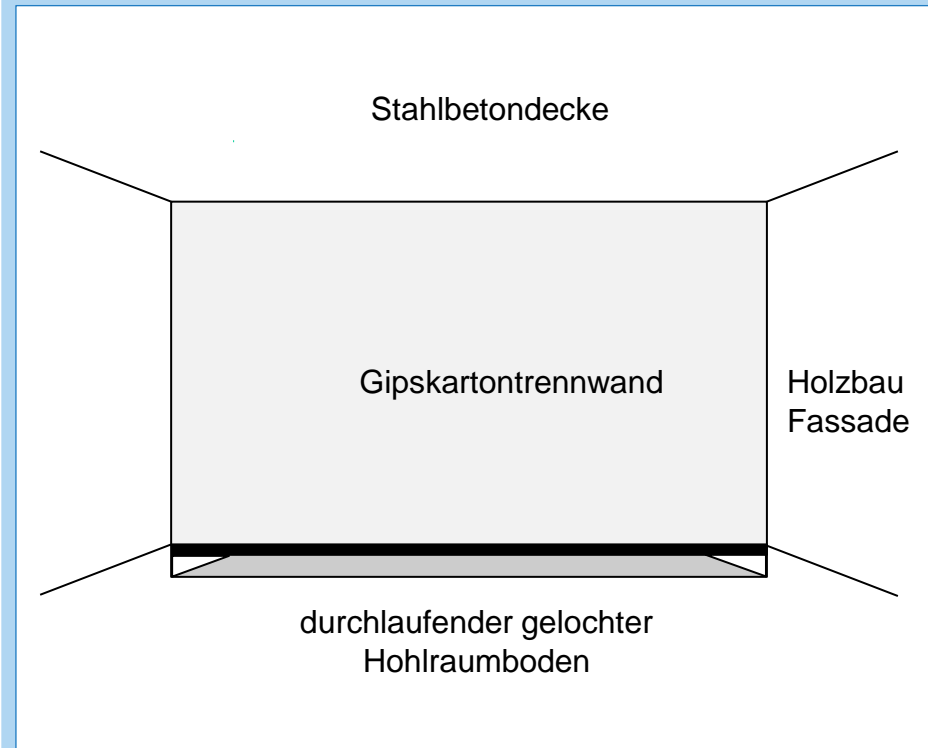
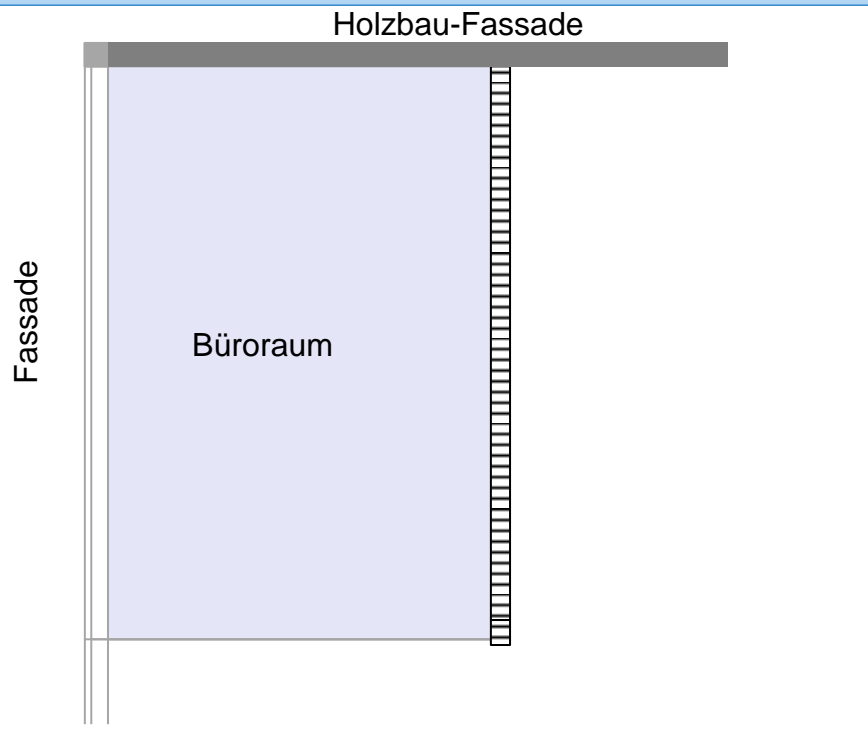
Bauteil: Trennwand

Projektspezifische Anforderung:

bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 37$ dB

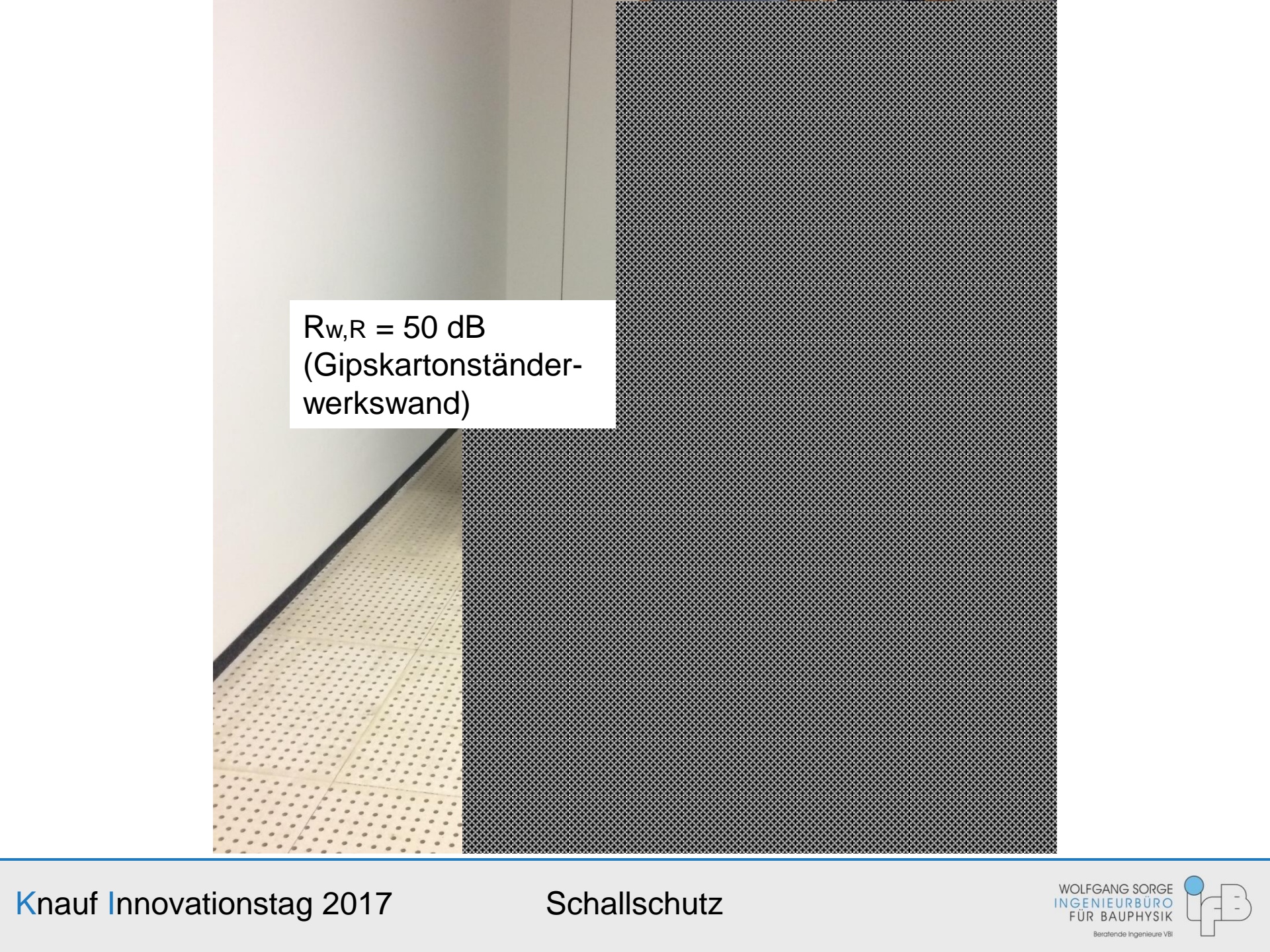
Grundriss

Ansicht

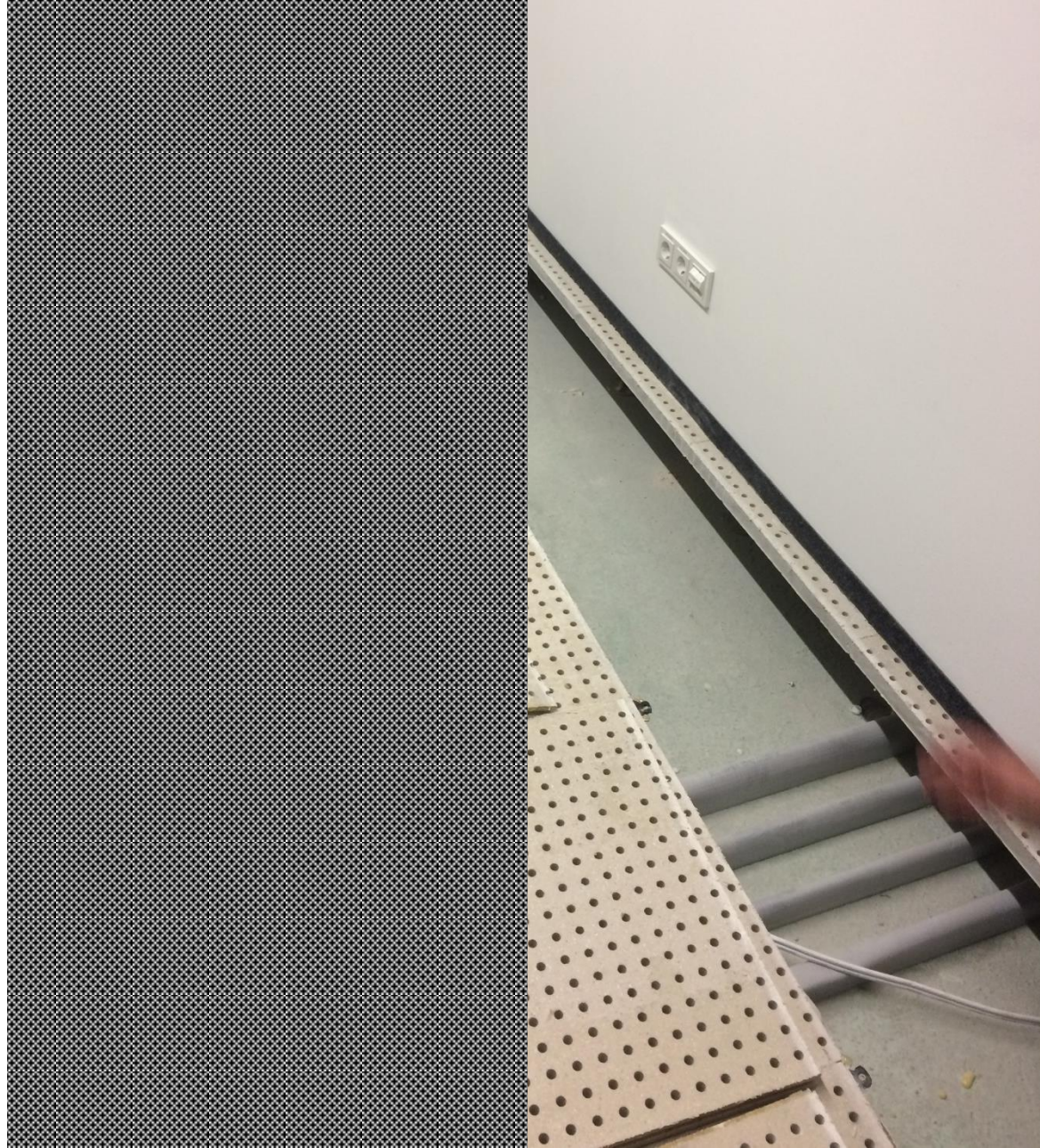


Gipskartonständerwerkswand auf gelochtem Hohlraumboden

Bauteil: Trennwand	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 37$ dB
Messergebnis:	$R'_w = 28-30$ dB



$R_{w,R} = 50 \text{ dB}$
(Gipskartonständer-
werkswand)





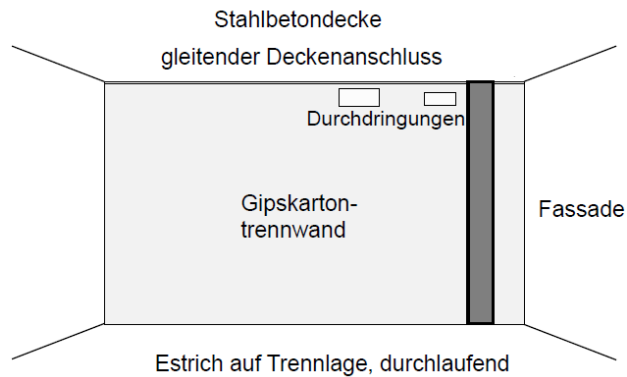
Mineralfaser-Schott nachgerüstet



Gipskartonständerwerkswand auf gelochtem Hohlraumboden

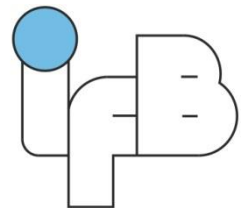
Bauteil: Trennwand	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 37$ dB
Messergebnis vor Ausführung des MF-Schotts:	$R'_w = 28-30$ dB
Messergebnis nach Ausführung des MF-Schotts:	$R'_w = 40-41$ dB

Praxisbeispiel V



WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Gipskartonständerwerkswand mit Gipskartonanschlusschwert

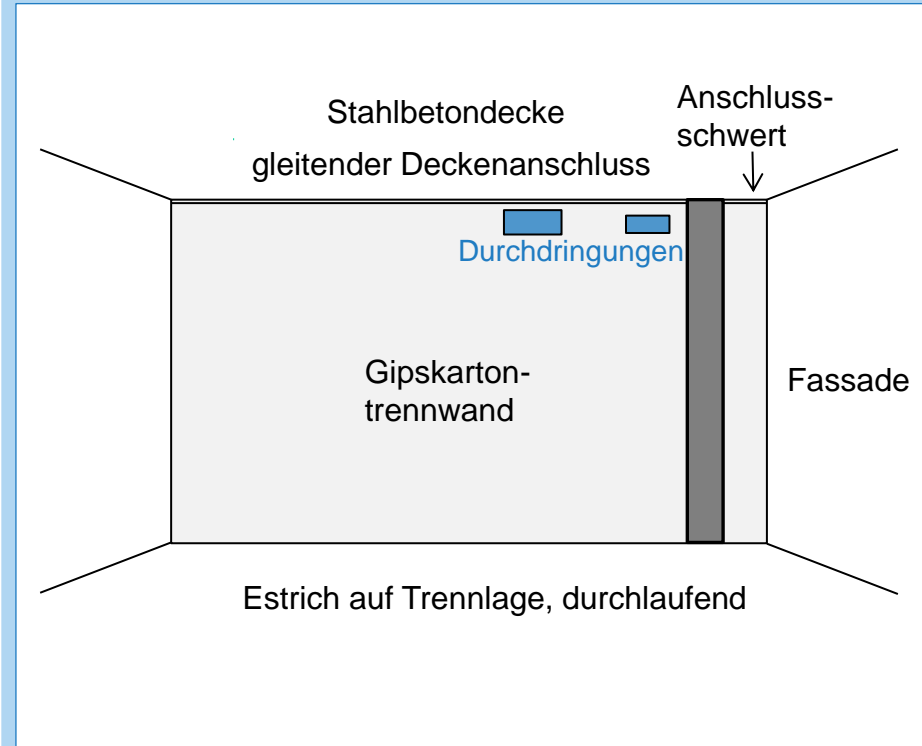
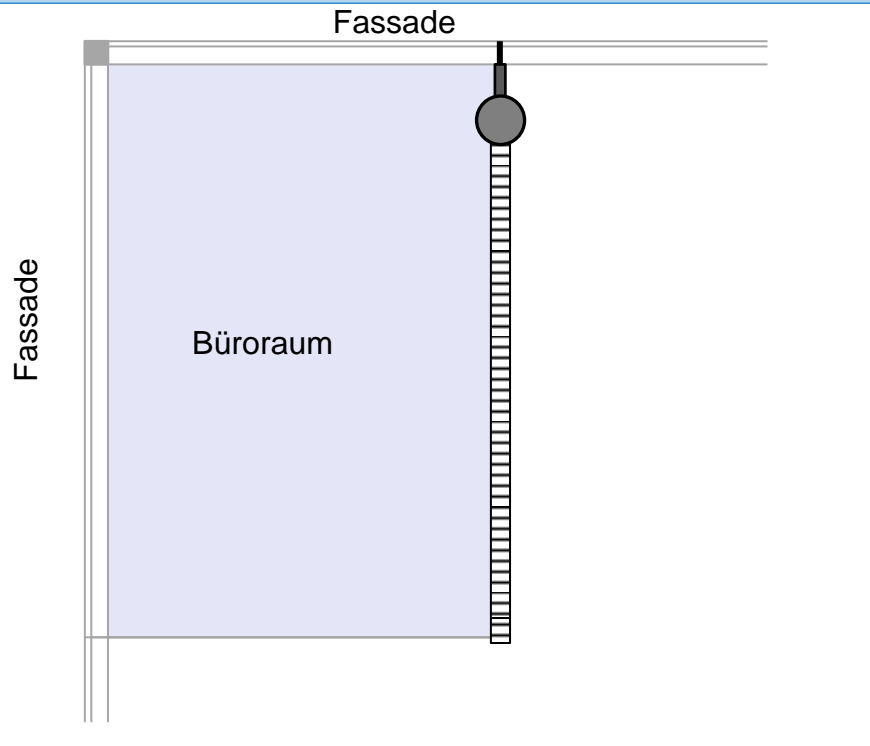
Bauteil: Trennwand


Projektspezifische Anforderung:

bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 42$ dB

Grundriss

Ansicht





$R_{w,R} = 52 \text{ dB}$
(Gipskartonständerwerkswand)

Gipskartonständerwerkswand mit Gipskartonanschlussschwert

Bauteil: Trennwand	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 42$ dB
Messergebnis:	$R'_w = 39-41$ dB









Gipskartonständerwerkswand mit Gipskartonanschlussschwert

Bauteil: Trennwand	Projektspezifische Anforderung: bew. Bau-Schalldämm-Maß erf. $R'_w \geq 42$ dB
Messergebnis vor Durchführung der Verbesserungsmaßnahmen:	$R'_w = 39-41$ dB
Messergebnis nach Durchführung von provisorischen Verbesserungsmaßnahmen:	$R'_w = 43-45$ dB

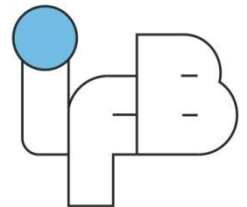
Fragen



Wilfried Wieland
www.ifbSorge.de

WOLFGANG SORGE
INGENIEURBÜRO
FÜR BAUPHYSIK

Beratende Ingenieure VBI



beraten
planen
prüfen

Abschlusstest

Warum wird die geforderte Wandschalldämmung von $R'_w = 50$ dB nicht erreicht?



- (A) Es müssen mehr Kabel installiert sein, um eine ausreichende Bedämpfung zu erhalten.
- (B) Der Ausschnitt ist zu unsauber, nur gerade Kanten brechen den Schall.
- (C) Wenn man die Gipskartonlochdecke anschließt, passt das schon.