



Schallschutz von Treppen



Dipl.-Ing. Christoph Fichtel



STEP

*Schalltechnisches
Treppen-, Entwicklungs-
und Prüfinstitut GmbH*

KURZUNDFISCHER
Beratende Ingenieure ■ Bauphysik

www.kurz-fischer.de

Winnenden Halle (Saale) Bottrop Feldkirchen-Westerham Bretten



*Schalltechnisches
Treppen-, Entwicklungs-
und Prüfinstitut GmbH*

- ▶ Forschung und Entwicklung an Treppen im Treppenprüfstand
 - Prüfzeugnisse
 - Optimierung
 - Rechenverfahren
- ▶ Schalltechnische Beratung in der Planungsphase
- ▶ Gutachten bei „Schadensfällen“
 - Beurteilung und ggf. Sanierungsvorschläge

- ▶ Anforderungen an Treppen
 - DIN 4109, VDI 4100, DEGA Schallschutzpass

- ▶ Derzeitige Planungsgrundlagen

- ▶ Vorstellung eines Rechenmodells

- ▶ Berechnung einer Bausituation

- ▶ Schadensfälle

- ▶ Zusammenfassung

Treppenarten



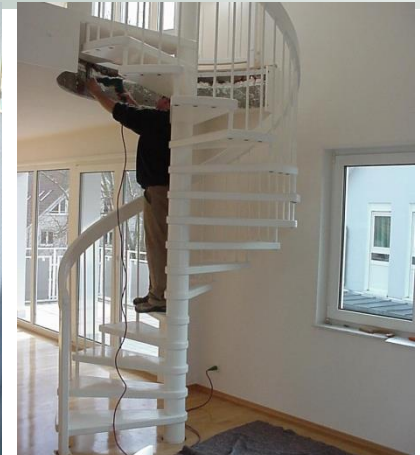
Holzwangentreppe



Stahl-Holztreppe



Bolzentreppe



Spindeltreppe



Massivtreppe – Podeste und Treppenläufe

- ▶ DIN 4109 - Schallschutz im Hochbau
- ▶ VDI 4100 - Wohnungen - Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz
- ▶ DEGA-Empfehlung 103 - Schallschutzausweis

Zeile	Bauteile	Anforderungen	
		erf. R'_w bzw. erf. R_w bei Türen dB	erf. $L'_{n,w}$ dB
Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen			
2	Wohnungstrenndecken (auch -treppen)	54	53
3	Decken über Kellern, Hausfluren, Treppenräumen unter Aufenthaltsräumen	52	53
11	Treppenläufe und -podeste	-	58
12	Wohnungstrennwände	53	
13	Treppenraumwände und Wände neben Hausfluren	52	
16	Türen, die von Hausfluren oder Treppenräume in Flure oder Dielen von Wohnungen führen	27	
17	Türen, die von Hausfluren oder Treppenräumen unmittelbar in Aufenthaltsräume von Wohnungen führen	37	

▶ Nach DIN 4109 - Beiblatt 2

Zeile	Bauteile		
		erf. R'_w bzw. erf. R_w bei Türen dB	erf. $L'_{n,w}$ dB
Geschosshäuser mit Wohnungen und Arbeitsräumen			
10	Treppenläufe- und Podeste	-	≤ 46

- ▶ 2014 soll eine überarbeitete Fassung der DIN 4109 erscheinen. Es sind keine erhöhten Anforderungen mehr enthalten.

VDI 4100 „Schallschutz von Wohnungen“ Schallschutzstufen zur privatrechtlichen Vereinbarung

Kennwerte für Schallschutzstufen von Wohnungen in Mehrfamilienhäusern zwischen Aufenthaltsräumen und fremden Treppenhäusern

Schallschutzstufe I:

Bei rücksichtsvoller Verhaltensweise der Bewohner werden unzumutbare Belästigungen vermieden

Gehgeräusche sind „im allgemeinen störend“

Schallschutzstufe II:

Bewohner finden im allgemeinen Ruhe

Gehgeräusche sind „im allgemeinen nicht mehr störend“

Schallschutzstufe III:

Bewohner finden ein hohes Maß an Ruhe

Gehgeräusche sind „nicht störend“

Zunehmender Wohnkomfort

Schallschutzstufe I:

$$L'_{n,T,w} \leq 51 \text{ dB}$$

Schallschutzstufe II:

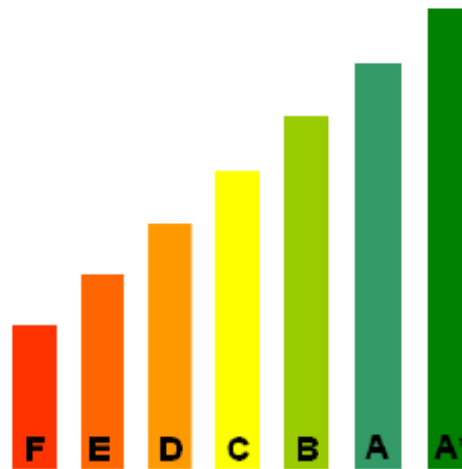
$$L'_{n,T,w} \leq 44 \text{ dB}$$

Schallschutzstufe III

$$L'_{n,T,w} \leq 37 \text{ dB}$$

DEGA-Empfehlung 103

Schallschutz im Wohnungsbau - Schallschutzausweis



März 2009

Tabelle 10: orientierende Beschreibungen der subjektiven Wahrnehmbarkeit von üblichen Geräuschen aus benachbarten Wohneinheiten

	F	E	D	C	B	A	A*
laute Sprache	einwandfrei zu verstehen, sehr deutlich hörbar		einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar
Angehobene Sprache	einwandfrei zu verstehen, sehr deutlich hörbar	einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar	
Normale Sprache	einwandfrei zu verstehen, deutlich hörbar	teilweise zu verstehen, im Allgemeinen hörbar	im Allgemeinen nicht verstehbar, teilweise hörbar	nicht verstehbar, noch hörbar	nicht verstehbar, nicht hörbar		
Sehr laute Musik	sehr deutlich hörbar					deutlich hörbar	hörbar
Laute Musik	sehr deutlich hörbar				deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar
Normale Musik	sehr deutlich hörbar			deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar
Wasserinstallationen, Urinieren	sehr deutlich hörbar	deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar		
Betätigungsspitzen	sehr deutlich hörbar		deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar	
Nutzergeräusche bei normaler Handhabung	sehr deutlich hörbar		deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar	
Gehgeräusche	Sehr deutlich hörbar		deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar	nicht hörbar
Spielende Kinder	sehr deutlich hörbar			deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar
Haushaltsgeräte	sehr deutlich hörbar			deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar
Bedingungen für die Gültigkeit der Beschreibungen:							
<ol style="list-style-type: none"> Nachhallzeit im Empfangsraum $T = 0,5$ s (bzw. Absorptionsfläche $A = 10$ m²) und übliches Volumen des Empfangsraums von 30 bis 60 m³ Übertragungsfläche wie zwischen üblichen Wohn- bzw. Schlafräumen von 10 bis 15 m² stetiger Frequenzverlauf der Schalldämmung/Trittschallpegel ohne auffällige Einbrüche Grundgeräuschpegel von $L_{eq} = 20$ dB(A) sowie zeitliche und spektrale Verteilung entsprechend Rosa Rauschen 							

Ein Grundgeräuschpegel von 20 dB(A) wird nachts und in besonders ruhigen Wohntagen regelmäßig unterschritten. Die verbalen Beschreibungen verschieben sich in solchen Fällen, d. h. Geräusche aus benachbarten Wohneinheiten können dann deutlicher wahrgenommen werden.

Tabelle 2 Anforderungen Trittschall

	F	E	D	C	B	A	A*
Decken, Treppen, Balkone [$L'_{n,w}$]	> 60 dB ^{a)}	≤ 60 dB ^{a)}	≤ 53 dB	≤ 46 dB	≤ 40 dB	≤ 34 dB	≤ 28 dB

a) weichfedernder Bodenbelag anrechenbar (rechnerisch nur bei geprüftem ΔL_w)

Geh- geräusche	Sehr deutlich hörbar	deutlich hörbar	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar	nicht hörbar
-------------------	----------------------	-----------------	--------	-------------	-----------------------------	--------------

http://www.dega-akustik.de/publikationen/DEGA_Empfehlung_103.pdf

Bereich	NR	Kriterium	Punkte	F	E	D	C	B	A	A*	
Trittschall Treppen, Podeste, Hausflure, $L'_{n,w}$ in dB	54	≤ 28	50							M	
	55	≤ 34	40						M		
	56	≤ 40	30					M			
	57	≤ 46	20				M				
	58	≤ 53	10			M					
	59	≤ 60	5		M						
	Nachweis										
	60	rechnerischer Nachweis nach DIN 4109:1989-11 bzw. DIN EN 12354-2	0								
	61	mess-technischer Nachweis durch Kurzmessverfahren	2								
	62	Normmessverfahren	6								
63	Anforderung bei $L'_{n,w} + C_{1,50-2500}$ erfüllt	4									

Hinweise zum Kriterienkatalog unter III.6.1 müssen beachtet werden

Prognosewert für die Treppe $L'_{n,w,R} = 35$ dB

=> 30 Punkte

Detaillierter Schallschutzausweis

III.6.3. Mustervorlage Schallschutzausweis

Detaillierter Schallschutzausweis									
Antragsteller:		Max Mustermann Musterbau GmbH Musterstraße 1 11111 Musterstadt		Gebäude:		Musterbau Muster A Musterstraße 21 20000 Musterhausen			
				Wohnungsbezeichnung		M1EG2			
F		E		D		C			
				B		A			
						A ⁺			
Nr.	Kriterien				Punkte	Skala	Beurteilung	Bemerkungen	
II. Standort und Außenlärmsituation									
1-5	Gebietscharakter:	allgemeines Wohngebiet			20	A	A		
6-17	Außenlärmsituation:	maßgeblicher Außenlärmpegel	Freibereich abgegrenzt		27	A			
					47				
III. Baulicher Schallschutz									
Luftschall									
18-29	Wände:	Prognose	Messung	Messortort in %	Messverfahren	Grenzwert R_w in dB	R_w in dB	40	A
30-41	Decken:	X	-	-	-	68	68	20	C
42-53	Decken:	Prognose	Messung	Messortort in %	Messverfahren	Grenzwert $R_{w,eq}$ in dB	$R_{w,eq}$ in dB	35	B
54-63	Türen, Fenster, Hausfüße:	X	-	-	-	35	35	30	B
64-73	Balkone, Louvergänge, Loggien, Terrassen:	X	-	-	-	34	34	20	A
Wohnungslärmschutz									
74-80	in Flur oder Diele:	Prüfungsmittel	an Bau			R_w in dB		27	D
81-87	in Aufenthaltsräumen:	-	-	-	-	-	-	0	
88-91	Luftschall Außenbauweise:	ohne Nachweis	Fenster mit Dichtungen	Anforderung nach DIN 4109		erfüllt	+ 5 dB erfüllt	10	A
92-98	Wasserentlastungen / Haustechnik-Anlagen:	Prognose	Messung	$L_e - L_a \leq 20$ dB			$L_{w,eq}$ in dB (A)	25 < $L_e \leq 30$	D
99-107	Netzgeräusche:	ohne Nachweis	Prognose	Messung			$L_{w,max}$ in dB(A)	35 < $L_e \leq 40$	D
108-116	Kälteanlagen-Gruppierung (KAG): Fremde Netze direkt angeschlossen:	-	X	-			$L_{w,eq}$ in dB(A)	40 < $L_e \leq 53$	C
117-121	Anforderung der letzten Räume schalltechnisch:	ungünstig	-	günstig			X	5	-
122-123	keine lauten angrenzende Gewerkezone:				X			15	A ⁺
124-127	laute Räume gem. DIN 4109:1989-11, umgeben:				-			-	-
					-			-	-
					-			-	-
					-			-	-
					-			-	-
					-			-	-
128-130	ogener Wohnbereich:	X	-	-			-	0	-
					157				
Gesamtpunkte III:					157				
Aussteller:				Musteraussteller GmbH Beratende Ingenieure Bauphysik 12345 Musterstadt		Gesamtpunktzahl		Beurteilung	Unterschrift:
Datum:				01.07.2018		Standort und Außenlärmsituation		47	A
						Baulicher Schallschutz		197	C
									Gültig bis
									01.07.2018

Detaillierter Schallschutzausweis

	Trittschall	Prognose	Messung	Messanteil in %	Mess- verfahren	$C_{50-25000}$ in dB	$L'_{n,w}$ in dB		
42 - 53	Decken:	X	-				35	30	B
54 - 63	Treppen, Podeste, Hausflure:	X	-	---			35	30	B
64 - 73	Balkone, Laubengänge, Loggien, Terrassen:	X	-	---			34	20	A

DEGA		Schallschutzausweis	
Antragsteller:	Max Mustermann Musterbau GmbH Musterstraße 1 11111 Musterstadt	Gebäude:	Musterbau Muster A Musterstraße 24 70000 Musterhausen
		Wohnungsbezeichnung: H1E02	
Standort und Außenlärmsituation			
Punktzahl			Klasse
47 von mind. 45 in Stufe A			A
Baulicher Schallschutz			
Punktzahl	Ausführungsqualität teilweise durch Messungen überprüft (siehe detaillierter SSAw, Gesamtklasse von allen Kriterien eingehalten)		Klasse
197 (incl. 17 Bonuspunkte) von mind. 150 in Stufe C			C
<p>Wohnstätte mit gegenüber der Klasse D wahrnehmbar besserem Schallschutz, in der die Bewohner bei üblichem, rückrechtvollen Wohnverhalten im allgemeinen Ruhe finden und die Verträglichkeit genährt bleibt.</p>			
Objekttyp	Mehrfamilienhaus		
Baujahr des Gebäudes	2000		
Anzahl der Wohneinheiten	8		
Wohnungsbezeichnung	H1E02		
Geschoss	2		
Anzahl der Räume	4		
Wohnfläche [m²]	80		
Aussteller:	Musteraussteller GmbH Beratende Ingenieure Bauphysik Musterstraße 9 12345 Musterstadt		
Datum:	01.07.2008		Unterschrift:
	Gültig bis: 01.07.2018		

▶ Derzeitige Planungsgrundlagen massive Treppen:

Spalte	1	2	3
Zeile	Treppen und Treppenraumwand	$L_{n,w,eq,R}$ ($TSM_{eq,R}$) dB	$L'_{n,w,R}$ (TSM_R) dB
1	Treppenpodest ¹⁾ , fest verbunden mit einschaliger, biegesteifer Treppenraumwand (flächenbezogene Masse $\geq 380 \text{ kg/m}^2$)	66 (- 3)	70 (- 7)
2	Treppenlauf ¹⁾ , fest verbunden mit einschaliger, biegesteifer Treppenraumwand (flächenbezogene Masse $\geq 380 \text{ kg/m}^2$)	61 (+ 2)	65 (- 2)
3	Treppenlauf ¹⁾ , abgesetzt von einschaliger, biegesteifer Treppenraumwand	58 (+ 5)	58 (+ 5)
4	Treppenpodest ¹⁾ , fest verbunden mit Treppenraumwand, und durchgehender Gebäudetrennfuge nach Abschnitt 2.3	≤ 53 ($\geq + 10$)	≤ 50 ($\geq + 13$)
5	Treppenlauf ¹⁾ , abgesetzt von Treppenraumwand, und durchgehender Gebäudetrennfuge nach Abschnitt 2.3	≤ 46 ($\geq + 17$)	≤ 43 ($\geq + 20$)
6	Treppenlauf ¹⁾ , abgesetzt von Treppenraumwand, und durchgehender Gebäudetrennfuge nach Abschnitt 2.3, auf Treppenpodest elastisch gelagert	38 (+ 25)	42 (+ 21)
1) Gilt für Stahlbetonpodest oder -treppenlauf mit einer Dicke $d \geq 120 \text{ mm}$.			

Auszug DIN 4109

Beispiele für Treppenausführungen (ohne zusätzlichen weichfedernden Belag) mit $L'_{n,w,R} \leq 43 \text{ dB}$ ($TSM_R \geq 20 \text{ dB}$) sind in den Bildern 8 bis 12 angegeben. In den Bildern 11 und 12 sind die Podeste auf besonderen Stahlbeton-Konsolleisten elastisch gelagert und die Treppenläufe mit den Podesten starr verbunden. In den Bildern 8 bis 10 ist der Treppenlauf

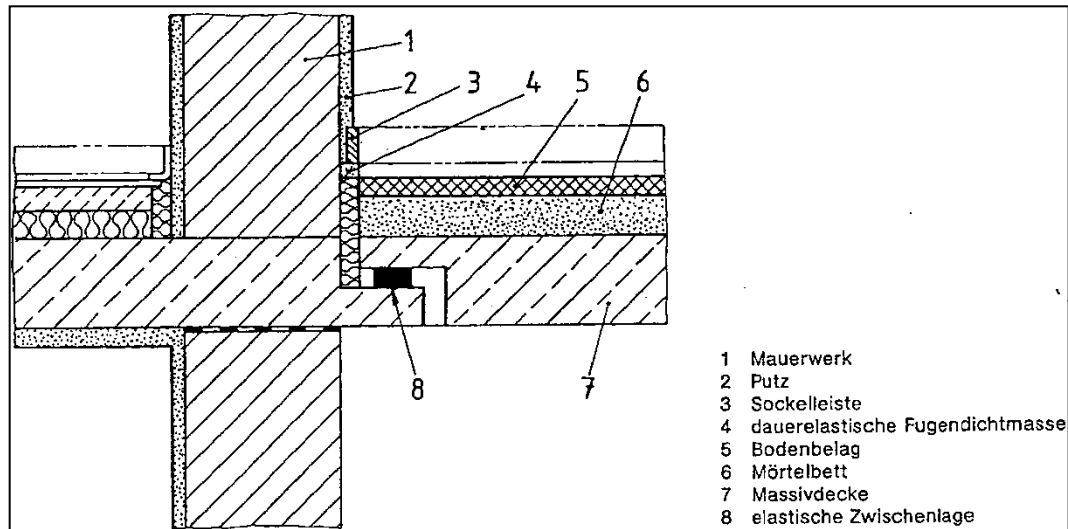
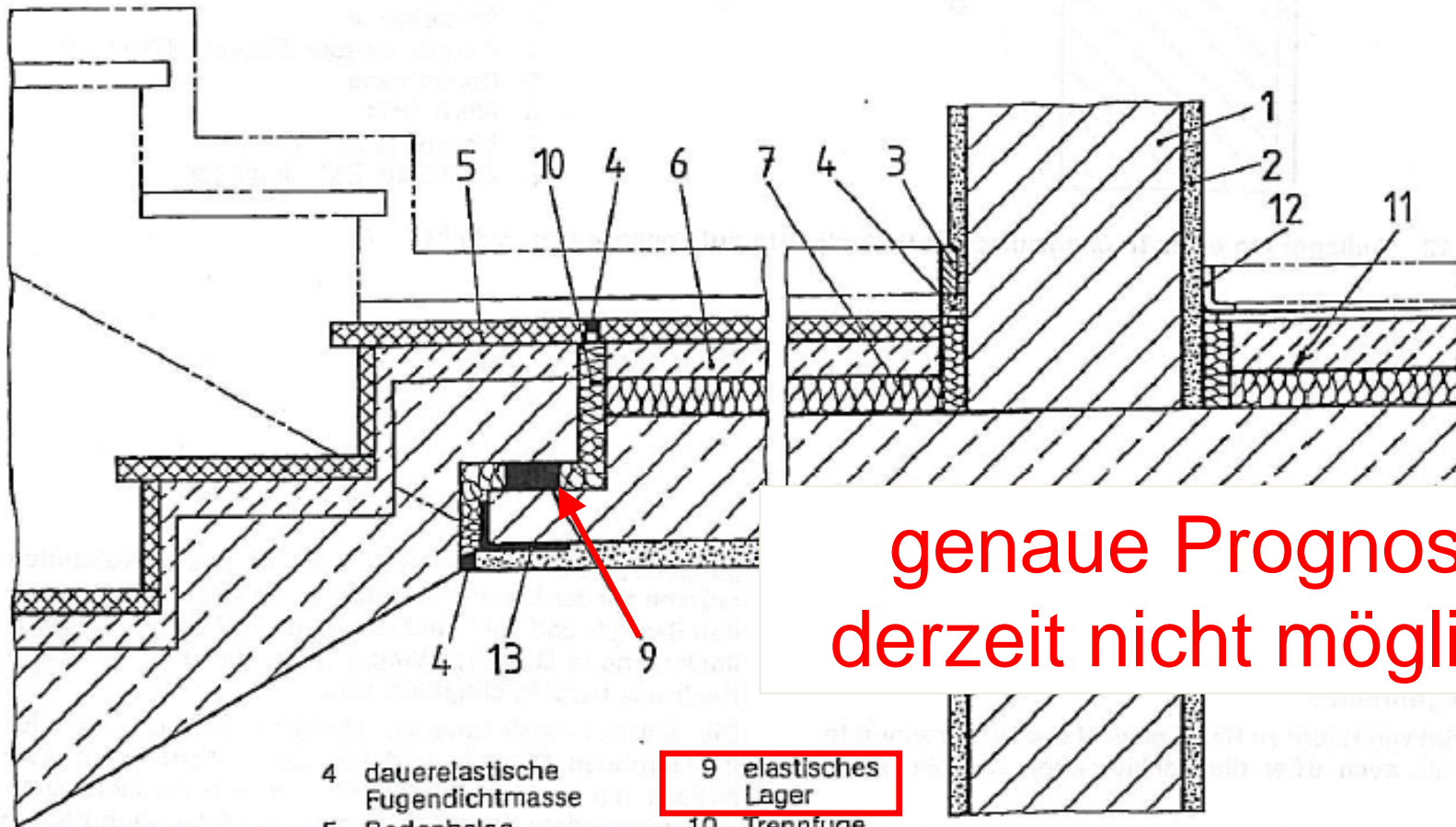


Bild 12. Auflagerung eines Treppenlaufes mit Podestplatte auf Konsolleisten, Schnitt A-A

Auszug aus der DIN 4109 Nov. 1989



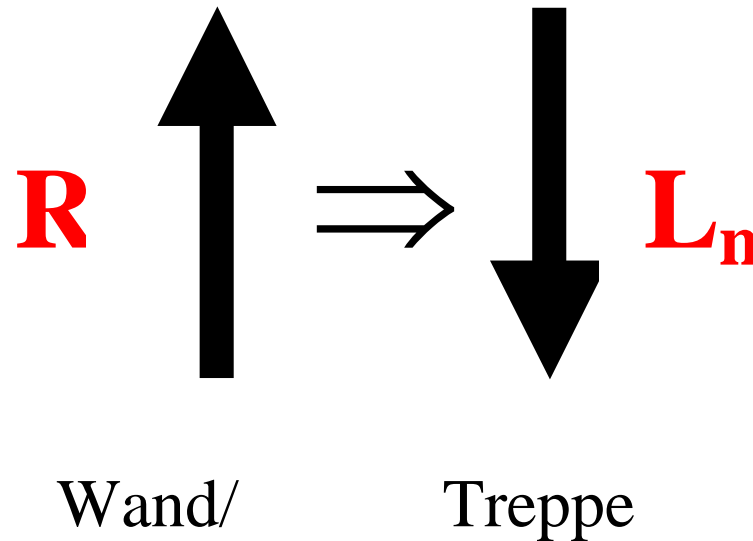
genaue Prognose
derzeit nicht möglich!

- | | | |
|----------------|-----------------------------------|---------------------|
| 1 Mauerwerk | 4 dauerelastische Fugendichtmasse | 9 elastisches Lager |
| 2 Putz | 5 Bodenbelag | 10 Trennfuge |
| 3 Sockelleiste | 6 Estrich | 11 Abdeckung |
| | 7 Trittschalldämmung | 12 Kunststoffwinkel |
| | 8 Massivdecke | 13 Winkel |

- ▶ Derzeitige Planungsgrundlagen leichte Treppen:

**Prognose
nicht möglich!**

- Berechnung → nicht möglich
- Prognose auf der Basis von Labormessungen an Referenzwand



Schallschutz bei Wohnungstreppen

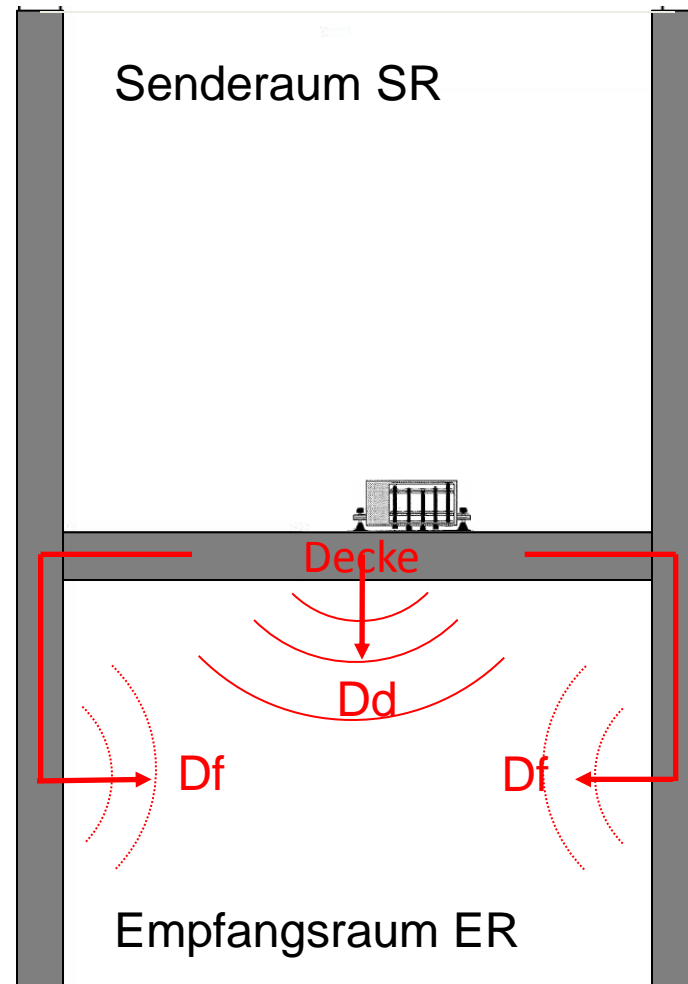
Ein Handbuch über den Trittschallschutz
von Leichtbautreppen im Wohnungsbau



1. Auflage · Januar 2007

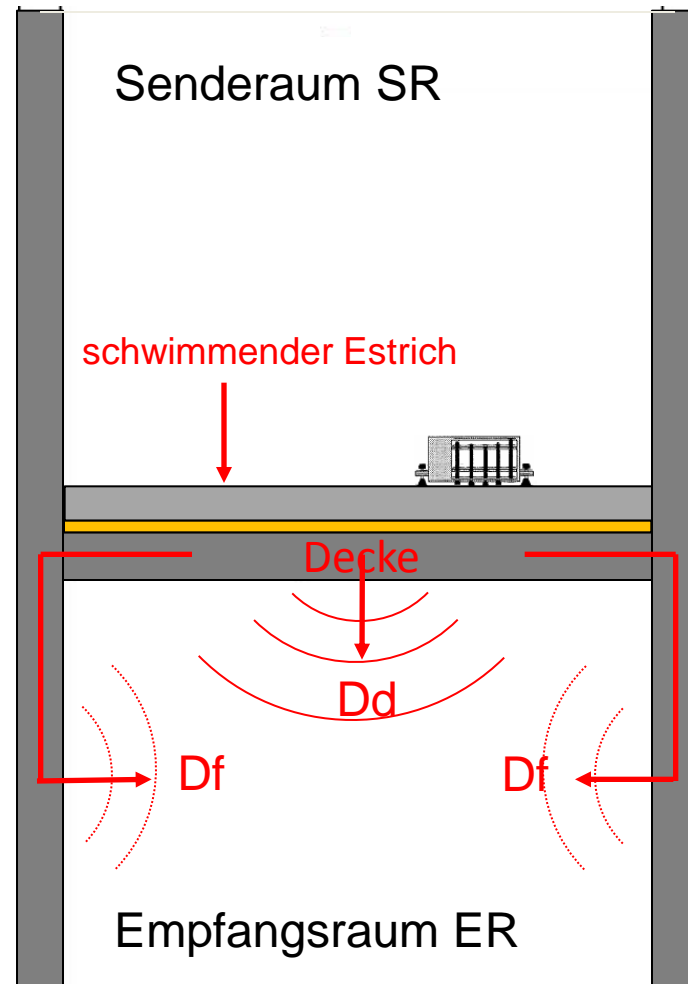
- Rechtliche Situation
- Planungshinweise
- Schalltechnische Checkliste
- Praxisbeispiele
- Schalltechnische Optimierung

Vorschlag für das Prognosemodell



$L'_{n,situ,Decke}$ berechnet nach EN 12354–2

Vorschlag für das Prognosemodell



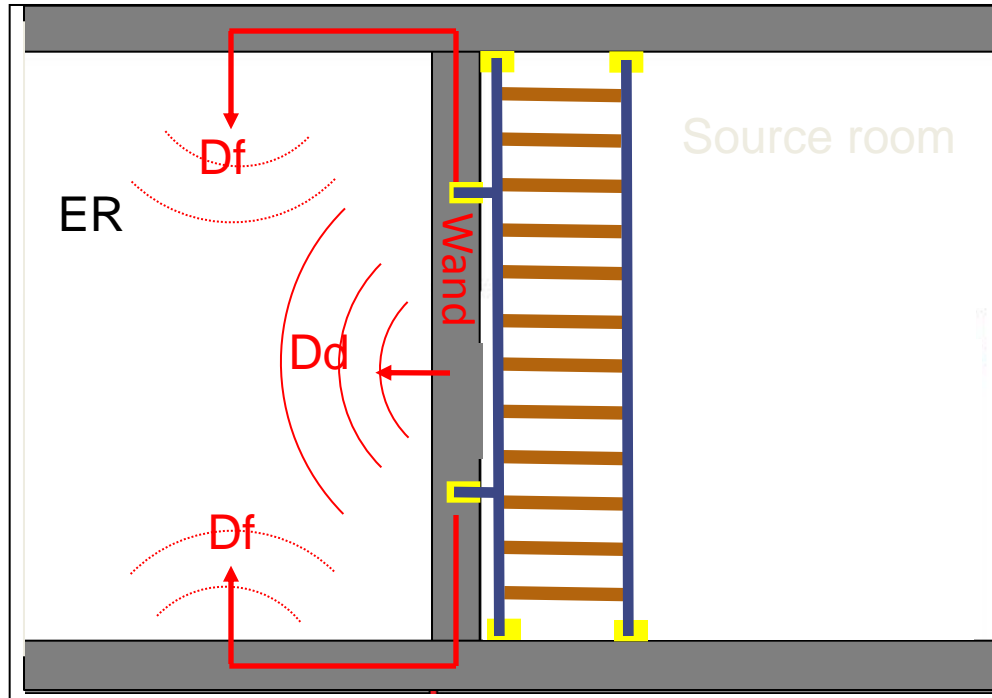
Im Labor

$$\Delta L_{\text{situ}} = \Delta L$$



$$L'_{n,\text{situ},\text{Decke-schwimmenderEstrich}} = L'_{n,\text{situ},\text{Decke}} - \Delta L_{\text{situ}}$$

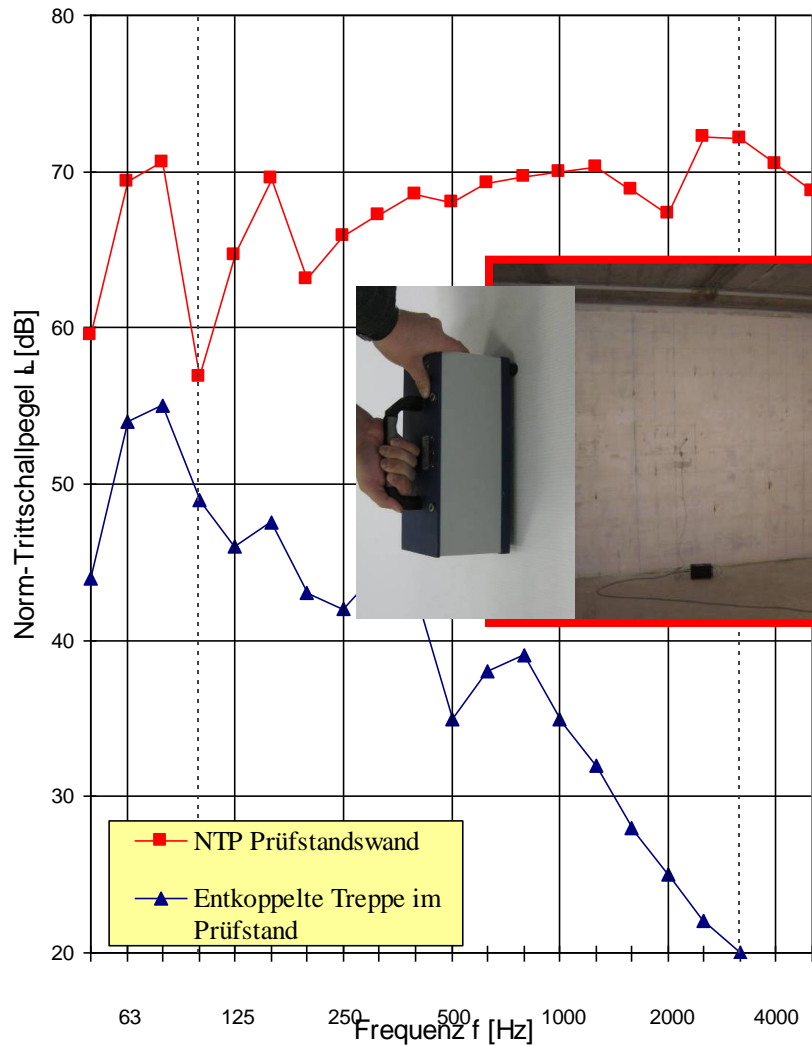
Direkte und flankierende Übertragung



$$L'_{n,situ,Leichttreppe} = L'_{n,situ,Wand} - \Delta L^*_{situ}$$

$$\Delta L^*_{situ} = \Delta L^*$$

Entkoppelte Wangentreppe im Prüfstand



$$\begin{aligned} \blacksquare & L_{n,w}(C_1; C_{1,50-2500}) = 76 \text{ (-11 ; -10)} \\ \blacktriangle & L_{n,w}(C_1; C_{1,50-2500}) = 39 \text{ (1 ; 5)} \end{aligned}$$

$$L'_{n,situ,Prüfstandswand} - L'_{n,situ,leichteTreppe} = \Delta L_{situ}$$

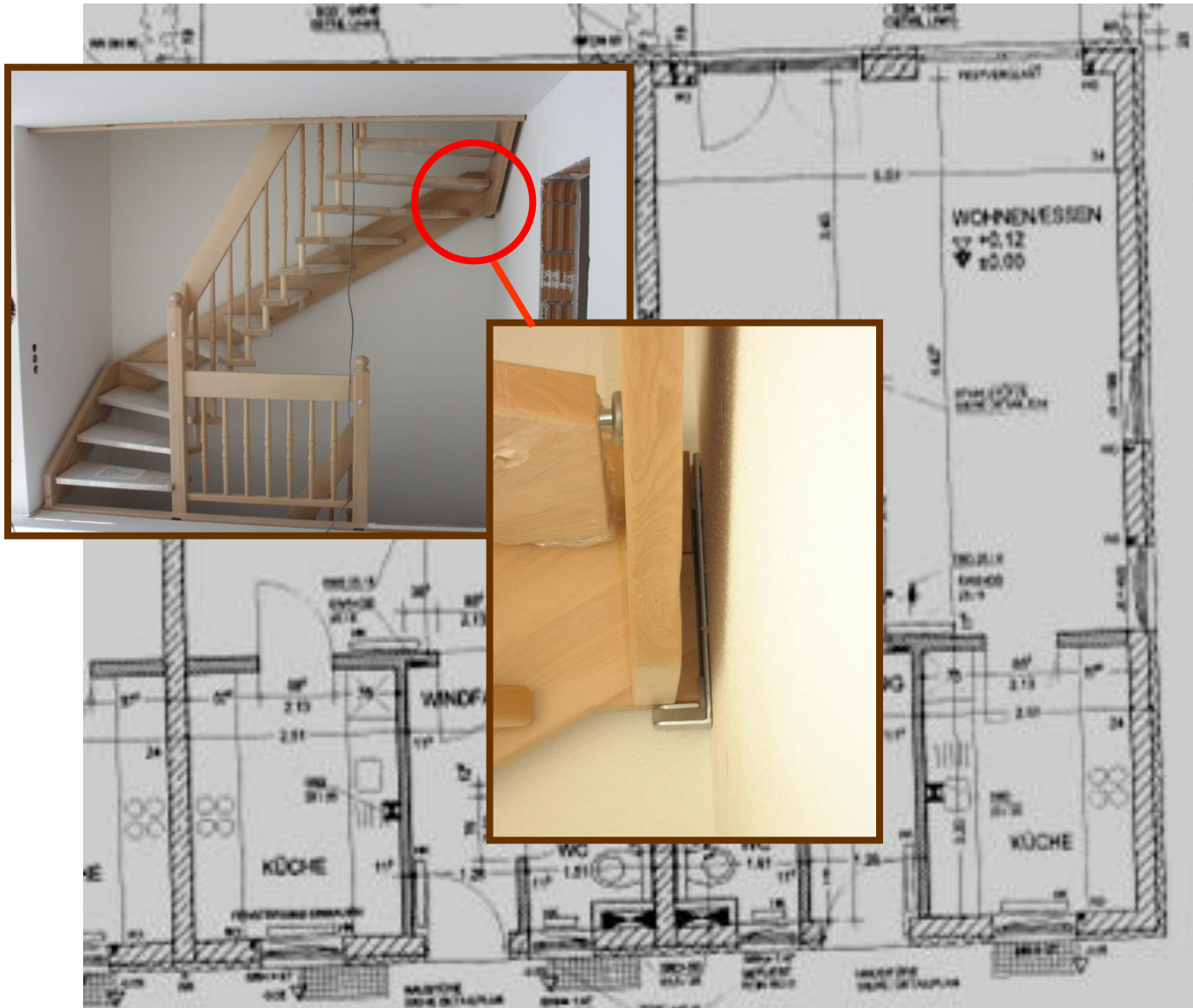
$$\begin{aligned} 76 \text{ dB} & - 39 \text{ dB} & = 37 \text{ dB} \\ - 2 \text{ dB Vorhaltemaß} & & = 35 \text{ dB} \end{aligned}$$



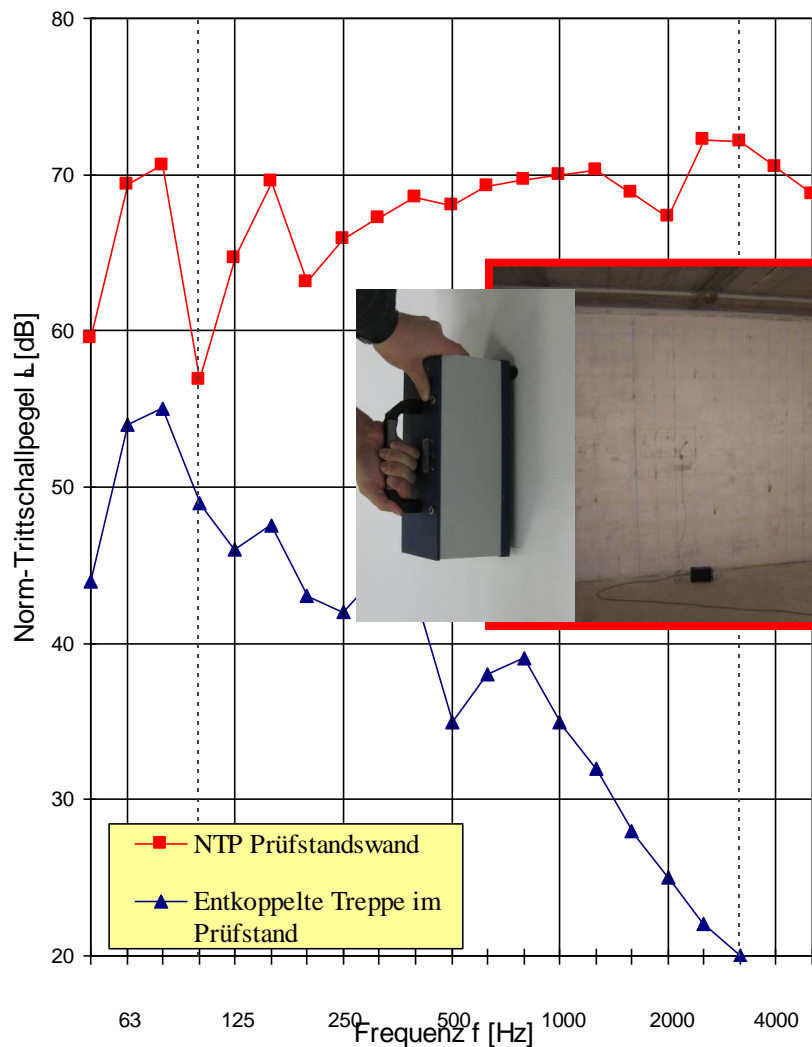
Beispielrechnung Bausituation:



Entkoppelte Wangentreppe:



Entkoppelte Wangentreppe im Prüfstand



\blacksquare $L_{n,w}(C_1; C_{1,50-2500}) = 76$ (-11 ; -10)
 \blacktriangle $L_{n,w}(C_1; C_{1,50-2500}) = 39$ (1 ; 5)

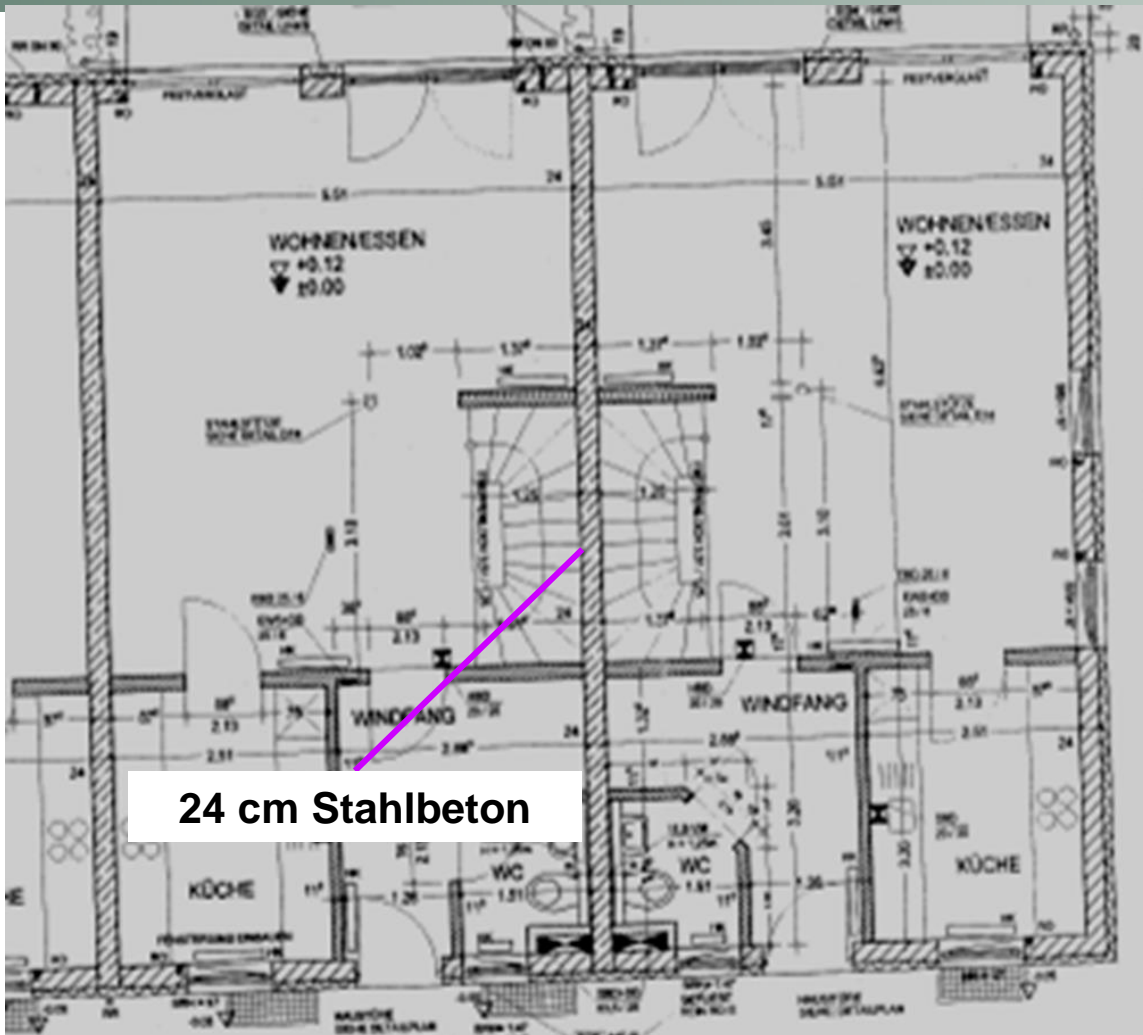
$$L'_{n,situ,Prüfstandswand} - L'_{n,situ,leichteTreppe} = \Delta L_{situ}$$

$$76 \text{ dB} - 39 \text{ dB} = 37 \text{ dB}$$

$$- 2 \text{ dB Vorhaltemaß} = 35 \text{ dB}$$



Bausituation:

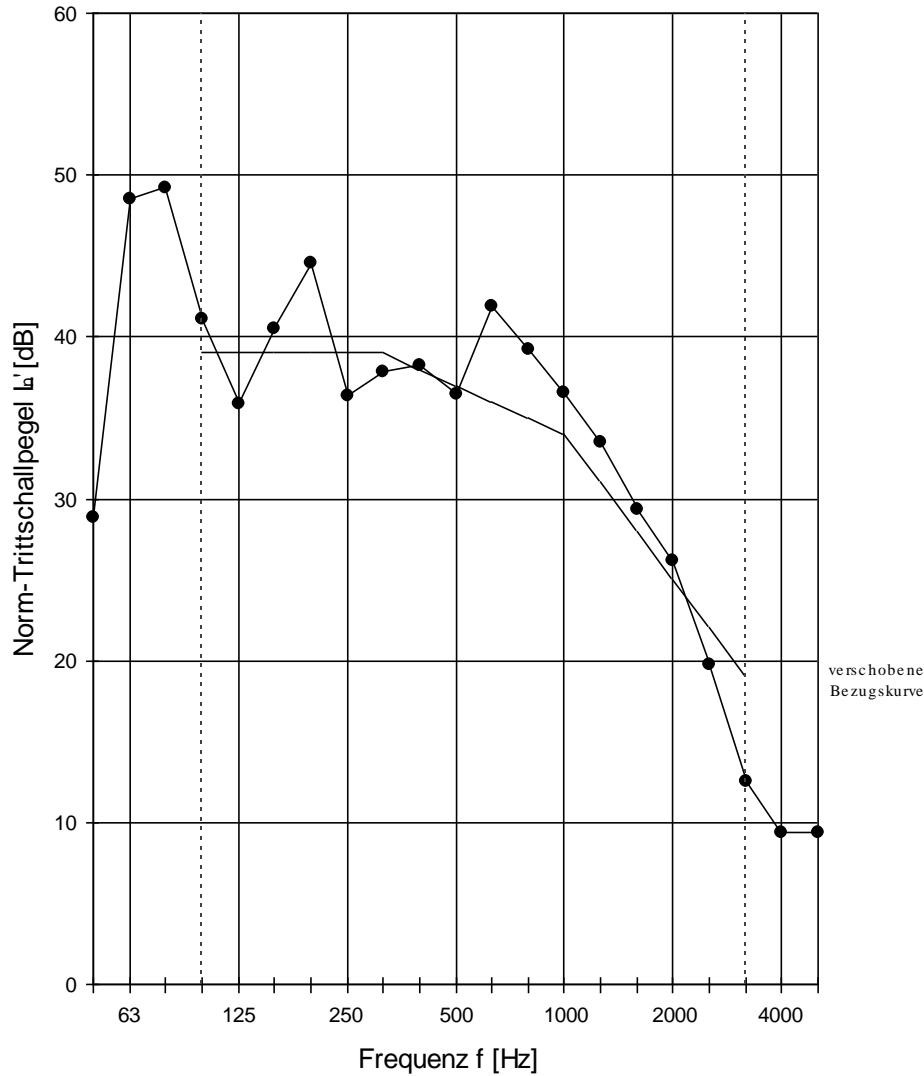


$L'_{n,w,situ,Wand}$ nach DIN
EN ISO 12354-2
berechnet:

$$L'_{n,w,situ,Wand,Bau} = 73 \text{ dB}$$

$$L'_{n,situ,leichteTreppe} = L'_{n,w,situ,Wand,Bau} - \Delta L_{situ}$$

$$38 \text{ dB} = 73 \text{ dB} - 35 \text{ dB}$$



Messwert:

$$L'_{n,w}(C_I) = 37 (-2) \text{ dB};$$

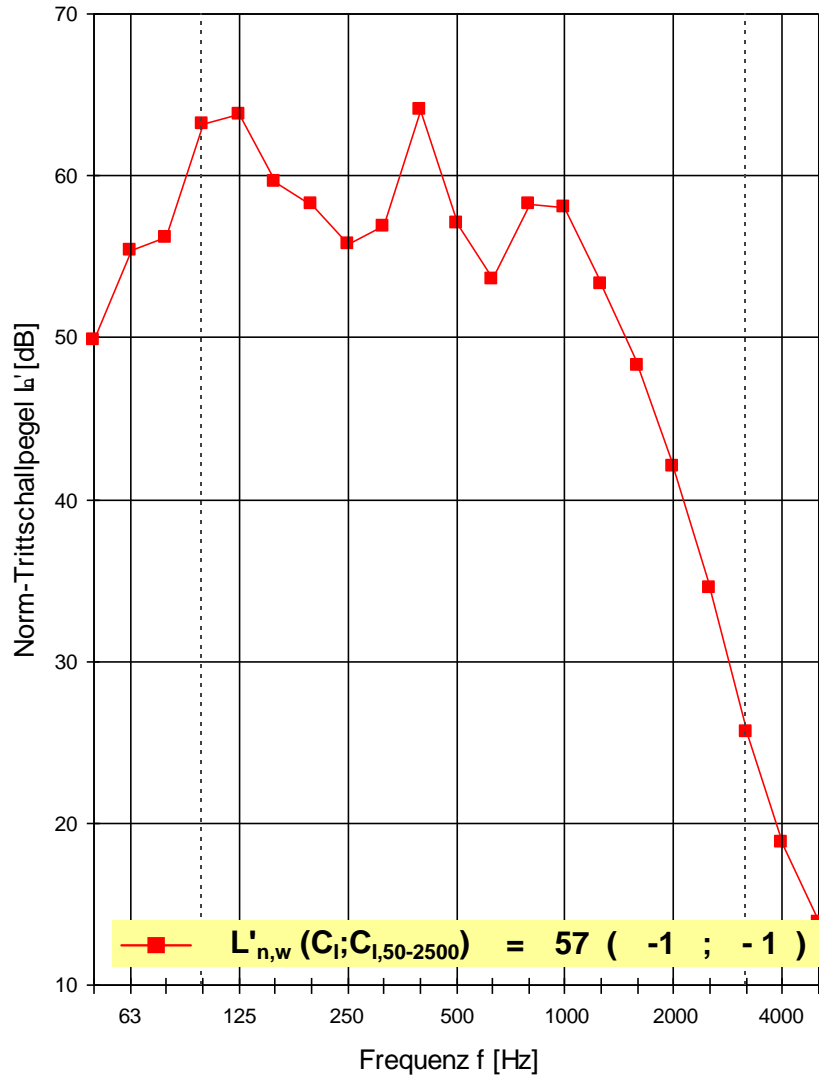
$$\text{Prognosewert } L'_{n,w} = 38 \text{ dB}$$

▶ Schadensfälle und deren Sanierung

Spindeltreppe



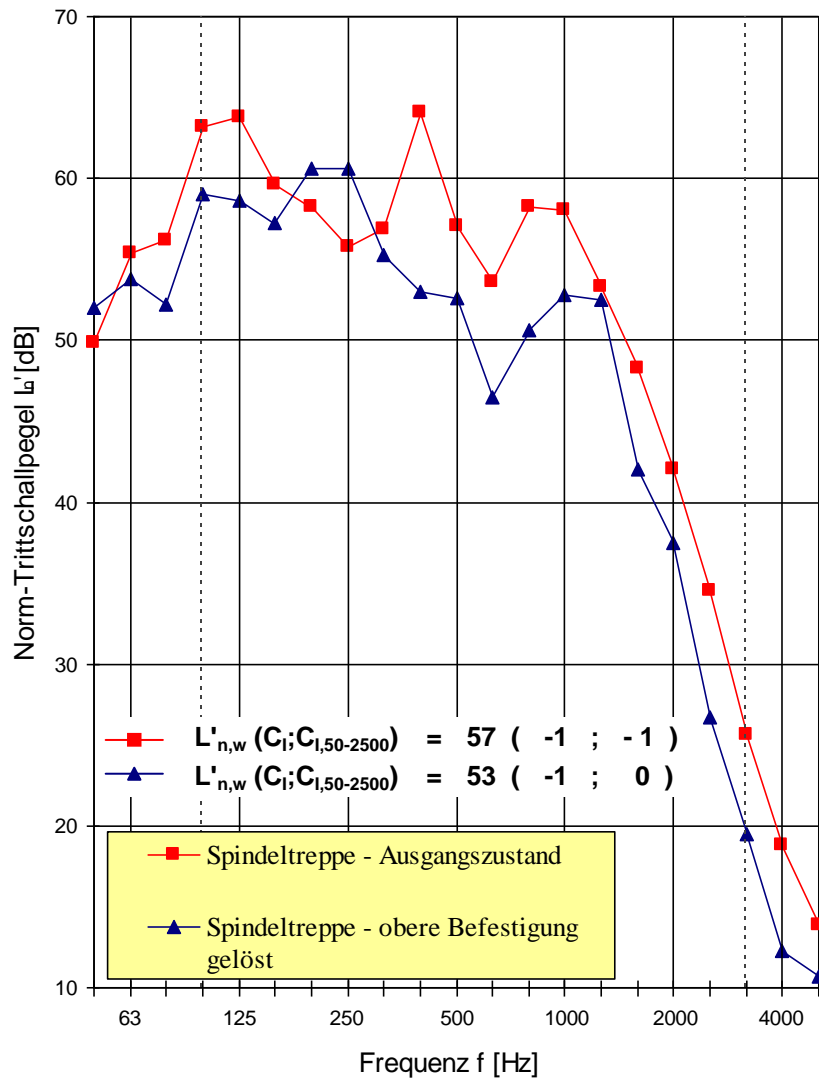
Spindeltreppe



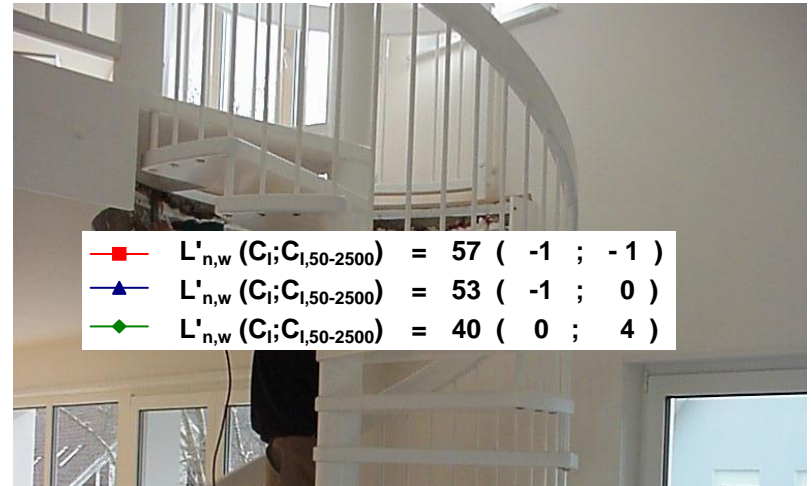
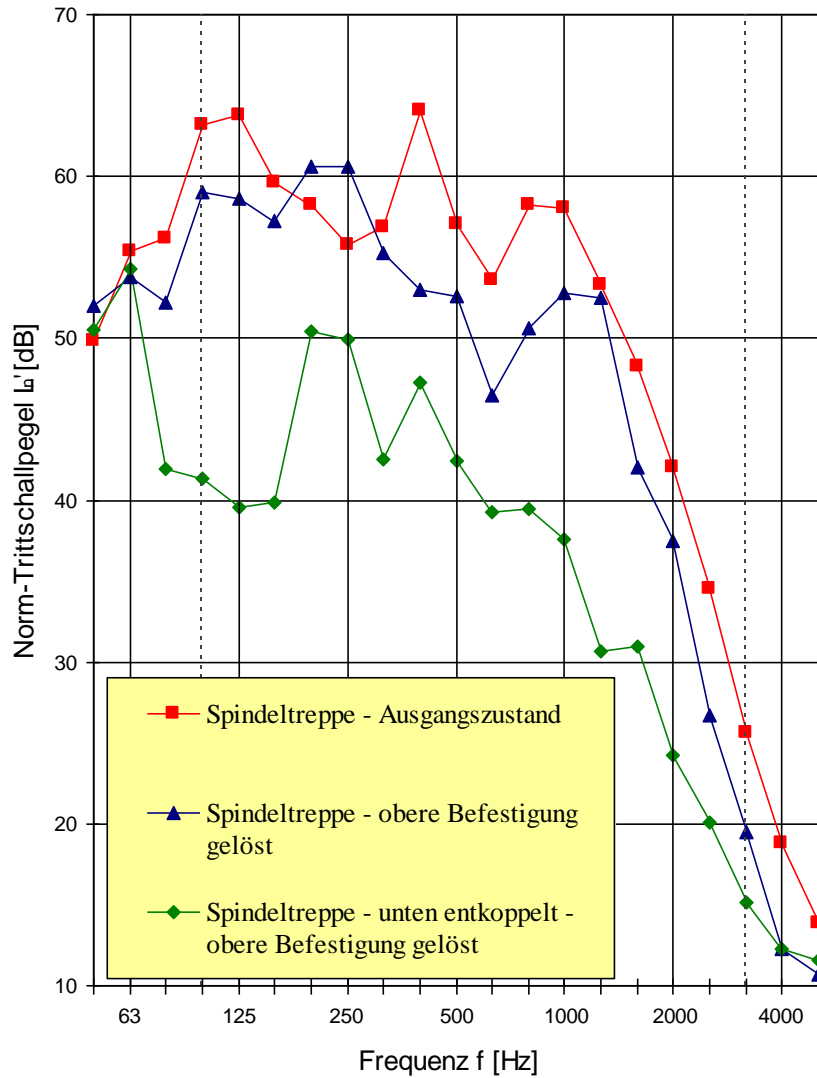


Keine Entkopplung
vorhanden!

Spindeltreppe



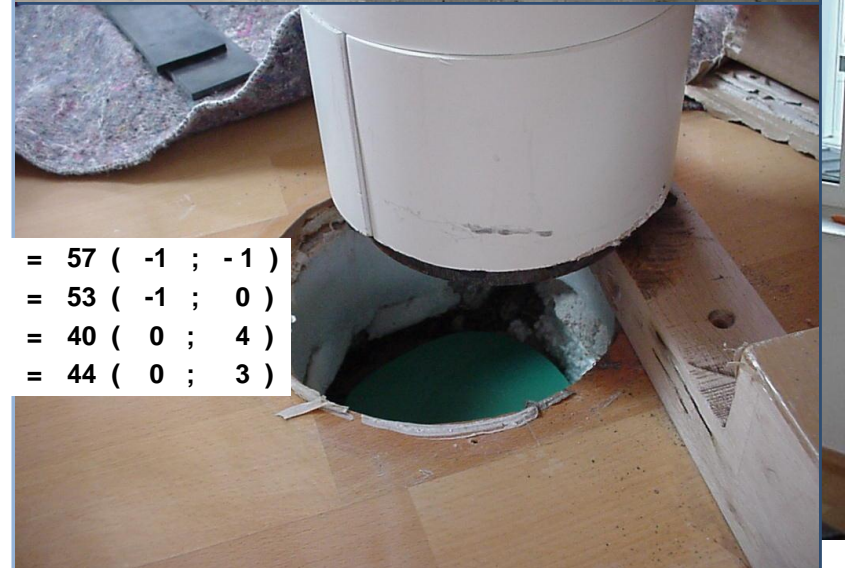
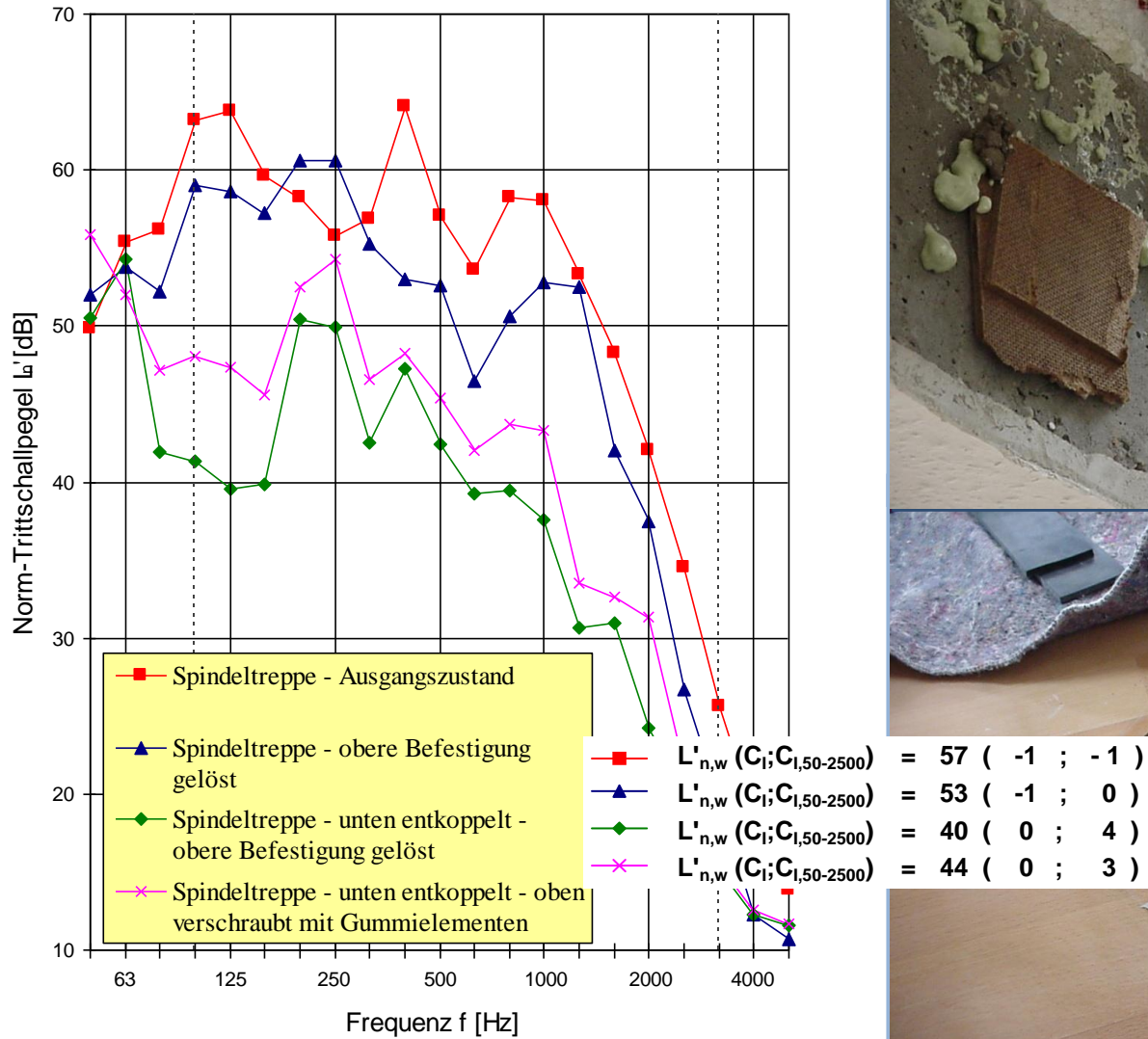
Spindeltreppe



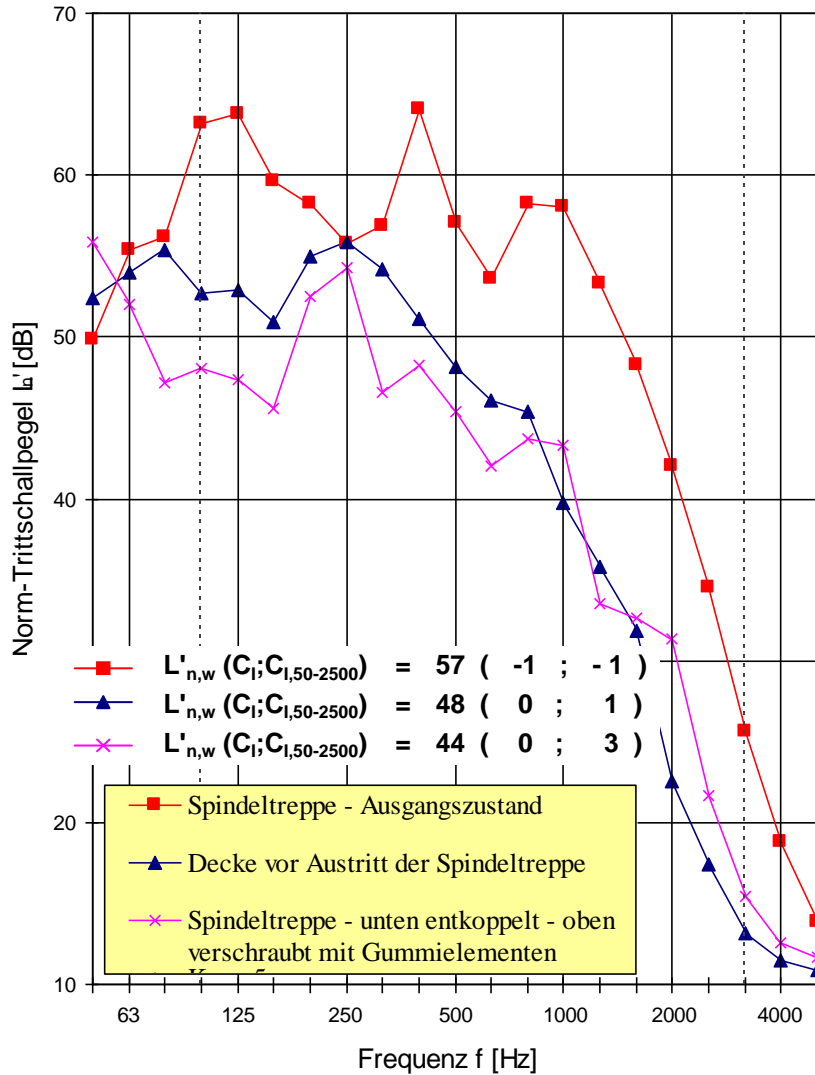
■ $L'_{n,w} (C_i; C_{1,50-2500}) = 57 (-1 ; -1)$
▲ $L'_{n,w} (C_i; C_{1,50-2500}) = 53 (-1 ; 0)$
◆ $L'_{n,w} (C_i; C_{1,50-2500}) = 40 (0 ; 4)$



Spindeltreppe



Spindeltreppe

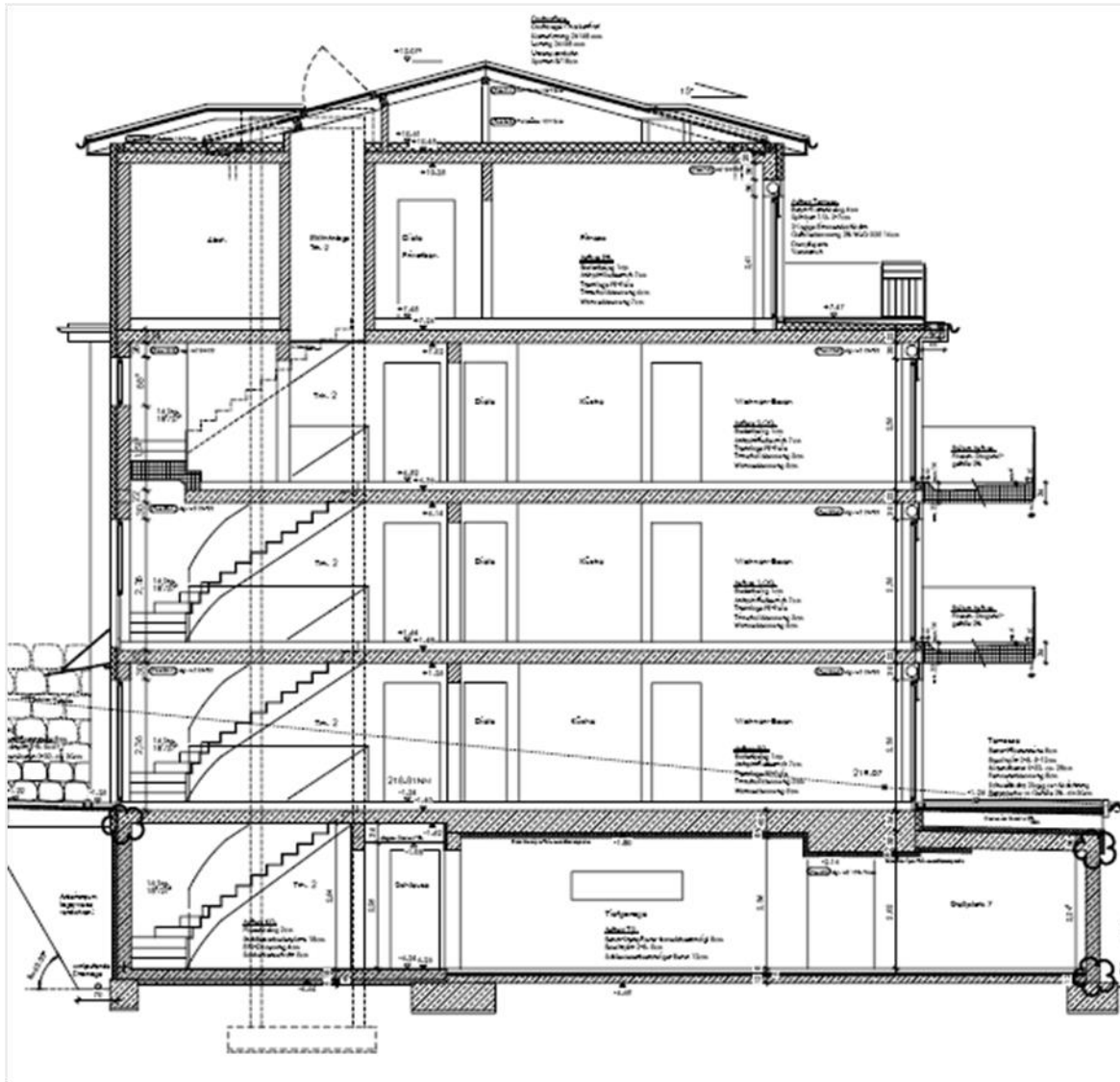


- ▶ Entkopplung von Treppen bewirkt maßgebliche Verbesserung der Trittschalldämmung, auf Schallbrückenfreiheit achten

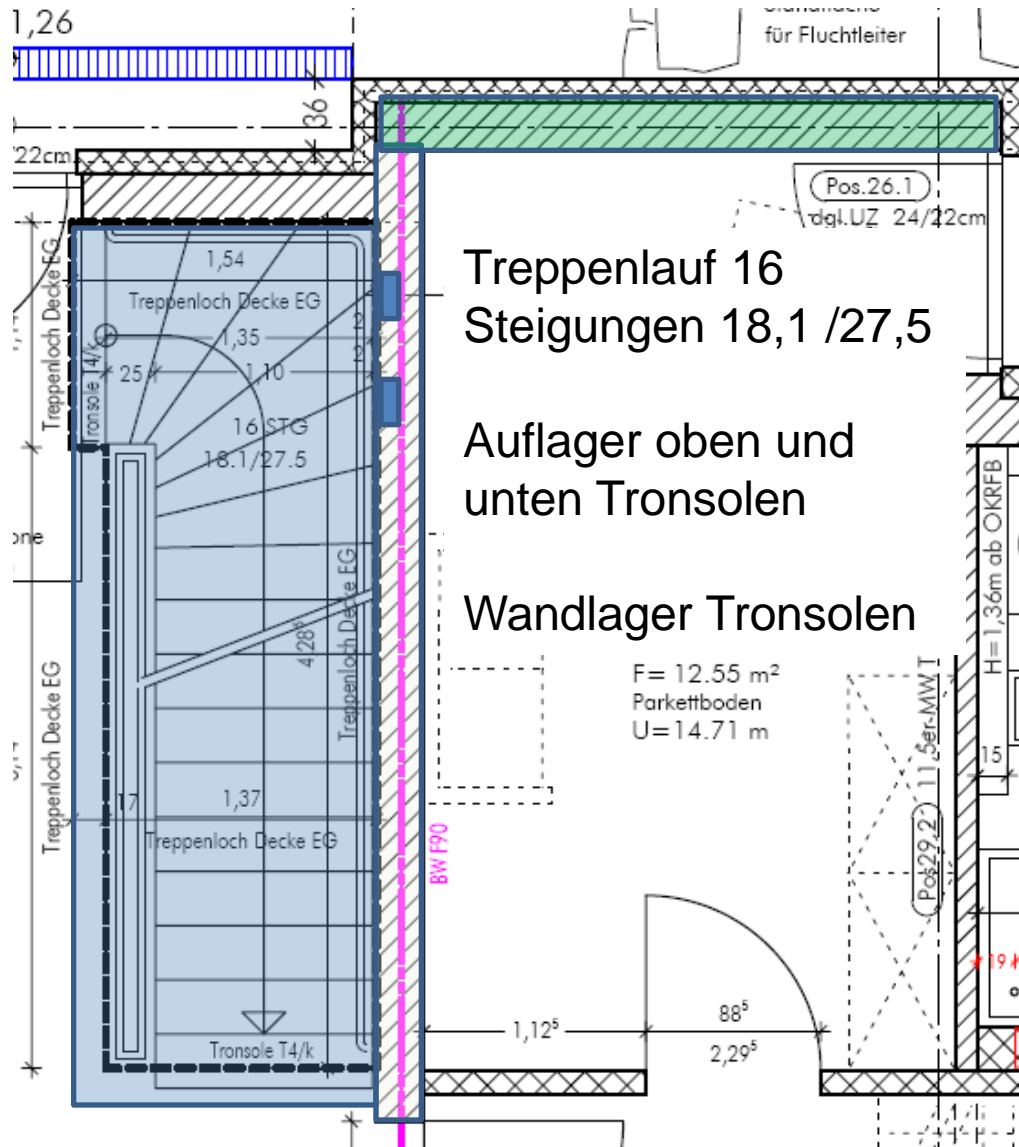
- ▶ Charakterisierung von Entkopplungselementen im Labor anhand definiertem Referenzaufbau ist zweckmäßig
 - ermöglicht Vergleich unterschiedlicher Entkopplungselemente
 - liefert Eingangsdaten für Prognose

- ▶ Prognose der Trittschallübertragung nach 12354-2 in Analogie zu schwimmenden Estrichen

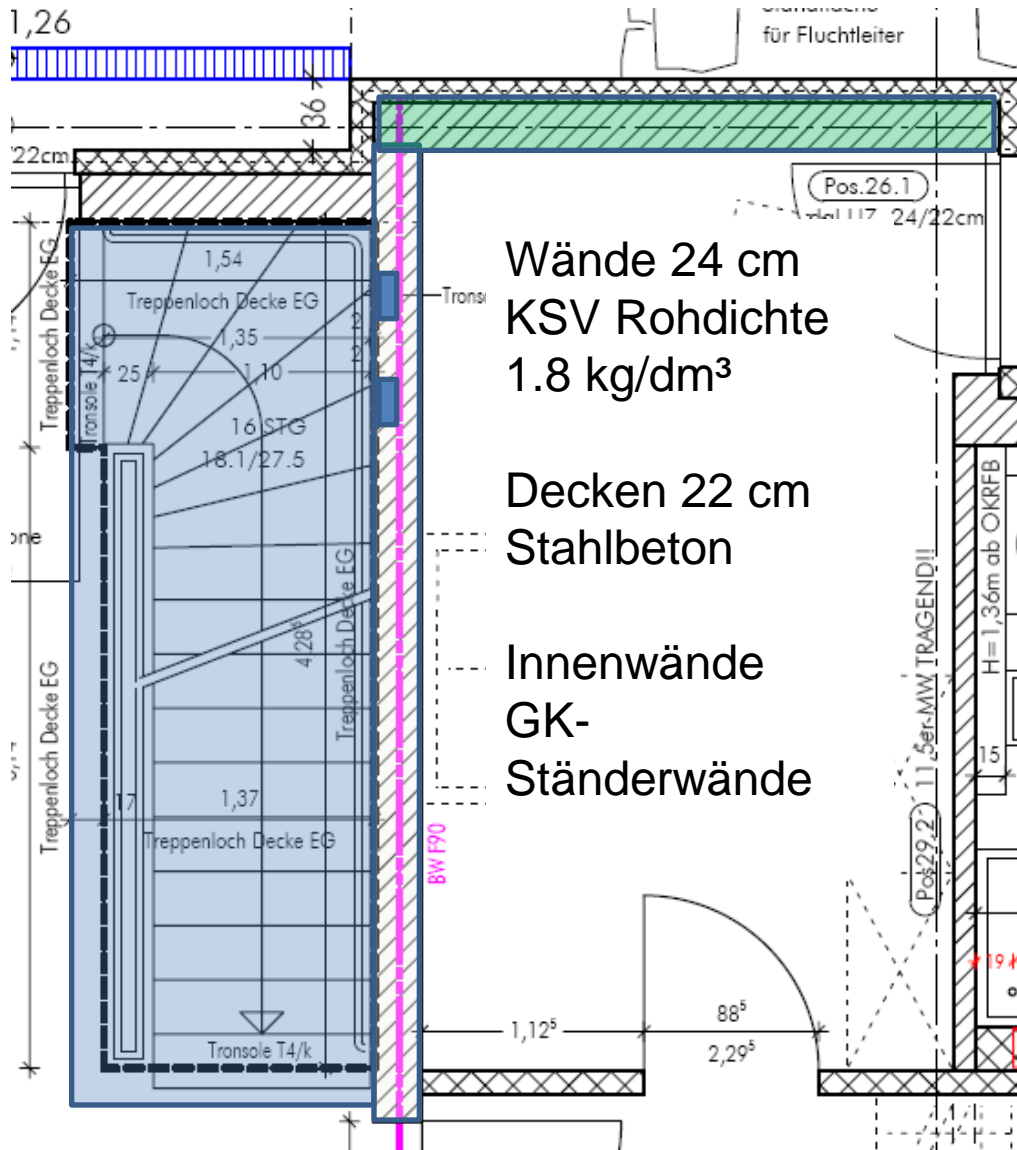
Beispiel 2:



Massive Treppe



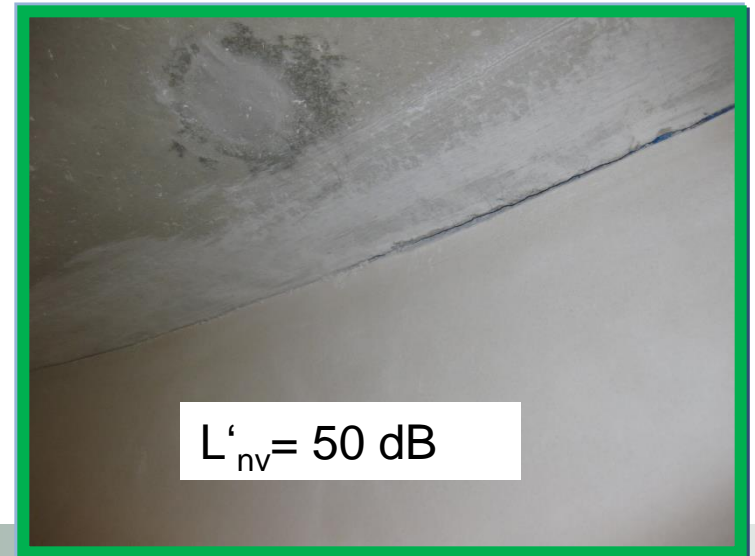
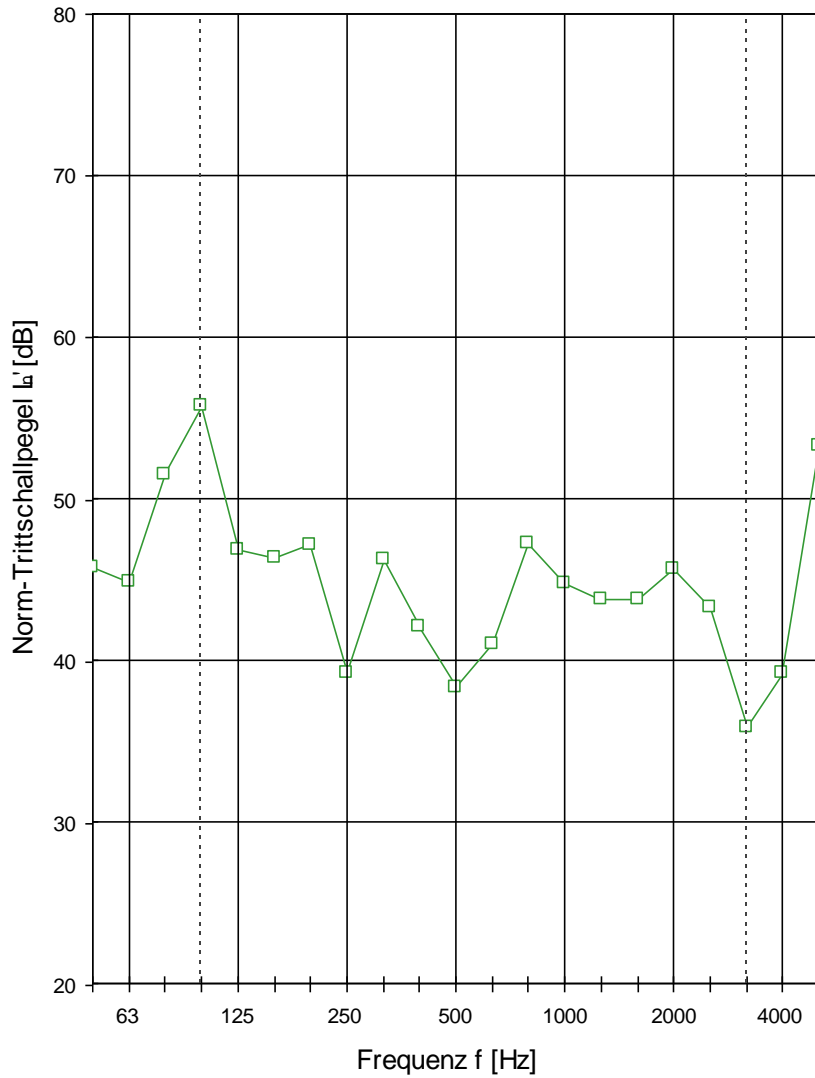
Massive Treppe





Schallbrücken
vorhanden!



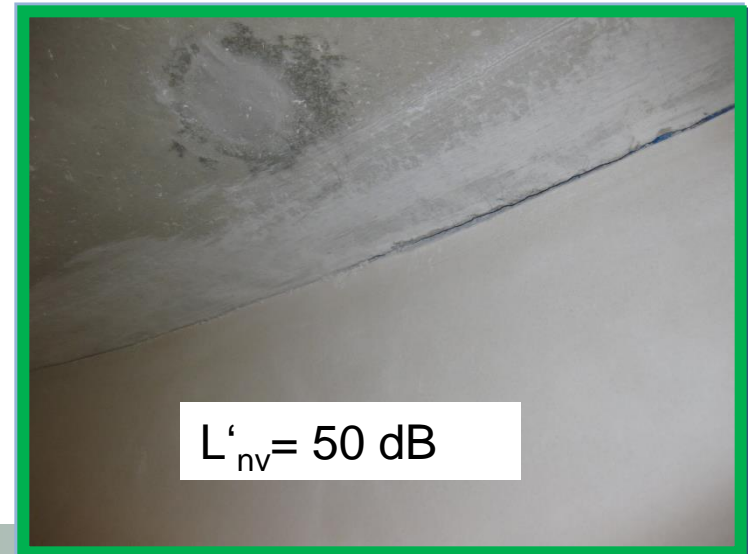
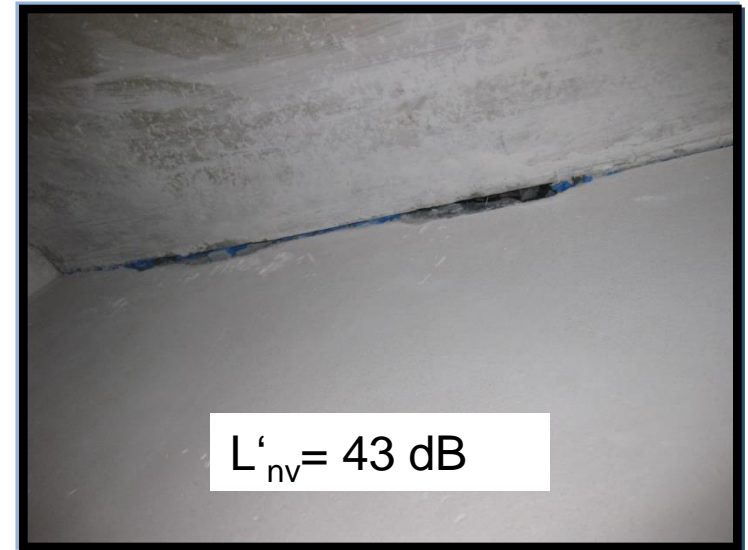
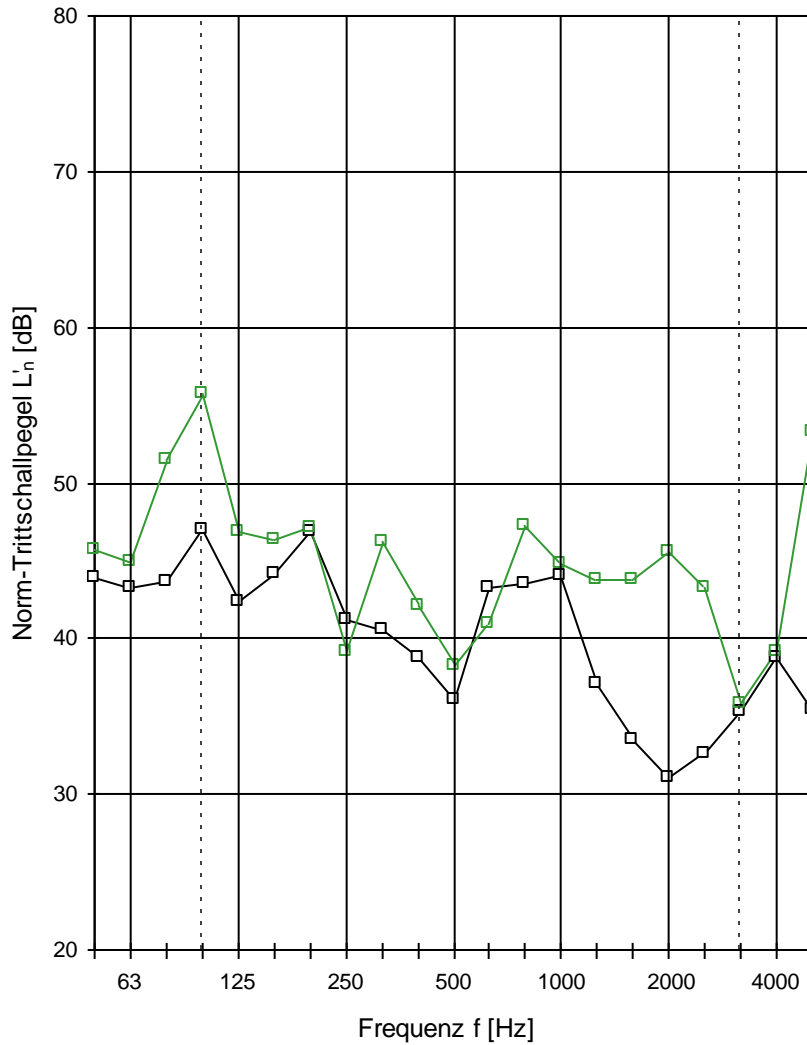




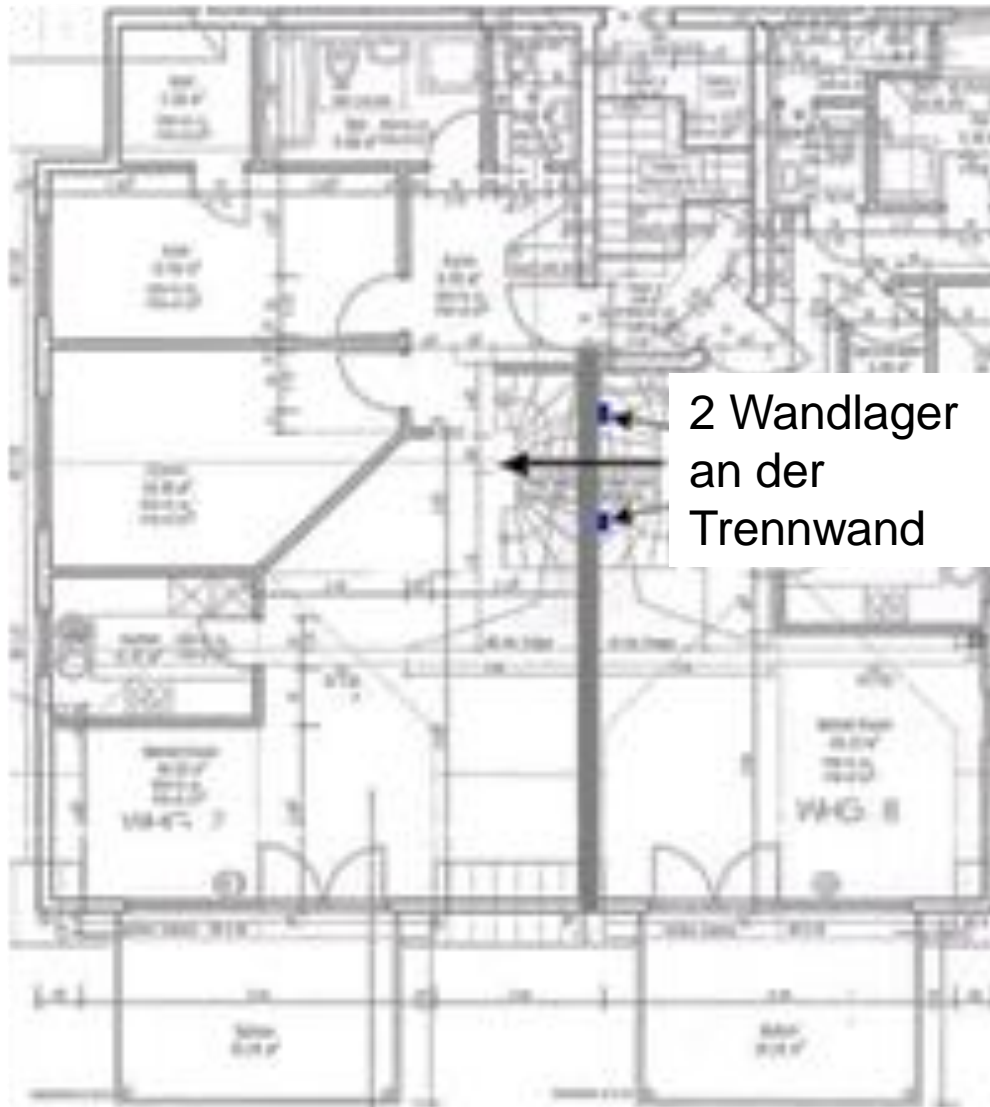
Schallbrücken
entfernt!



Auswirkung einer Schallbrücke

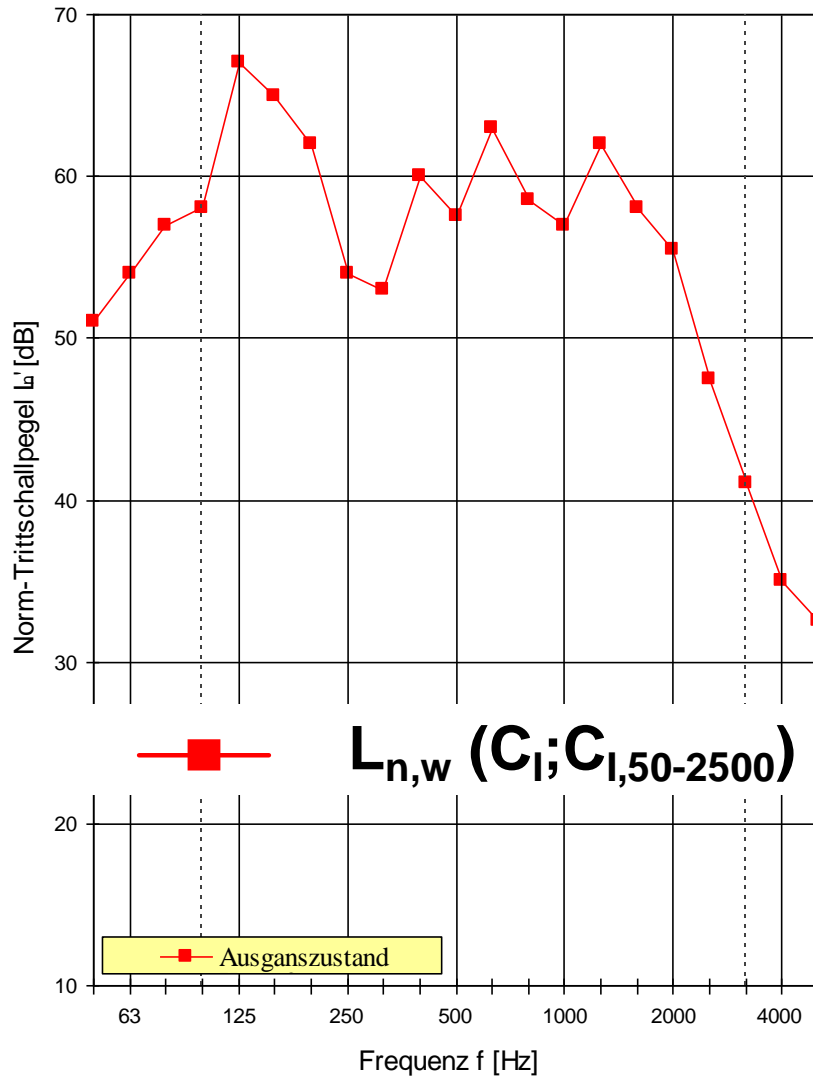


Beispiel 3: Leichte Treppe im MFH

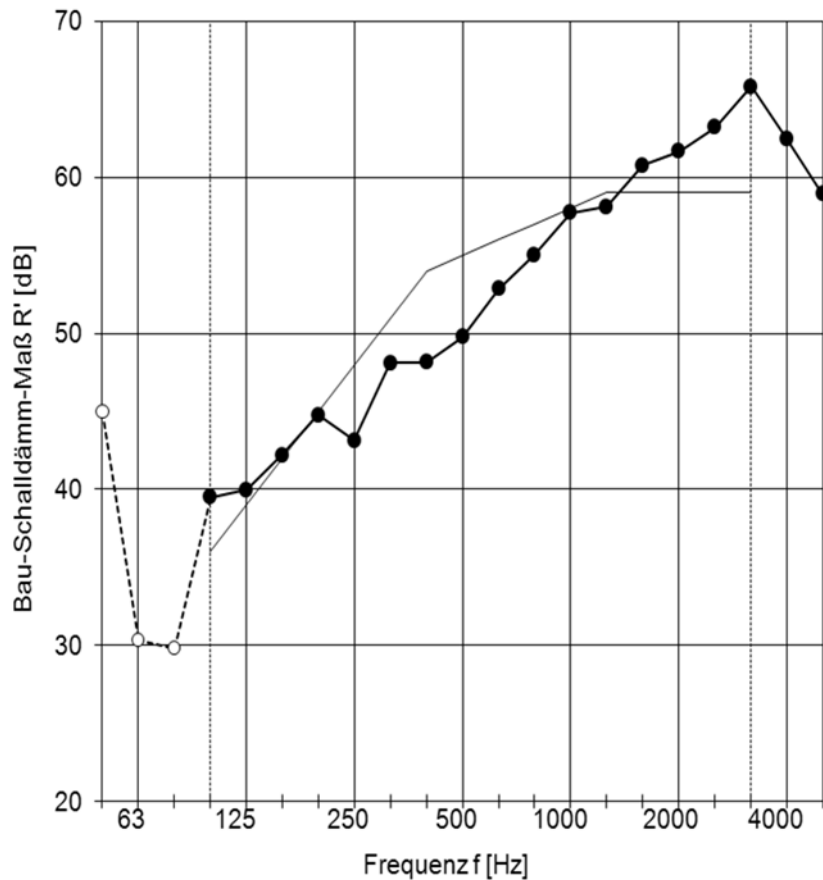


Gestemmte Wangentreppe aus
Buchenholz
Mit 2 Metallschuhen an der
Wand befestigt
Wohnungstrennwand 24 cm
KSV Rohdichte 2,0

Beispiel 3: Leichte Treppe im MFH



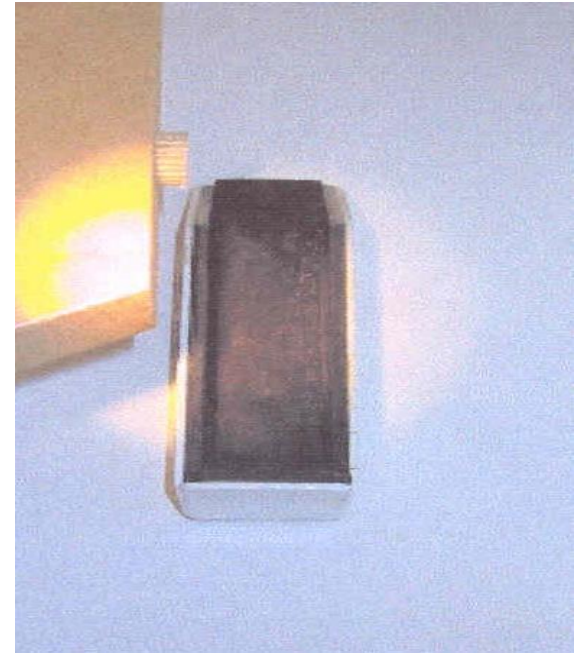
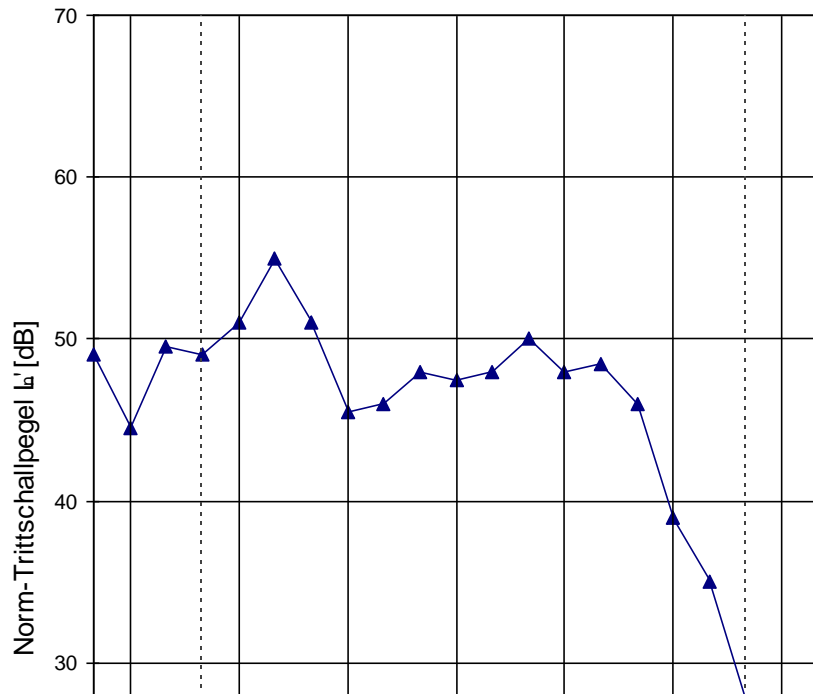
Luftschalldämmung der Wand



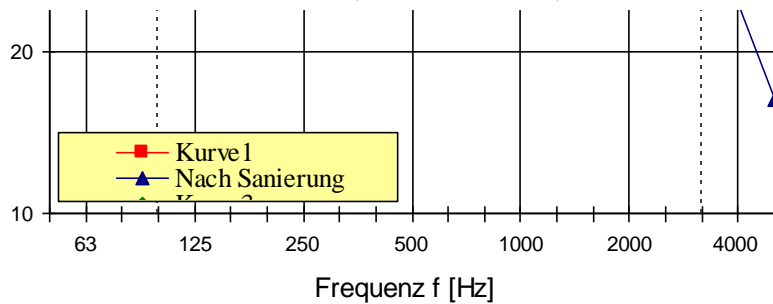
$$R'_w(C;C_{tr}) = 55 (-1 ; -5) \text{ dB}$$

Die rechnerische
Luftschalldämmung liegt
bei $R'_w = 55$ dB.

Beispiel 3: Leichte Treppe im MFH



—▲— $L_{n,w} (C_1; C_{1,50-2500}) = 49 (-3 ; -3)$



Beispiel 3: Leichte Treppe im MFH

