



**Weber · Energie und Bauphysik**  
Hallerstrasse 58, 3012 Bern

Telefon + 41 31 302 65 55, Fax + 41 31 302 65 56  
weber.bauphysik@bluewin.ch

**Wey Modulbau AG Villmergen**

## **Luft- und Trittschallmessungen im Labor**

**Deckenelemente Wey Pi**

**Auswertung der Labormessressungen der EMPA**

Heinz Weber Architekt HTL/STV Bauphysik

Bern, 28. Juli 2006

5024 Bericht Schall 1/we

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Ausgangslage</b>	<b>2</b>
<b>2 Prüfeinrichtung</b>	<b>2</b>
2.1 Prüfstand	2
2.2 Nebenwege	2
<b>3 Schallprüfung</b>	<b>2</b>
3.1 Prüfkörper	2
<b>4 Resultate</b>	<b>3</b>
4.1 Resultatübersicht	3
4.2 Hohlkasten mit 3-S-Platte unten V1, V2a, V2b	4
4.3 Rippenplatten - Element mit Deckenverkleidung V3b, V3c, V5b, V5c, V3a (ohne Deckenverkleidung)	6
4.4 Rippenplatte-Element ohne Deckenverkleidung V3a; V 5a; V 5d, V 4	8
<b>5 Anforderungen</b>	<b>10</b>
<b>6 Übersicht aller Messresultate</b>	<b>11</b>
<b>7 Flankenübertragungen</b>	<b>12</b>
<b>Vertikale Trittschalleinleitung der Decke in die flankierenden Wände</b>	<b>12</b>
<b>8 Potential</b>	<b>13</b>

## **Beilagen**

- A Prüfstand Beschrieb
- B Geprüfte Deckenkonstruktionen mit Resultaten
- C Messresultate der EMPA

## 1 Ausgangslage

Das schalltechnische Verhalten der neu entwickelten Verbundelemente ist noch nicht bekannt. Ein vermehrter Einsatz als Deckenelement erfordert ein genügend genaue Prognose der Schalldämmung mit gesicherten Werten. Eine Berechnung mit genügender Genauigkeit für derartigen im Verbund wirkende Bauteile ist nicht möglich.

Zur Ermittlung der schalltechnischen Leistungsfähigkeit der Holzbetonverbundelemente wurden verschiedenen Aufbauten Luft- und Trittschallmessungen im Deckenprüfstand der EMPA in Dübendorf durchgeführt.

## 2 Prüfeinrichtung

### 2.1 Prüfstand

Die Prüfungen wurde an der EMPA in Dübendorf am Deckenprüfstand durchgeführt in der Zeit vom 30. Mai bis 2. Juni 2006.

Der Beschrieb des Prüfstandes siehe Beilage A

Die Auswertung der Messresultate erfolgte gemäss EN ISO 717 -2 und für Spektrum Anpassungswert  $C_1$  EN ISO 717 -2

### 2.2 Nebenwege

Trittschall:

Die Flankenübertragungen sind unterdrückt, sodass der bewertete Normtrittschallpegel  $L_{n,w}$  ermittelt wurde.

Luftschall:

Bei der Ermittlung der Luftschalldämmung wurden die bewertete Schalldämmmass mit  $R'_w$  ermittelt d.h. mit Flankenübertragungen.

## 3 Schallprüfung

### 3.1 Prüfkörper

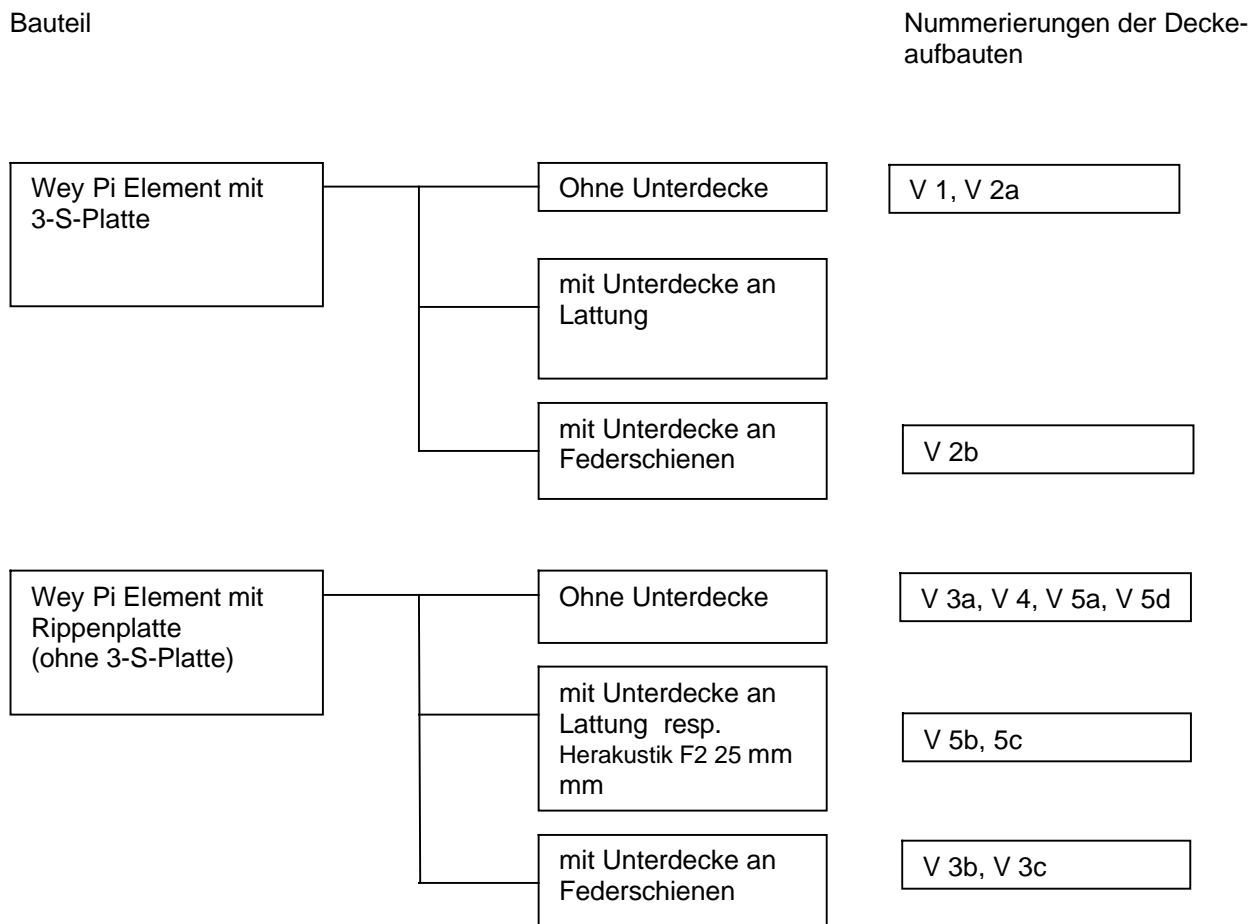
Die Prüfkörper resp. die Materialien zu deren Aufbau wurde von der Fa. Blumer–Lehmann geliefert und eingebaut.

Die Höhe der Rippen wurde entsprechend der Spannweite des Prüfraumes reduziert, damit nicht eine zu steife Deckenkonstruktion gemessen wurde.

## 4 Resultate

Die Trittschalldämmung wurde an 11 Deckenaufbauten, die Luftschalldämmung an 6 Deckenaufbauten gemessen.

Die Gliederung der Messresultate wie folgt erstellt



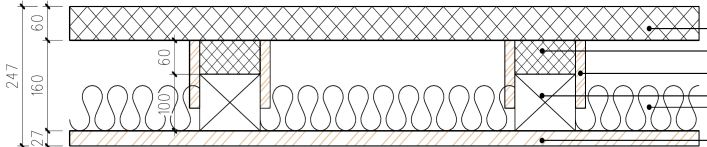
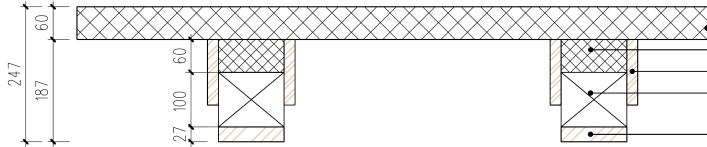
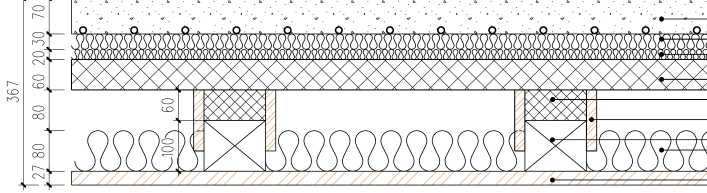
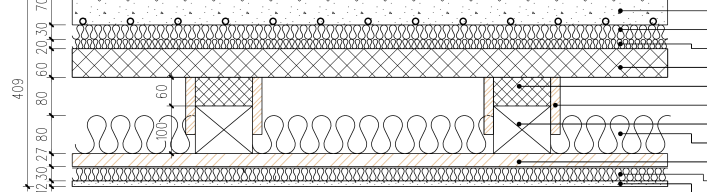
### 4.1 Resultatübersicht

Die Messresultate wurden von der EMPA per pdf-Dokument zugestellt. Die Messung erfolgte jedoch über ein Frequenzspektrum von 50 bis 5000 Herz. Die den Normen entsprechende Auswertung umfassen die Frequenzen 100 bis 3250 Herz. Damit die Problematik der Tieftöne besser erkennbar wird, wurden zusätzlich die Werte unterhalb von 100 Herz in die nachstehenden Diagramme aufgenommen.

## 4.2 Hohlkasten mit 3-S-Platte unten V1, V2a, V2b

(Vergleich Rohdecke Rippenplatte V4)

Aufbau Bauteil

V 1		Betonplatte 60mm (Wey-Pi-Element) Vergussmörtel 60mm (Wey-Pi-Element) Holzwerkstoffplatten z.Bsp: OSB 18mm Holzrippe 120/180mm (Wey-Pi-Element) Hohlraumdämmung 80mm Flumroc Typ 1 (32kg/m³) 3-Schichtplatte 27mm
V4		Betonplatte 60mm (Wey-Pi-Element) Vergussmörtel 60mm (Wey-Pi-Element) Holzwerkstoffplatten z.Bsp: OSB 18mm Holzrippe 120/180mm (Wey-Pi-Element) 3-Schichtplatte 27mm
V2a		Zementunterlagsboden 70mm/Heizung Wärmedämmung 30mm Polystyrol F30 (30kg/m³) Trittschalldämmung 20mm Isover PS 81 (80kg/m³) Betonplatte 60mm (Wey-Pi-Element) Vergussmörtel 60mm (Wey-Pi-Element) Holzwerkstoffplatten z.Bsp: OSB 18mm Holzrippe 120/180mm (Wey-Pi-Element) Hohlraumdämmung 80mm Flumroc Typ 1 (32kg/m³) 3-Schichtplatte 27mm
V2b		Zementunterlagsboden 70mm/Heizung Wärmedämmung 30mm Polystyrol F30 (30kg/m³) Trittschalldämmung 20mm Isover PS 81 (80kg/m³) Betonplatte 60mm (Wey-Pi-Element) Vergussmörtel 60mm (Wey-Pi-Element) Holzwerkstoffplatten z.Bsp: OSB 18mm Holzrippe 120/180mm (Wey-Pi-Element) Hohlraumdämmung 80mm Flumroc Typ 1 (32kg/m³) 3-Schichtplatte 27mm Federschiene System Knauf ausgedämmt Flumroc Typ 1 (32kg/m³) Gipsplatte 12,5mm Fermacell

Nr.	Bauteil	Bemerkungen	Luftschall $R'_w$ (C; C <sub>tr</sub> ) $R'_w + C$	Trittschall $L_{n,w}$ (C <sub>I</sub> ) $L_{n,w} + C_I$
V 1	Rohdecke		<b>53 (-1; -4)</b> <b>49</b>	<b>87 (-11)</b> <b>76</b>
V 4	Rohdecke Rippenplatte		<b>40 (-1; -2)</b> <b>39</b>	<b>92 (-12)</b> <b>80</b>
V2a	V1 + Zement UB	Erfüllt die Min.Anforderungen knapp nicht		<b>51 (-1)</b> <b>50</b>
V2b	V2a + 12.5 mm Fermacell Platten an Federbügeln	LS: eA TS: eA	<b>63 (-1; -5)</b> <b>58</b>	<b>42 (3)</b> <b>45</b>

TS mA: Mindestanforderungen Trittschall  
TS eA: erhöhte Anforderungen Trittschall

Tieftonbereich unter 100 Hz: hohe Werte

Potential: Charakteristik des Elementes

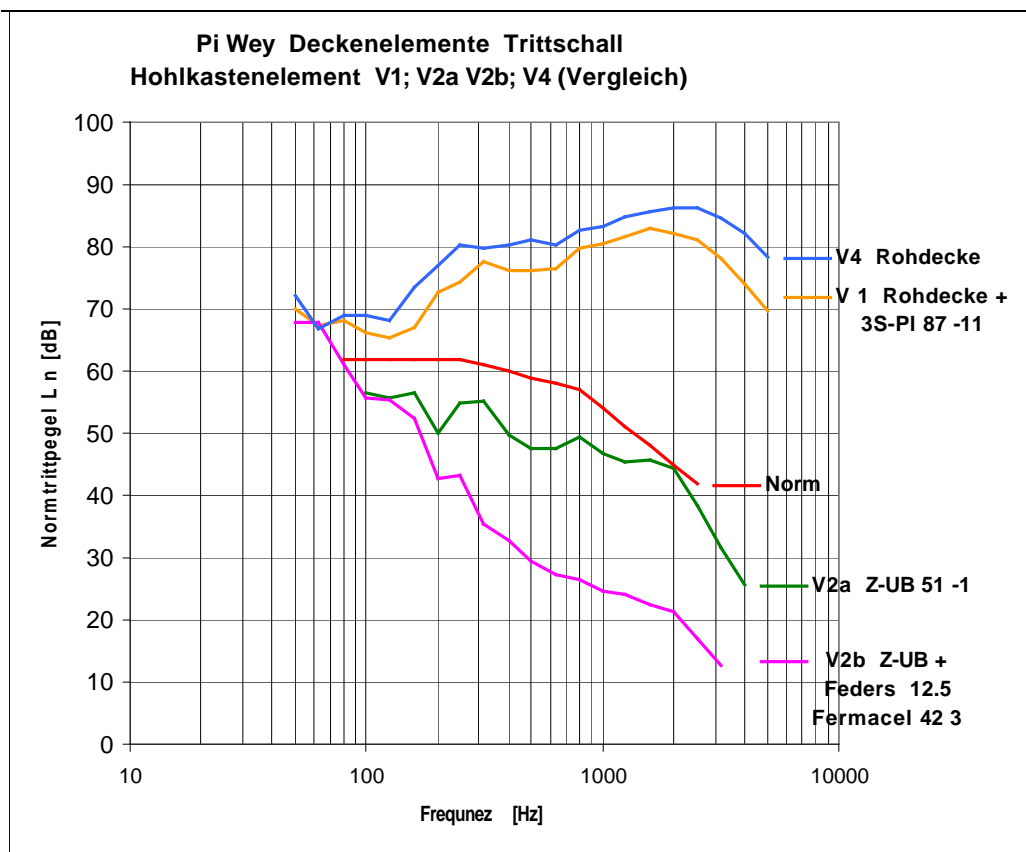


Abbildung 1 Trittschall V1; V2a; V2b; Vergleich V4 (Rohdecke ohne 3-Platte)

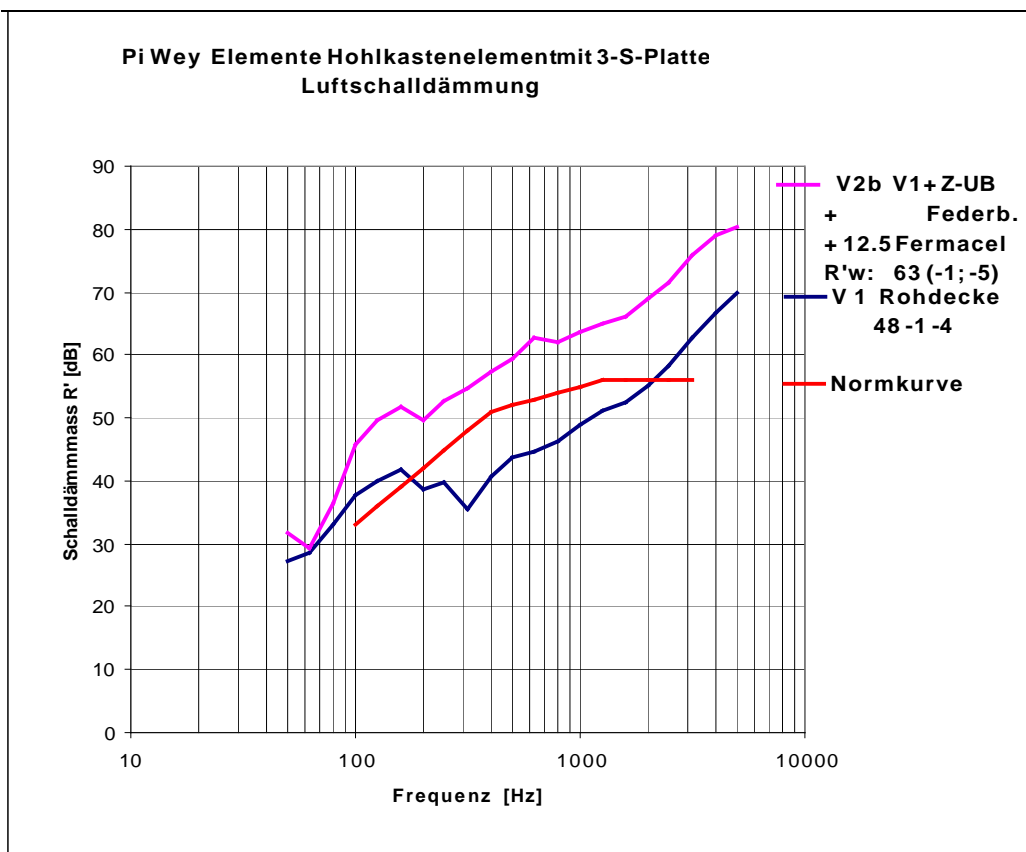


Abbildung 2 Luftschall V1; V2a; V2b Vergleich V4 (Rohdecke ohne 3-Platte)

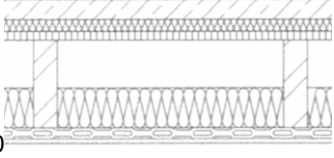
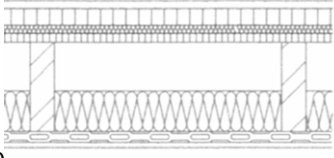
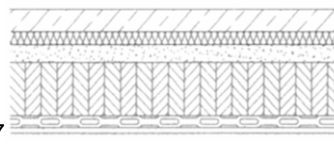
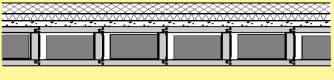
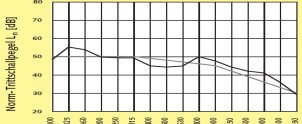
### 4.3 Rippenplatten - Element mit Deckenverkleidung V3b, V3c, V5b, V5c, V3a (ohne Deckenverkleidung)

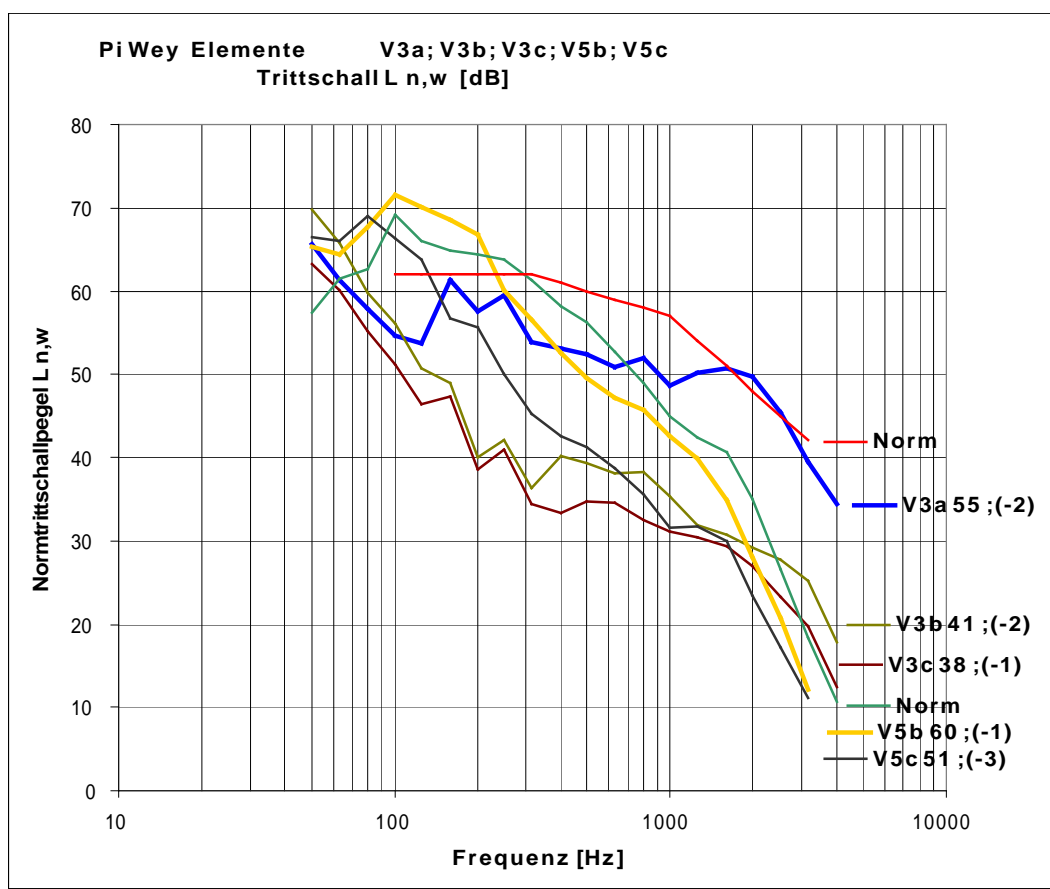
	Deckenaufbau	Bemerkungen	Luftschall $R'_w$ (C; C <sub>tr</sub> ) $R'_w + C$	Trittschall $L_{n,w}$ (C <sub>I</sub> ) $L_{n,w} + C_I$
V 3a	Rohdecke Rippenplatte			<b>55 (-2)</b> <b>53</b>
V 3b	V3a + Zement UB + 1x Gipskartion mit Federb	LS + TS: eA UB bewirkt -10 dB		<b>41 (2)</b> <b>43</b>
V 3c	V3a + Zement UB + 2x Gipskartion mit Federb.	Sehr gute Werte! LS + TS: eA Siehe V5c: Trittschall	<b>61 (-1; -4)</b> <b>60</b>	<b>38 (1)</b> <b>39</b>
V 5b	Rohdecke Rippenplatte UB leicht, Decke mit Herakustik (Objekt Schule St. Gallen)	Trittschall schlecht; keine geschlossene Decke, da Schallabsorption	<b>53 (-3; -11)</b> <b>50</b>	<b>60 (1)</b> <b>61</b>
V 5c	Rohdecke Rippenplatte UB leicht, 1x Gipskarton mit Federb.	Im Bereich min. Anforderungen für Wohnen Siehe V3c: Trittschall	<b>59 (-3; -10)</b> <b>56</b>	<b>51 (3)</b> <b>54</b>

TS mA: Mindestanforderungen Trittschall

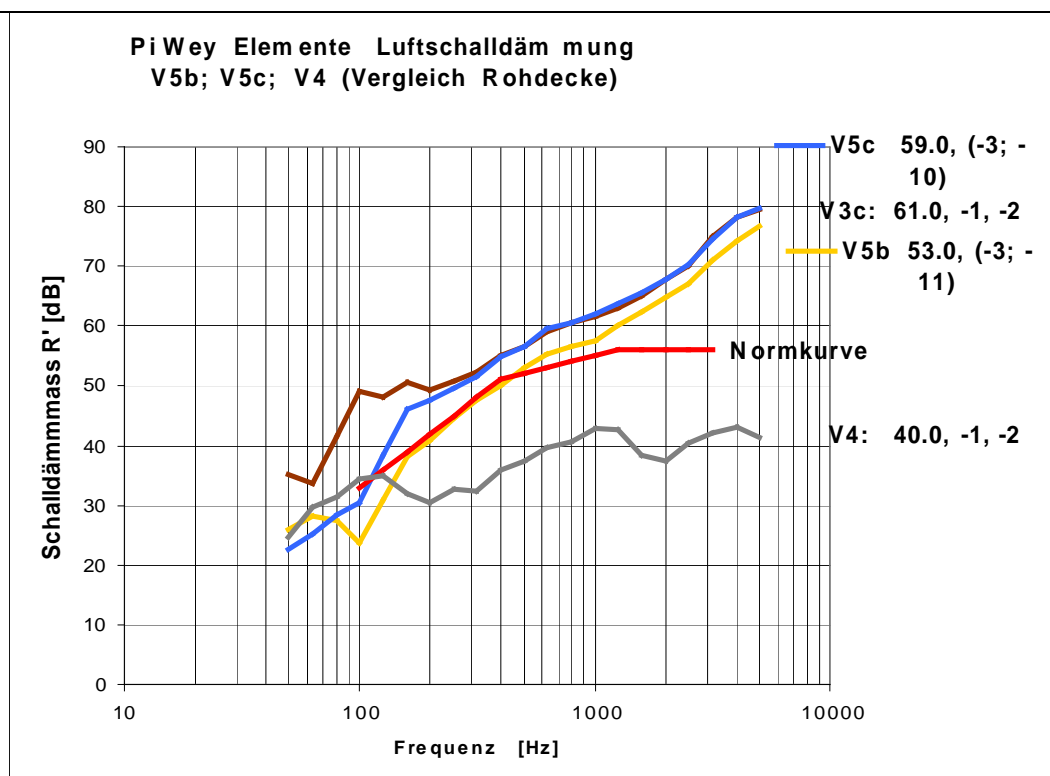
TS eA: erhöhte Anforderungen Trittschall

Vergleiche Quelle: ift Rosenheim Bauteilkatalog Holzbalkendecken

Schnittzeichnung	Deckenaufbau	$R_{w,p}$ (C, C <sub>tr</sub> )	$L_{n,w,p}$ (C <sub>I</sub> ) [dB]
10 	50 mm Z-UB 30 mm MF TS 22 mm Verlegeplatte 220 mm Balken 100 mm Hohlraumdämmung 27 mm Fenderschiene 12.5 mm Gipskartonplatte	70 (-3; -9)	46 (0)
20 	20 mm Verlegespanplatte 40 mm Plattenelement (300x300mm; 1000 kg/m³) 20 mm Verlegespanplatte 220 mm Balken 100 mm Hohlraumdämmung 27 mm Fenderschiene 12.5 mm Gipskartonplatte	66 (-4; -11)	48 (2)
27 	50mm UB 30 mm MF 40 Trockenschüttung = 60 kg/m³ 120 mm Brettstapeldecke 27 mm Fenderschiene 12.5 mm Gipskartonplatte	62(-4; -10)	46 (2)
 Zementestrich 55 mm Mineralfaser-Trittschalldämmplatte 40/35 mm (Dynamische Steifigkeit s' < 5 MN/m³) Wabenschüttung 30 mm LIGNATUR-Kastenelement silence 200 mm	 Messung: Schallhaus, LS+W, D-Stephanskirchen (2001) Prüfbericht Nr. 02 03 08.H34-19	295 320 $R_w$ 69	$L_{n,w}$ 48 46 (Parkett) 40 (Teppich) $L_{n,w} + C_{I,50-5000}$ 47 $L_{n,w} + C_{I,100-2500}$ 46



**Abbildung 3 Trittschall V3a; V3b; V3c; V5b; V5c**



**Abbildung 4 Luftschall V2b; V5b; V5c; V4 Vergleich mit Rohdecke;**



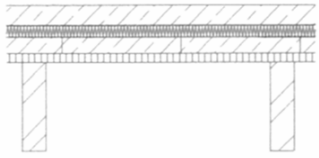
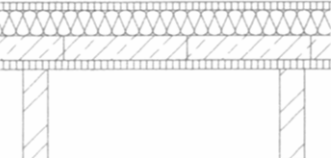
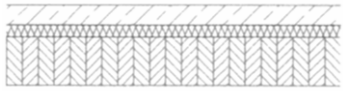
#### 4.4 Rippenplatte-Element ohne Deckenverkleidung V3a; V 5a; V 5d, V 4

	Deckenaufbau	Bemerkungen	Luftschall $R'_w$ (C; $C_{tr}$ ) $R'_w + C$	Trittschall $L_{nw}$ ( $C_l$ ) $L_{nw} + C_l$
V 4	Rohdecke Rippenplatte		<b>40 (-1; -2)</b> <b>39</b>	<b>92 (-12)</b> <b>80</b>
V 3a	Rohdecke Rippenplatte mit Z-UB	Beste Werte ohne abgehängte Decken Zusätzliche Dicke der Betonplatte könnte		<b>55 (-2)</b> <b>53</b>
V 5a	V4 + UB leicht	Ist schlechter als Rohdecke mit		<b>62 (-1)</b> <b>61</b>
V 5d	V4 Rohdecke Rippenplatte + Z-Platten	Kasten erzeugt Tieftongfrequenzen Beschwerung der Decken ist zu gering oder hat zu wenig Verbund Vergleiche V3a		<b>58 ( 1)</b> <b>59</b>

TS mA: Mindestanforderungen Trittschall

TS eA: erhöhte Anforderungen Trittschall

#### Vergleichbare Konstruktionen

Schnittzeichnung	Deckenaufbau	$R_{w,p}$ (C, $C_{tr}$ )	$L_{n,w,p}$ ( $C_l$ ) [dB]
1 	50mm Z-UB 30 mm MF TS 40 Beton Platten 22 mm Verlegeplatte 220 mm Balken	47 (-3)	70 (-)
3 	25 mm GKP 25 mm MF TS 60 mm Betonplatten 22 mm Verlegespanplatte 220 mm Balken	54 (0)	63
	50 mm Z-UB 30 mm MF 120 Brettstapeldecke	56 (-3)	62 (-2; -7)

Quelle: ift Roseenheim Bauteilkatalog Holzbalkendecken

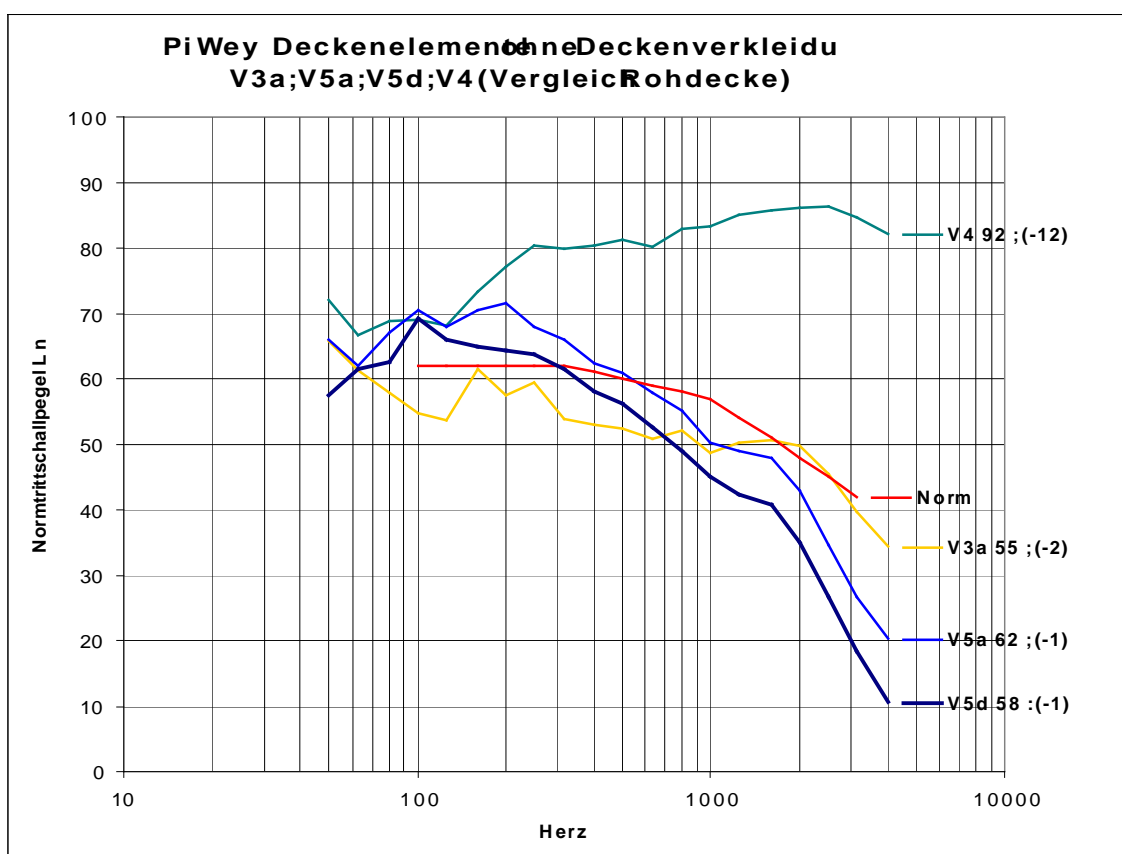


Abbildung 5 Trittschall

An keinem dieser Aufbauten wurde die Luftschalldämmung gemessen

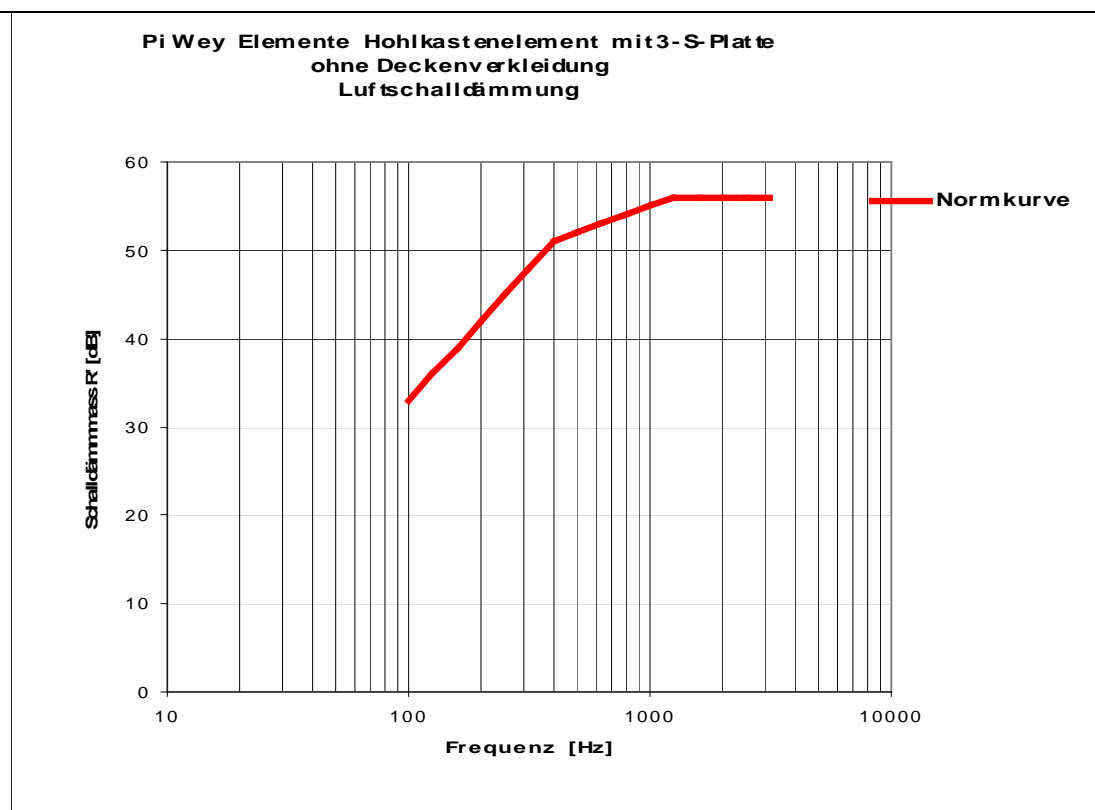


Abbildung 6 Luftschalldämmung V3a; V5a; V5d V4 (Rohdecke)

## 5 Anforderungen

### SIA 181 (2006)

#### Anforderungen Mindestanforderungen und erhöhte Anforderungen

Die ermittelten Anforderungen sind auf das Raumvolumen resp. die Trennbauteilfläche abzustimmen.

Nutzung	Luftschall $D_i$	Bauteil : $R'_w + C$	Trittschall $L'$	Bauteil : $L_{n'w} + C_i$
Wert	grösser als		kleiner als	
	min./erh.	min./erh.	min./erh.	min./erh.
Wohnbauten Wohnen – Wohnen (Zimmer ca. 12 m <sup>2</sup> )	53 / 56	53 / 56	53 / 50	= 50 <sup>1</sup> / 47
Büro (Betrieb A) - Büro (Betrieb B) (Bürogrösse ca. 20 m <sup>2</sup> )	53 / 56	53 / 56	53 / 50	= 53 / 50
Gewerbe (Betrieb A) - Büro (Betrieb B)	48 / 51	48 / 51	48 / 45	= 48 / 45
Gewerbe (Betrieb A) - Gewerbebetrieb B)	53 / 57	53 / 57	48 / 45	= 48 / 45

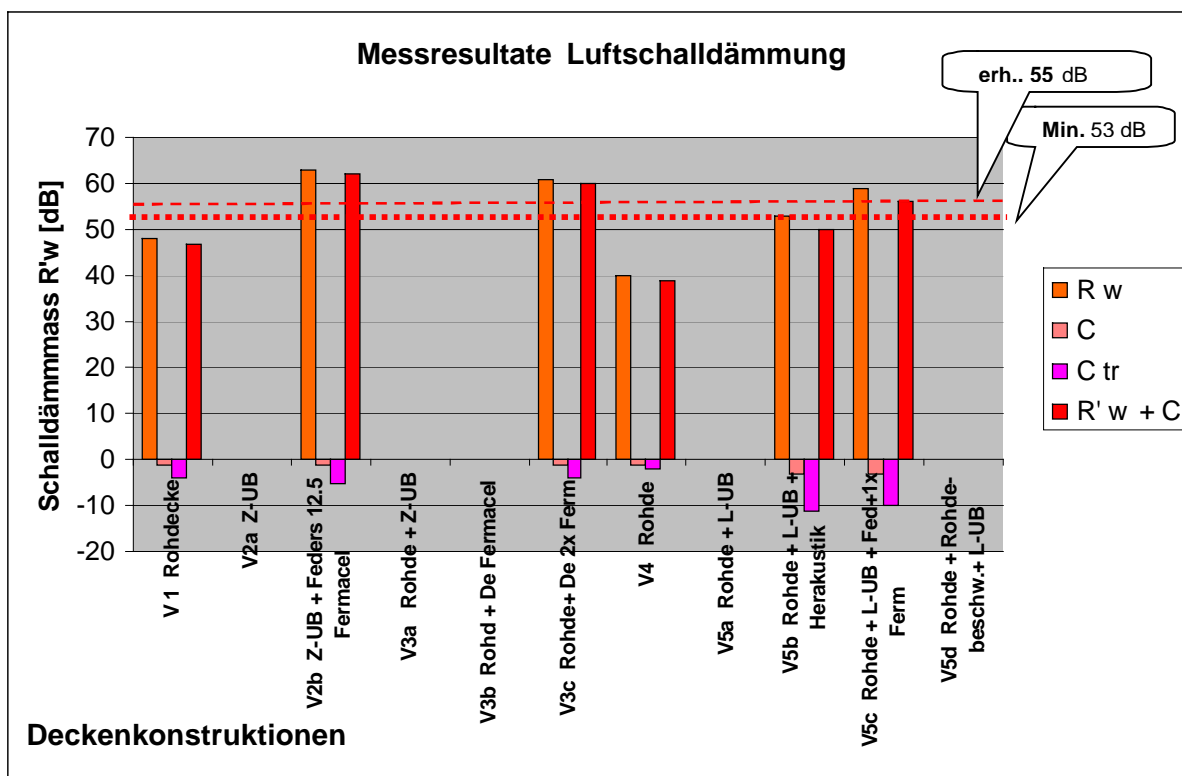
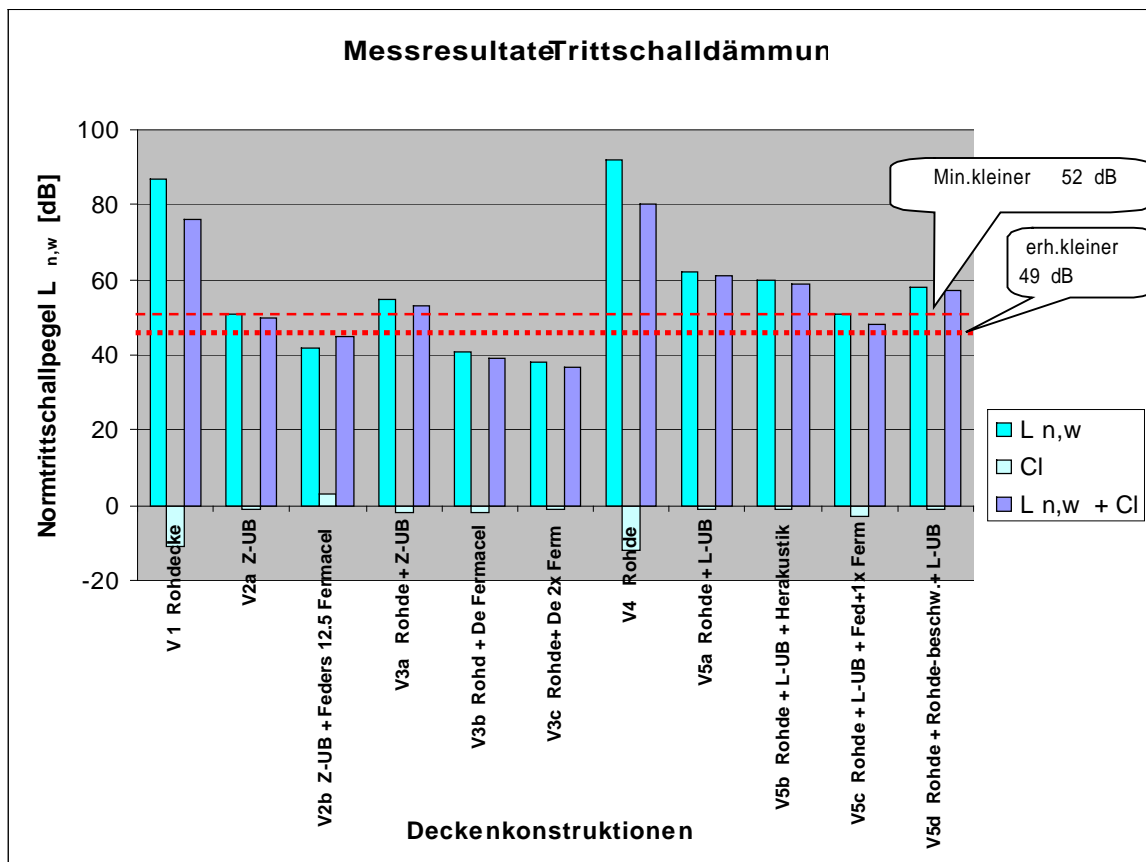
### SIA 181 Anhang G (informativ)

#### Anforderungen innerhalb der Nutzungseinheiten Stufe 1 / Stufe 2

	Luftschall $D_i$	Bauteil: $R'_w + C$	Trittschall $L'$	Bauteil: $L_{n'w} + C_i$
Wert	grösser als		kleiner als	
	min./erh.	min./erh.	min./erh.	min./erh.
Büro - Büro (ca. 20 m <sup>2</sup> )	35 / 40	35 / 40	60 / 55	= 60 / 55
Büro – Sitzung	40 / 45	40 / 45	60 / 55	= 60 / 55
Sitzung/Büro – Direktion	45 / 50	45 / 50	60 / 55	= 60 / 55
Schulzimmer – Schulzimmer	45 / 50	45 / 50	60 / 55	= 64 / 59
In Wohnungen z.B. Schlafen – Schlafen (ca. 12 m <sup>2</sup> ) Schlafen – Wohnen	40 / 45	40 / 50	55 / 50	= 52 / 47

<sup>1</sup> Empfundener Schall ist zu berücksichtigen

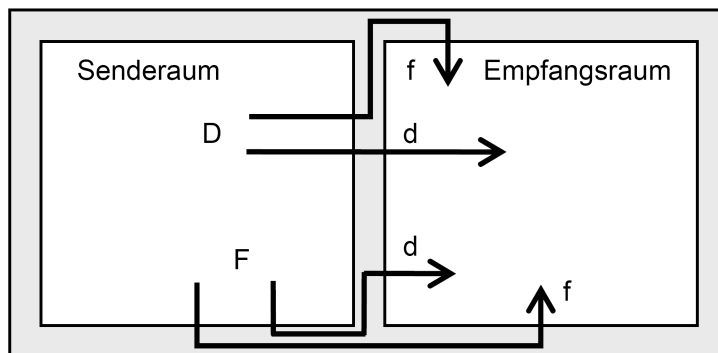
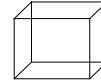
## 6 Übersicht aller Messresultate



## 7 Flankenübertragungen

### Die Grundlagen und Ideen der Normenreihe EN 12354

In die Berechnung werden neben dem direkten Schallweg durch den Trennbauteil 12 Nebenwege über die flankierenden Bauteile einbezogen.



51

### Vertikale Trittschalleinleitung der Decke in die flankierenden Wände

In Deutschland wurden ein vereinfachter Nachweis (Prognoseverfahren) zur Berücksichtigung der Flankenübertragungen erarbeitet. Dieses Verfahren basiert auf dem Normtrittschallpegel ohne Flankenübertragungen und stützt sich auf die Auswertung einer Vielzahl von Messresultaten, sodass eine Prognose mit genügender Sicherheit ermittelt werden kann.

#### Vereinfachter Nachweis für die Flankenübertragung

Für den vereinfachten Nachweis wird die Flankenübertragung durch die Korrektursummanden K1 und K2 nach Gleichung (1) beschrieben.

$$L'_{n,w} = L_{n,w} + K_1 + K_2 \text{ [dB]}$$

Berechnung des Norm-Trittschallpegels  $L'_{n,w}$

$L_{n,w}$  bewerteter Norm-Trittschallpegel ohne Flankenübertragung (Weg Dd)

K1 Korrektursummand zur Berücksichtigung der flankenübertragung auf dem Weg Df

K2 Korrektursummand zur Berücksichtigung der flankenübertragung auf dem Weg Df

Die angegebenen Korrektursummanden gelten für flankierende Innen- und Aussenwände in Holzrahmen- und Holztafelbauweise mit folgenden Konstruktionsmerkmalen:

- Flankierende Wände vollständig durch Holzdecke unterbrochen
- Holzständerwände mit wandbeplankungen aus Gipsbauplatten und / oder Holzwerkstoffplatte, mechanisch mit Ständer verbunden.. Oder :
- Wandelemente aus 80 – 100 mm starken Holzwerkstoffplatten oder Brettstapel- und Brettschichtholzelementen

## **8 Potential**

- Erhöhung der Tragkonstruktion von 287 mm auf grösser 240 mm hat einen positiven Effekt auf die Schalldämmung. Bei tiefen Frequenzen wirkt sich dies u.U. eher negativ aus.
- Grössere Spannweiten  
Der Einfluss der Spannweiten auf die Schalldämmung ist ein Faktor der noch wenig erforscht wurde und sich bei den unterschiedlichen Konstruktionen nicht gleich verhalten wird.
- Flankenübertragungen s. oben