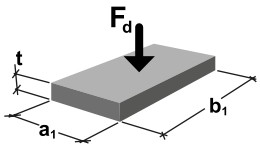
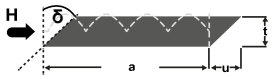
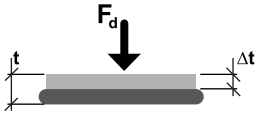
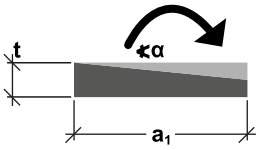
CALENBERG

bi-Trapezlager

Elastomerlager für statische Bauteillagerung und Trittschalldämmung

Bemessung mit Designwerten

Die Bemessung der Lager erfolgt nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bis zu einer Druckspannung $\sigma_{R,d} = 17{,}4\,N/mm^2$. Das Bemessungskonzept beruht auf dem Formfaktor. Bohrungen, Ausschnitte und die erforderlichen Randabstände sind nach DIN EN 1992 zu berücksichtigen.

BEANSPRUCHUNGSART			
Bemessungswert der Tragfähigkeit	zul. Schubverformung	Lagereinfederung	zul. Drehwinkel
			
FORMEL			
$\sigma_{R,d}$ = 1,095 x $S^{1,543} \leq 17{,}4$ [N/mm²]	Dicke t t = 10 mm: zul. u = 4 mm t = 15 mm: zul. u = 5,5 mm t = 20 mm: zul. u = 8 mm Horizontalkraft H_d = $c_{s(t)} \cdot u \cdot A_E / 20000$ [kN] Um ein Durchrutschen des Lagers zu vermeiden, ist eine Mindestdruckspannung von 1 N/mm² erforderlich.	s. Seite 4	Dicke t t = 10 mm: zul. $\alpha = 3000/a_1$ [‰] t = 15 mm: zul. $\alpha = 5000/a_1$ [‰] t = 20 mm: zul. $\alpha = 6500/a_1$ [‰] (Rechtecklager) Nach Zulassung zu berücksichtigen: • 10 ‰ aus Schiefwinkligkeit • $\frac{625}{a_1}$ aus Unebenheit
Formfaktor S, s. Seite 2	$c_{s(t)}$-Werte und Randbedingungen, s. Seite 5		s. auch Heft 600, DAfStb

LEGENDE FORMELZEICHEN

F_d	Vertikalkraft
H_d	Horizontalkraft
A_E	Lagerfläche
S	Formfaktor, Verhältnis von gedrückter Lagerfläche A_E zur unbelasteten Mantelfläche
a_1	Kürzere Lagerseite
b_1	Längere Lagerseite
a	Bauteilbreite
b	Bauteillänge
$\sigma_{R,d}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit
$\sigma_{E,d}$	Designdruckspannung aus Einwirkung
α	Verdrehung des Lagers
$c_{s(t)}$	Schubfedersteife
u	Schubverformung des Lagers
t	Lagerdicke
Δt	Lagereinfederung

CALENBERG

bi-Trapezlager

Elastomerlager für statische Bauteillagerung und Trittschalldämmung

Berechnung des Formfaktors

Für die Bemessung unbewehrter Elastomerlager wird der Formfaktor S als Verhältnis der gedrückten zur frei verformbaren Fläche herangezogen. Mit dem Formfaktor S wird die zulässige Druckspannung in Abhängigkeit der Lagerabmessungen berechnet.

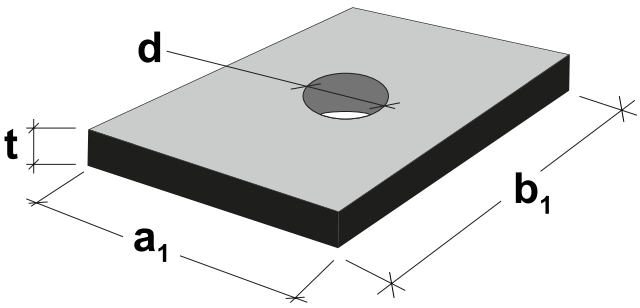
FORMFAKTOR FÜR RECHTECKIGE LAGER

Ohne Bohrung

$$S = \frac{b_1 \cdot a_1}{2 \cdot t\,(b_1 + a_1)}$$

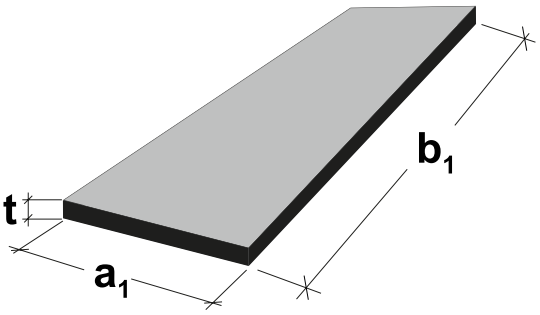
Mit Bohrung, $n \leq 4$

$$S = \frac{a \cdot b - \frac{\pi}{4} n \cdot d^2}{2 \cdot t\,(a + b) + t \cdot \pi \cdot n \cdot d}$$



FORMFAKTOR FÜR STREIFENFÖRMIGE LAGER

$$S = \frac{a_1}{2 \cdot t} \qquad b_1 >> a_1$$



CALENBERG

bi-Trapezlager

Elastomerlager für statische Bauteillagerung und Trittschalldämmung

Dicke: 10 mm

Die nachfolgenden Tabellen zeigen den Bemessungswert der Tragfähigkeit und den zulässigen Drehwinkel in Abhängigkeit von den Lagerabmessungen. Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

LAGER [mm]	α [‰]	[mm]	DRUCKSPANNUNG, $\sigma_{R,d}$ [N/mm²]																		
Dicke	zul. Dreh-winkel	Breite	LAGERLÄNGE [mm]																		
			70	80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
10	40	50	-	-	-	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,7	3,8	3,8	3,9
	30	100	3,3	3,8	4,1	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,1	8,4	8,9	9,3	9,6	9,9
	20	150	4,2	4,8	5,4	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,4	9,4	10,3	11,2	11,9	12,5	13,1	14,1	15,0	15,7	16,4
	15	200	4,8	5,5	6,3	7,0	7,7	8,4	9,1	9,7	10,3	11,8	13,1	14,3	15,4	16,5	17,4	17,4	17,4	17,4	17,4

Dicke: 15 mm

LAGER [mm]	α [‰]	[mm]	DRUCKSPANNUNG, $\sigma_{R,d}$ [N/mm²]																		
Dicke	zul. Dreh-winkel	Breite	LAGERLÄNGE [mm]																		
			70	80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
15	40	50	-	-	-	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1
	40	100	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,5	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5	4,8	5,0	5,1	5,3
	33,3	150	2,4	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	5,0	5,5	6,0	6,4	6,7	7,0	7,6	8,0	8,4	8,8
	25	200	2,8	3,0	3,4	3,8	4,1	4,5	4,9	5,2	5,5	6,3	7,0	7,7	8,3	8,8	9,3	10,2	10,9	11,6	12,2

Dicke: 20 mm

LAGER [mm]	α [‰]	[mm]	DRUCKSPANNUNG, $\sigma_{R,d}$ [N/mm²]															
Dicke	zul. Dreh-winkel	Breite	LAGERLÄNGE [mm]															
			100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
20	40	100	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4
	32,5	200	2,4	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	4,0	4,5	4,9	5,3	5,6	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8

STREIFENLAGER						
LAGERBREITE a_1 [mm]	BI-TRAPEZLAGER					
	LAGERDICKEN					
	10 mm		15 mm		20 mm	
	$F_{R,d}$ [kN/m]	α [‰]	$F_{R,d}$ [kN/m]	α [‰]	$F_{R,d}$ [kN/m]	α [‰]
50	225	40	120	40	-	-
100	1312	30	702	40	450	40
150	2610	20	1968	33,3	-	-
200	3480	15	3480	25	2624	32,5

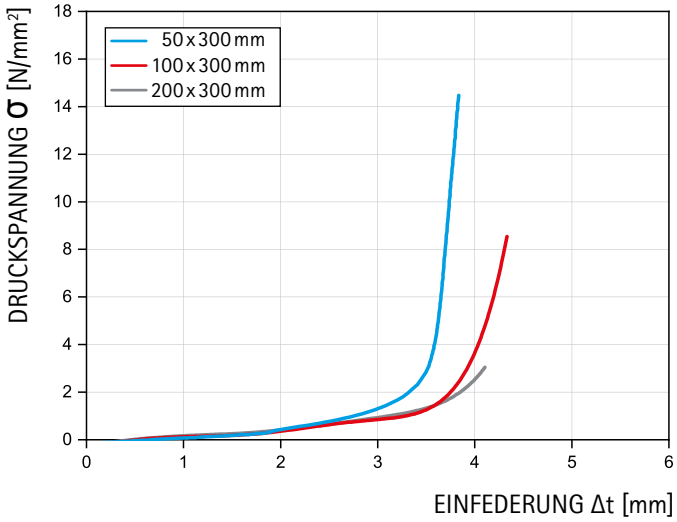
CALENBERG

bi-Trapezlager

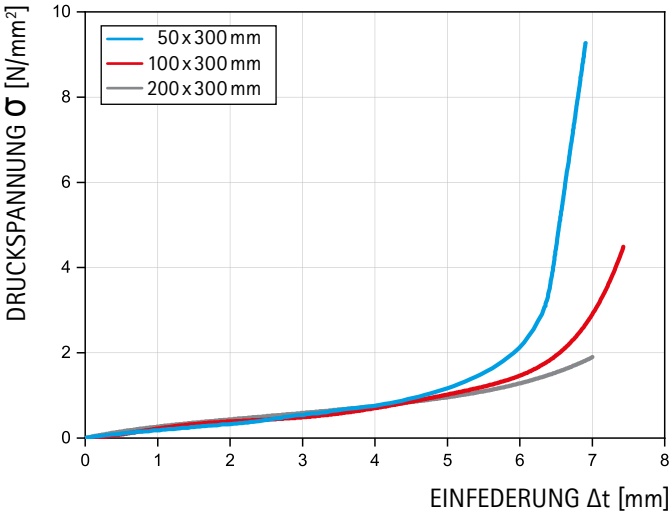
Elastomerlager für statische Bauteillagerung und Trittschalldämmung

Federkennlinien

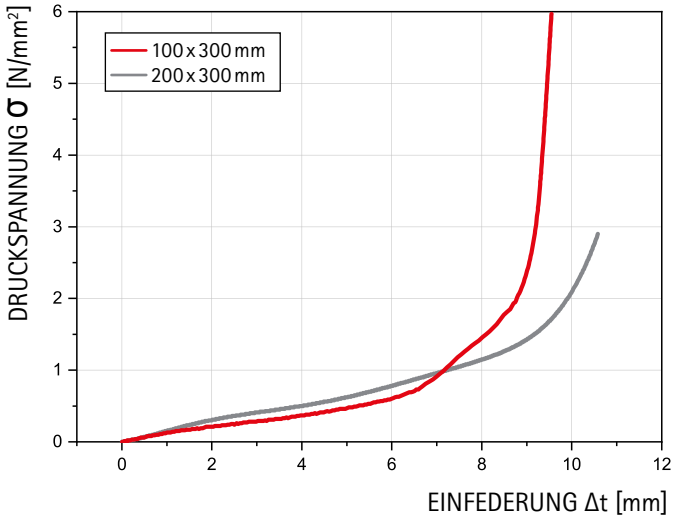
Dicke 10 mm



Dicke 15 mm

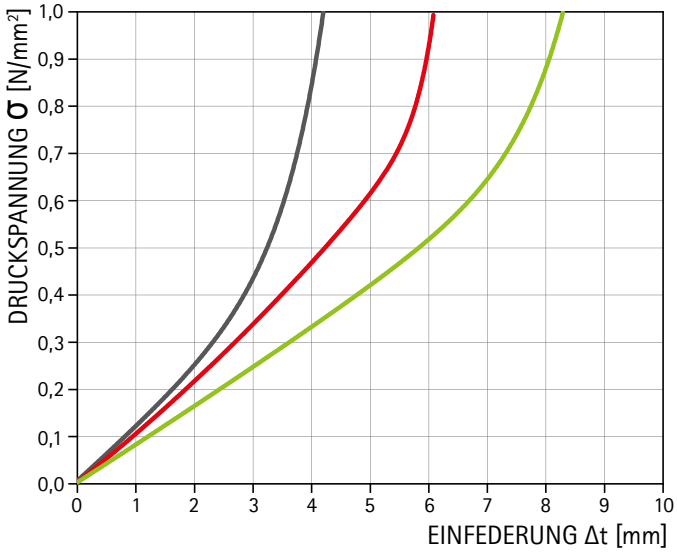


Dicke 20 mm



Druckstauchungs-Kurve bis zum Bemessungswert der Tragfähigkeit gemäß Zulassung für ein Lager diesen Typs mit hohem Formfaktor.

Federkennlinie für verschiedene Lagerdicken



Lagereinfederung im unteren, schalltechnisch relevanten Druckspannungsbereich, Orientierungsdiagramm

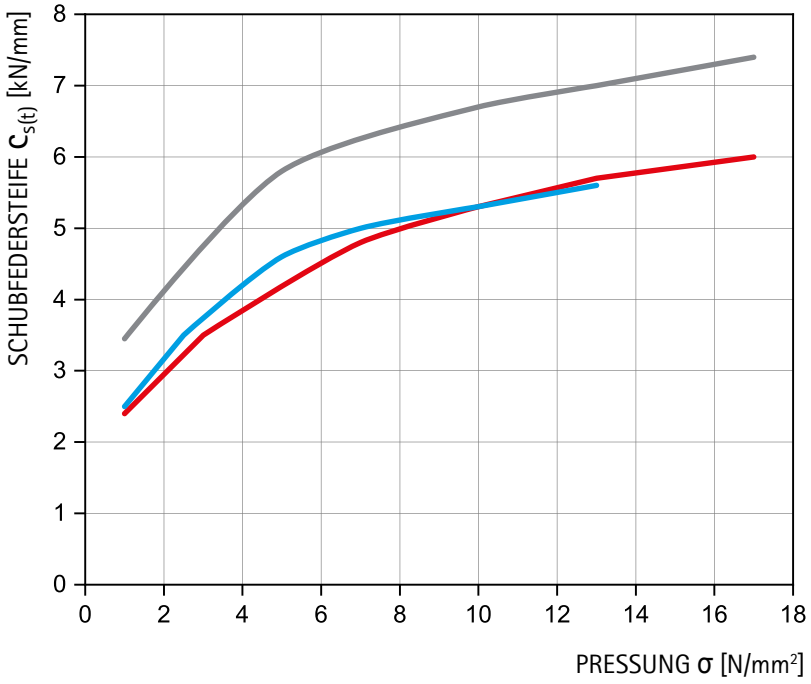
- 10 mm
- 15 mm
- 20 mm

CALENBERG

bi-Trapezlager

Elastomerlager für statische Bauteillagerung und Trittschalldämmung

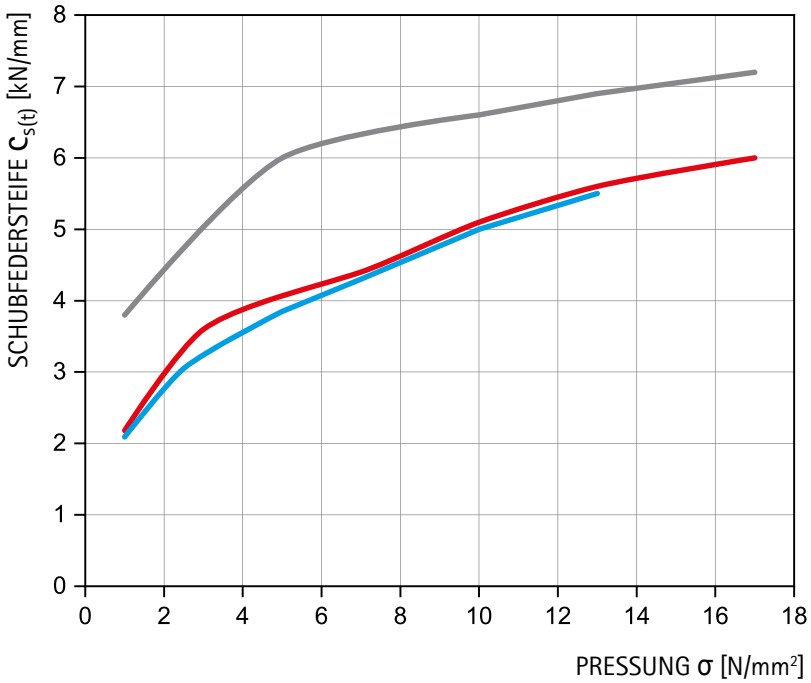
Schubfedersteife



DIAGRAMM

Rechtwinklig zur Profilierung.

t = 10 mm
t = 15 mm
t = 20 mm



Parallel zur Profilierung.

t = 10 mm
t = 15 mm
t = 20 mm

CALENBERG

bi-Trapezlager

Elastomerlager für Trittschalldämmung

Trittschallwerte

Gemessen nach DIN 7396 im Druckspannungsbereich σ = 0,1 N/mm² - 0,7 N/mm².

TRITTSCHALLWERTE						
Lagerdicke [mm]	Lagerbreite [mm]	Eff. Lastbereich [kN/m]	$\Delta L^*_{w,Lauf}$ max. [dB]	$\Delta L_{w,Lauf}$ max. [dB]	$\Delta L^*_{n,w}$ max. [dB]	Einfederung [mm]
10	50	5-35	20	22	23	0,8-3,8
	100	10-70				
	150	15-105				
	200	20-140				
15	50	5-35	22	24	25	0,9-5,5
	100	10-70				
	150	15-105				
	200	20-140				
20	100	10-70	23	25	26	1,2-7,4
	200	20-140				

LEGENDE

$\Delta L^*_{w,Lauf}$ Bewertete Lauf-Trittschallpegeldifferenz nach DIN 7396, für den Nachweis nach DIN 4109-2
$\Delta L_{w,Lauf}$ Bewertete Lauf-Trittschallpegelminderung nach DIN 7396, für den Nachweis nach DIN EN ISO 12354-2
$\Delta L^*_{n,w}$ Bewertete Lauf-Trittschallpegeldifferenz für starren Anschluss und mit Entkopplung nach DIN 7396, Produktkenngröße

Beispiel für den Schallschutznachweis

nach DIN 4109 Teil 2

Für Mehrfamilienhäuser:
einschalige, biegesteife Treppenraumwand

Treppenlauf an einer einschaligen, biegesteifen
Treppenraumwand nach DIN 4109-32: $L_{n,eq,0,w} \leq 60$ dB

Bewertete Lauf-Trittschallpegeldifferenz von
bi-Trapezlager t = 15 mm, b = 50 mm, gemessen nach DIN 7396: $\Delta L^*_{w,Lauf} \geq 22$ dB

Nachweis
$L'_{n,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L^*_{w,Lauf}$ = 60 dB - 22 dB = 38 db
$L'_{n,w} + u_{Prog}$ = 38 dB + 3 dB = 41 dB

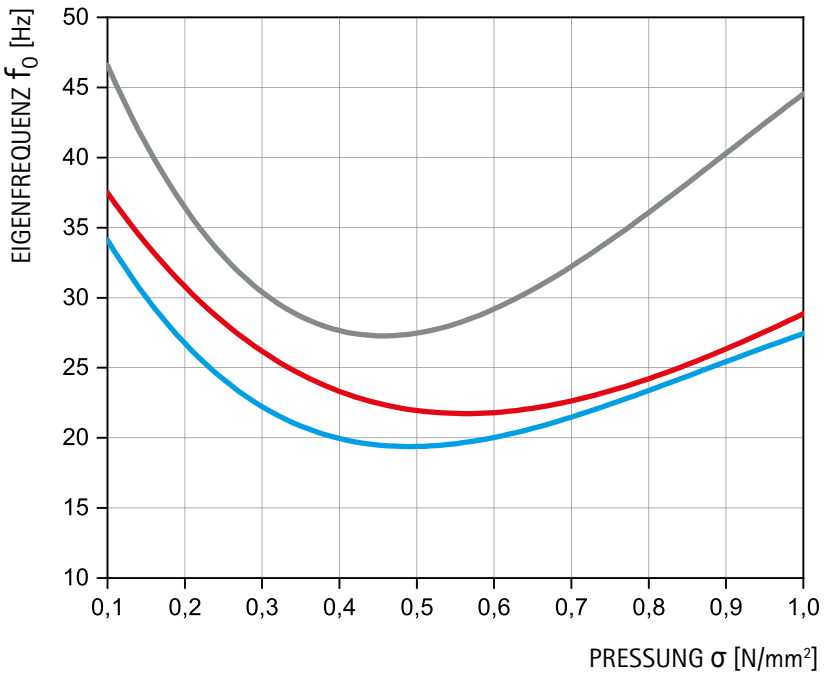
Damit sind folgende Anforderungen erfüllt:
DIN 4109, erhöhte Anforderung $L'_{n,w} \leq 47$ dB
DEGA, Klasse B $L'_{n,w} \leq 43$ dB
VDI 4100, SSt III $L'_{n,w} \leq 44$ dB

CALENBERG

bi-Trapezlager

Elastomerlager für Trittschalldämmung

Eigenfrequenz

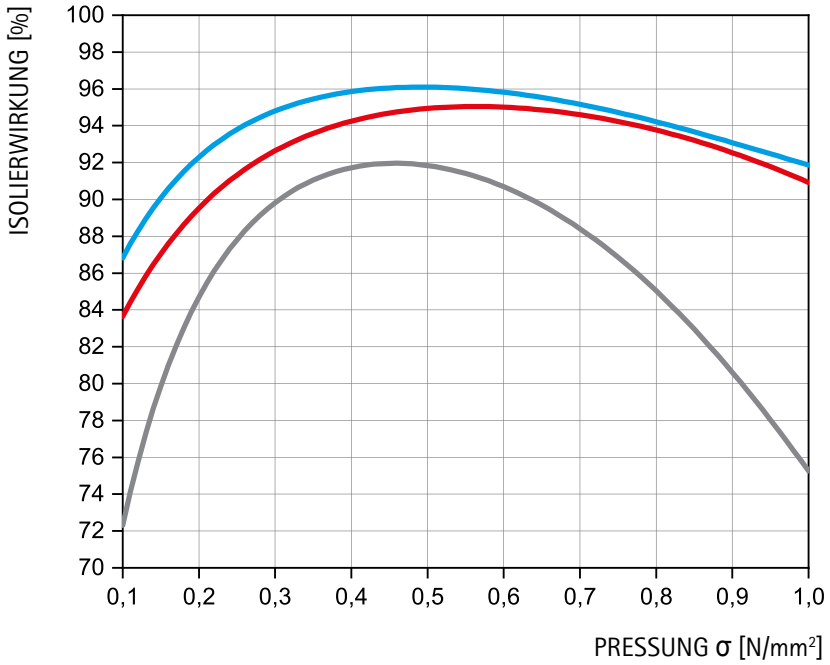


DIAGRAMM

Das nebenstehende Diagramm zeigt die Eigenfrequenz eines Ein-Masse-Schwingers mit bi-Trapezlager als Federelement bei einer Druckspannung zwischen 0,1 und 1,0 N/mm².
In diesem Bereich ist bi-Trapezlager aufgrund seiner weichen Federcharakteristik für den Einsatz zur Dämmung von Tritt- und Körperschall geeignet.

- t = 10 mm
- t = 15 mm
- t = 20 mm

Isolierwirkung



DIAGRAMM

Die beiden Diagramme zeigen die mögliche Wirkung von bi-Trapezlager beim Einsatz zur Dämmung von Körperschall. Maßgebend für die Körperschalldämmung ist das Verhältnis der auftretenden Erregerfrequenz zu der oben abgebildeten Eigenfrequenz. Je größer dieses ist, desto besser ist auch die Dämmung. Aus den Diagrammen wird deutlich, dass schon gegenüber einer Erregerfrequenz von 100 Hz eine Isolierwirkung von über 90 % möglich ist. Dies entspricht einer Körperschalldämmung von 20 dB. Erregerfrequenzen über 100 Hz werden in noch höherem Maße abgeschirmt.

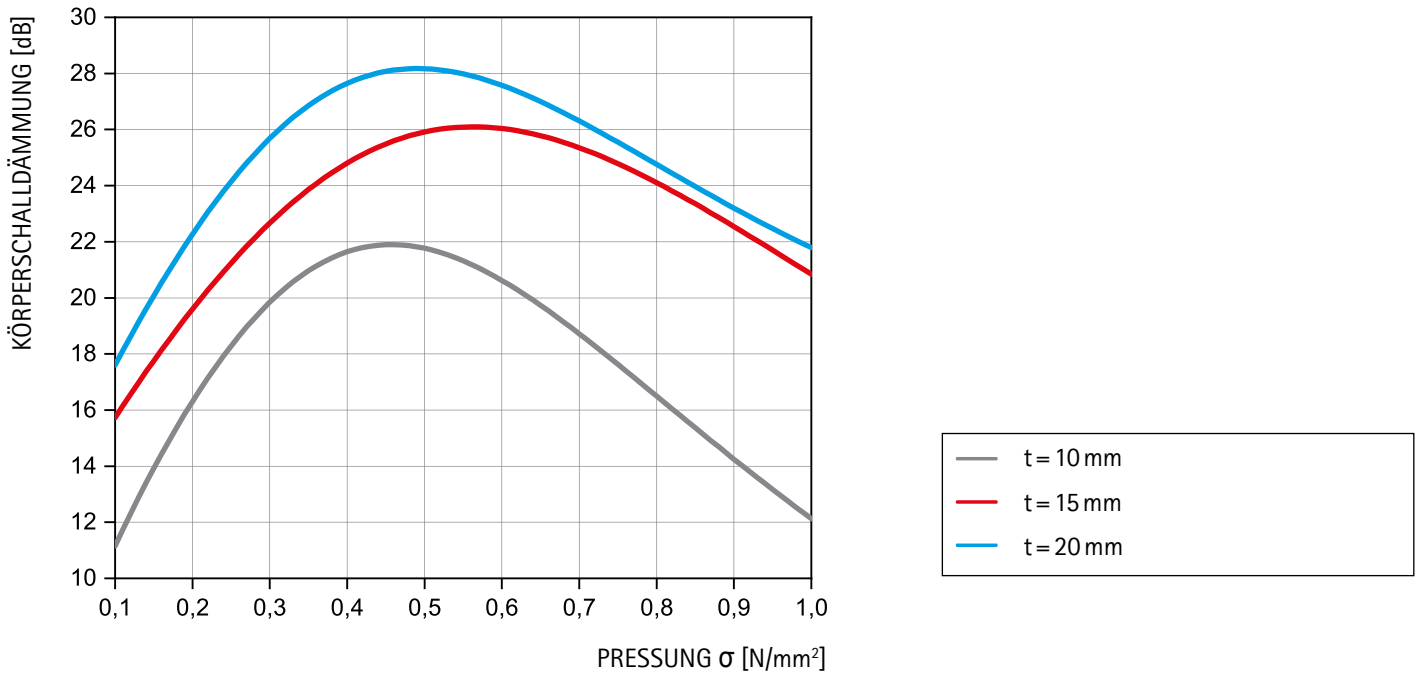
- t = 10 mm
- t = 15 mm
- t = 20 mm

CALENBERG

bi-Trapezlager

Elastomerlager für Trittschalldämmung

Körperschalldämmung



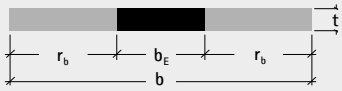
CALENBERG

bi-Trapezlager

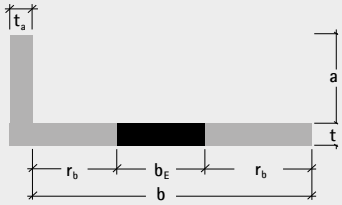
Elastomerlager für Trittschalldämmung

Schallstopp-Treppenelement für Ortbeton-Anwendungen

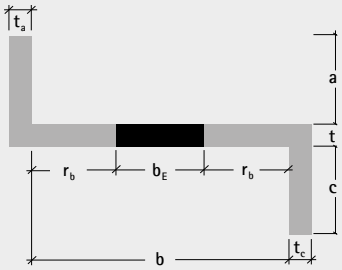
QUERSCHNITTSTYP I



QUERSCHNITTSTYP L



QUERSCHNITTSTYP Z

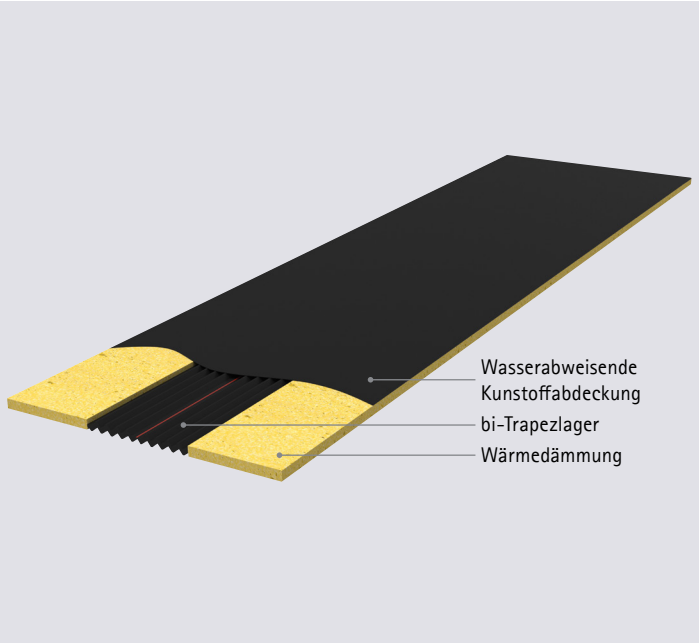


MASSBEZEICHNUNGEN

l	Gesamtlänge
b	Gesamtbreite
t	Gesamtdicke
a	Schenkellänge oben
c	Schenkellänge unten
t_a	Schenkeldicke oben
t_c	Schenkeldicke unten
b_E	bi-Trapezlager-Breite
r_b	Breiten-Randabstand

SCHALLSTOPP-TREPPENELEMENT

Lagerdicke [mm]	Lagerbreite [mm]	Querschnittstyp
10	50	I
		L
		Z
10	100	I
		L
		Z
15	50	I
		L
		Z
15	100	I
		L
		Z
20	100	I
		L
		Z



Der Inhalt dieser Druckschrift ist das Ergebnis umfangreicher Forschungsarbeit und anwendungstechnischer Erfahrungen. Alle Angaben und Hinweise erfolgen nach bestem Wissen; sie stellen keine Eigenschaftszusicherung dar und befreien den Benutzer nicht von der eigenen Prüfung, auch im Hinblick auf Schutzrechte Dritter. Für die Beratung durch diese Druckschrift ist eine Haftung auf Schadenersatz, gleich welcher Art und welchen Rechtsgrundes, ausgeschlossen. Technische Änderungen im Rahmen der Produktentwicklung bleiben vorbehalten.

© Copyright – Calenberg Ingenieure GmbH – 2024

Calenberg Ingenieure GmbH | Am Knübel 2-4 | 31020 Salzhemmendorf | Deutschland | info@calenberg-ingenieure.de | www.calenberg-ingenieure.de