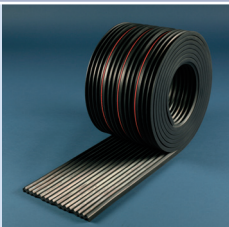
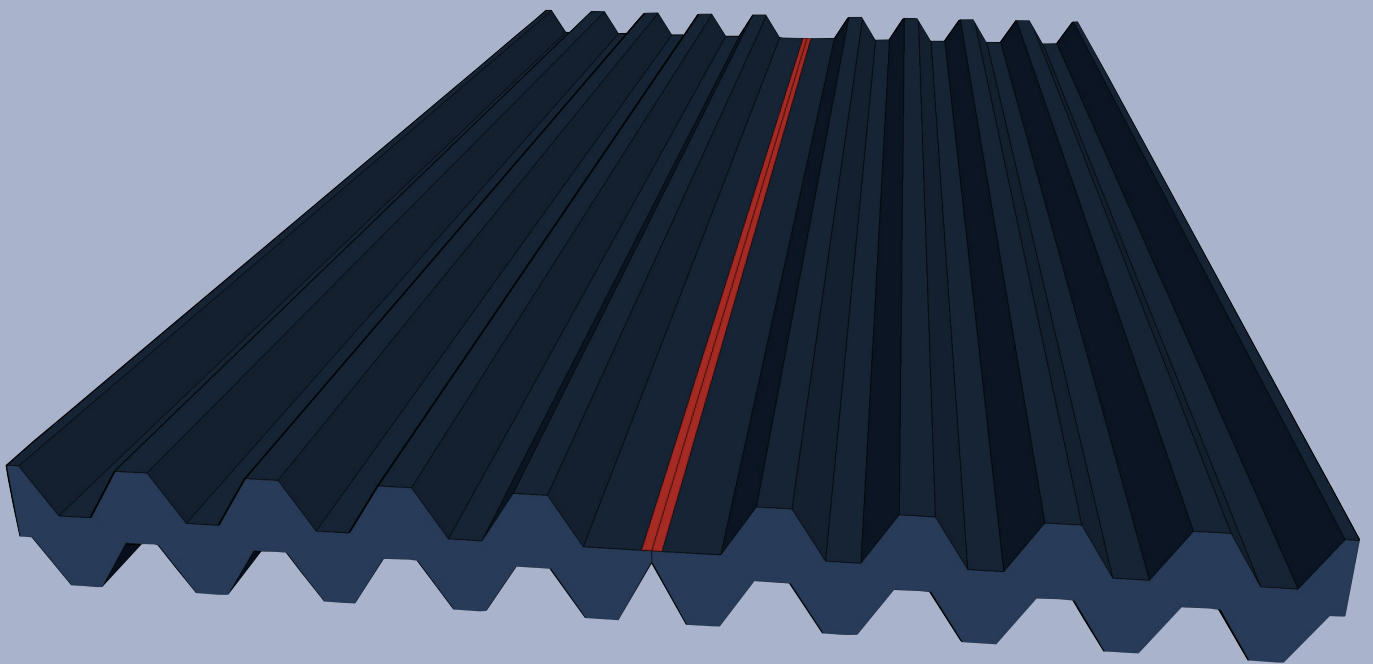


# bi-Trapezlager<sup>®</sup>





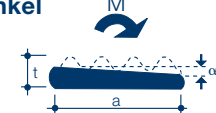


*Hohe Schalldämmung durch konstruierte Federwirkung*

# Bemessung

## Inhalt

	Seite
Bemessungsformeln	2
Produktbeschreibung	3
Trittschalldämmung	3
Ausschreibungstext	3
Randabstände	4
Eigenfrequenz	5
Isolierwirkung	5
Dämpfung	5
Körperschalldämmung	6
Erschütterungsschutz	6
Schubfedersteifen	7
Montagehinweise	7
Einfederung	8
Zuschnitt	9
Referenzen	9
Schallstopp-Element	10
Abmessungen	12
Prüfzeugnisse	12
Brandverhalten	12

<b>Belastungsangaben, Bemessungsformeln</b> Calenberg bi-Trapezlager®				
<b>Bemessung für Lagerungsklasse 2 nach DIN 4141 Teil 3</b>				
<b>Lagerdicke t [mm]</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>Zulässige mittlere Druckspannung</b> zul. $\sigma_m$ [N/mm <sup>2</sup> ] 	15,00	10,00	7,00	5,00
<b>Vorhandene Lagereinfederung bei zul. <math>\sigma_m</math></b> vorh. $\Delta t$ [mm] 	2,20	4,50	7,00	9,50
<b>Zulässige horizontale Schubverformung</b> zul. u [mm] 	2,00	4,00	5,50	8,00
<b>Horizontalkraft (Rückstellkraft) aus horizontaler Schubverformung</b> zul. H [kN] 	zul. $H = c_s \cdot u \cdot A_E / 22500$ (siehe Bild 6 und 7)  - $c_s$ = stat. Schubfedersteife [kN/mm] - u = zul. Horizontalverschiebung [mm] - $A_E$ = Lagergrundrissfläche [mm <sup>2</sup> ]			
<b>Zulässiger Drehwinkel des Lagers</b> zul. $\alpha$ [‰]; a [mm] 	$\frac{1500}{a}$	$\frac{3000}{a}$	$\frac{5000}{a}$	$\frac{6500}{a}$

## Produktbeschreibung

### bi-Trapezlager®:

- sind unbewehrte profilierte Elastomerlager, lieferbar in vier Dicken.
- isolieren in hohem Maße Körperschall und Erschütterungen.
- sind dauerelastisch gelenkig bei Bauteilverkantungen.
- reagieren schubweich bei Bauteilver-schiebungen.
- bestehen aus güteüberwachtem Elastomer auf der Basis des synthetischen Kautschuks Ethylen-Propylen-Dien-Mischpolymerisat (EPDM).
- erreichen durch die niedrigere Druckfedersteife innerhalb der Druckausgleichsphase bis zu einer Belastung von 1 N/mm<sup>2</sup> hohe Schwingungs- und Körperschalldämmwerte.
- können rechnerisch nachgewiesen werden (Druckbeanspruchungen, Horizontalverschiebungen und Winkelverdrehungen).
- erzeugen bei gleicher Belastung und Lagerdicke geringere Querkraftkräfte als homogene Elastomerlager. Dadurch ist die Sicherheit gegen Betonbruch größer (Bild 4).
- reagieren bei Lasteinleitung wie eine weiche Feder (Druckausgleichsphase). Mit zunehmender Belastung verformen sie sich und die Steifigkeit nimmt zu (Lastphase). Die Lastver-

teilung unterhalb des Lagers ist parabolisch.

- werden nach DIN 4141 Teil 3, Lagerungsklasse 2 bemessen und sind durch Eignungsprüfungen nachgewiesen, die an einer vom DIBT anerkannten Materialprüfanstalt durchgeführt worden sind.

### Trittschalldämmung

Eine in Gebäuden besonders ausgeprägte und unangenehme Form der Körperschallübertragung ist der Trittschall. Werden freie Deckenfelder, z. B. beim Begehen von Geschossdecken, Treppen, Terrassen usw. angeregt, wird in die darunter liegenden Räume Schall abgestrahlt. Diese Trittschallübertragung kann wirkungsvoll reduziert werden, wenn die Bauteile mit bi-Trapezlagern® elastisch abgefedert sind.

Bei elastisch gelagerten Treppenpodesten ergaben umfangreiche Messungen, die in einem Bauwerk durchgeführt wurden, Verbesserungen im Trittschallschutz von 23 dB. Welche Körperschalldämmwerte bei einer Breitbanderregung nach DIN 52210 bei den verschiedenen Lagerdicken erwartet werden können, ist aus Bild 5 zu ersehen.

Voraussetzung hierfür ist, dass die Druckspannung im Bereich von 0,3 bis 0,7 N/mm<sup>2</sup> liegt. Weiter ist da-

rauf zu achten, dass sich durch starre Verbindungen keine Nebenwege für die Körperschallübertragung ergeben.

### Ausschreibungstext

Calenberg bi-Trapezlager®, unbewehrtes Elastomerlager mit beidseitig trapezprofilierten Druckkontaktflächen, liefern und einbauen.

Länge:	..... mm
Breite:	..... mm
Dicke:	..... mm
Menge:	..... Stck.
Preis:	..... €/Stck. bzw. .... €/m

Calenberg bi-Trapez-Schallstopp Treppenelement für Ortbeton mit einseitiger Abdeckung.

Ausführungsquerschnitt:	..... [I,L,Z]
Länge:	..... 1 m
Dicke:	..... mm
Vertikallast:	..... kN/m
Kernbreite b <sub>E</sub> :	..... mm
Elementbreiten:	..... mm
Anzahl:	..... Stck. bzw. m
Preis:	..... €/Stck. bzw. .... €/m

Lieferant:  
Calenberg Ingenieure GmbH  
Am Knübel 2-4  
31020 Salzhemmendorf  
Tel. +49 (0) 51 53/94 00-0  
Fax +49 (0) 51 53/94 00-49

# Produktbeschreibung

# Randabstände

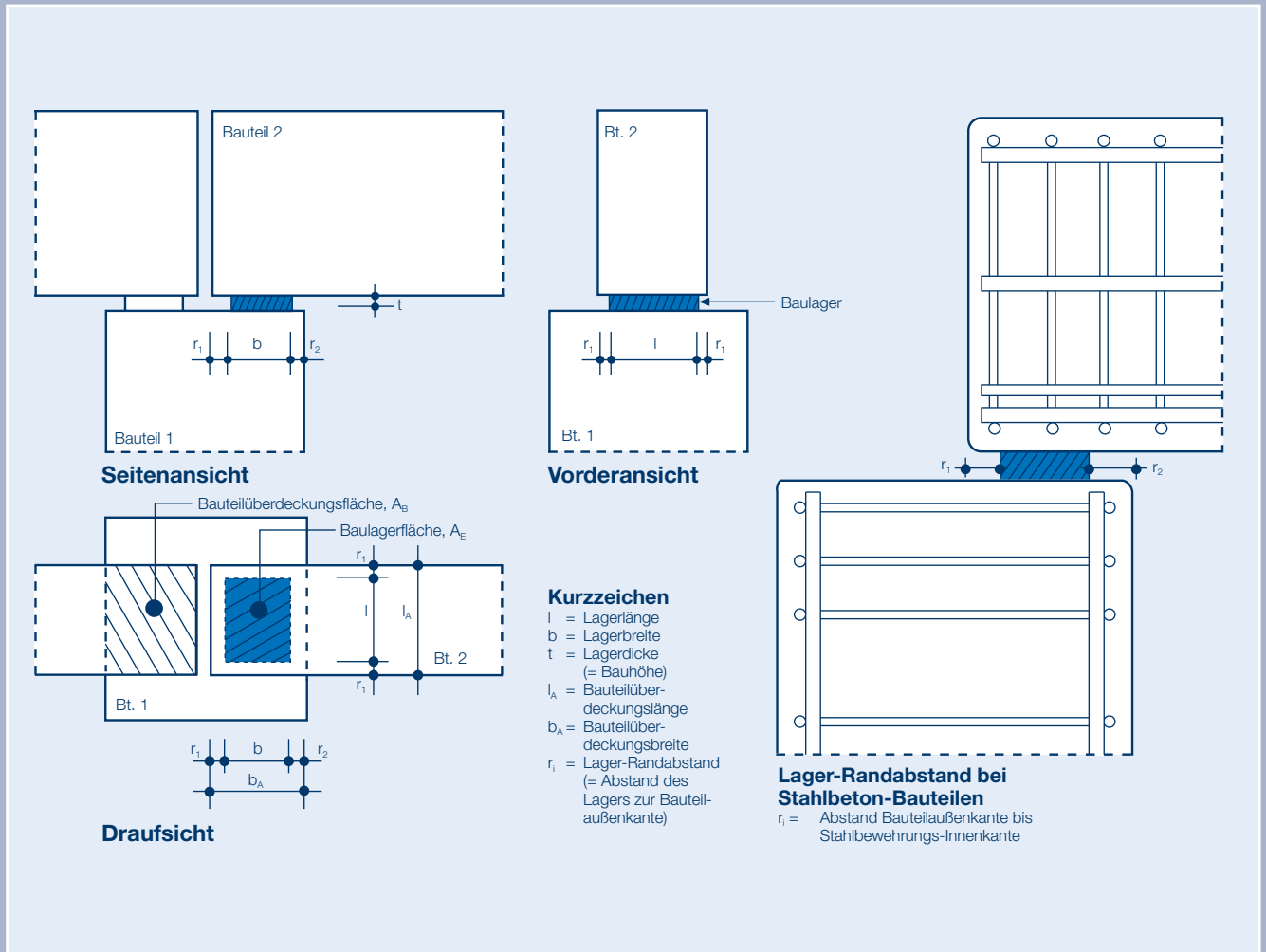


Bild 1: Maximale Größe der Grundrissfläche eines Elastomerlagers im Stahlbetonbau (Randabstand). Bei Bauteilen aus Holz oder Stahl sollte der Randabstand des Elastomerlagers mindestens 3 cm bzw. den 1,5-fachen Wert der Lagerdicke haben.

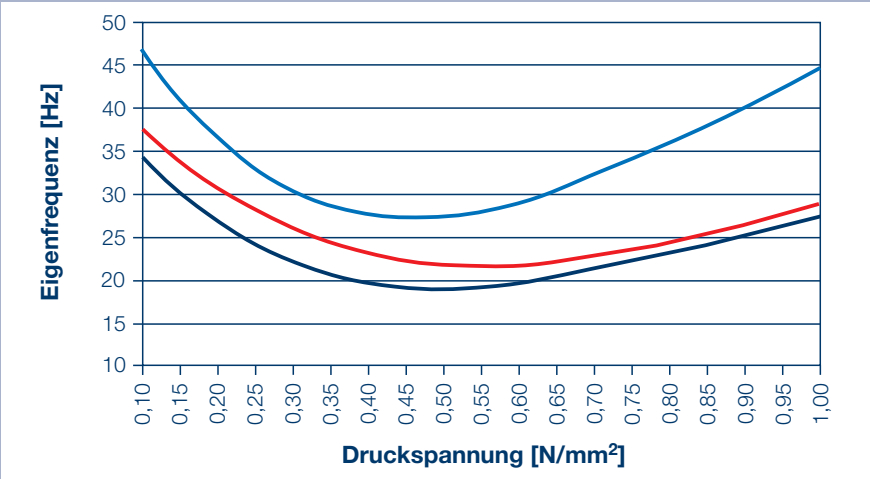


Bild 2: Eigenfrequenzen

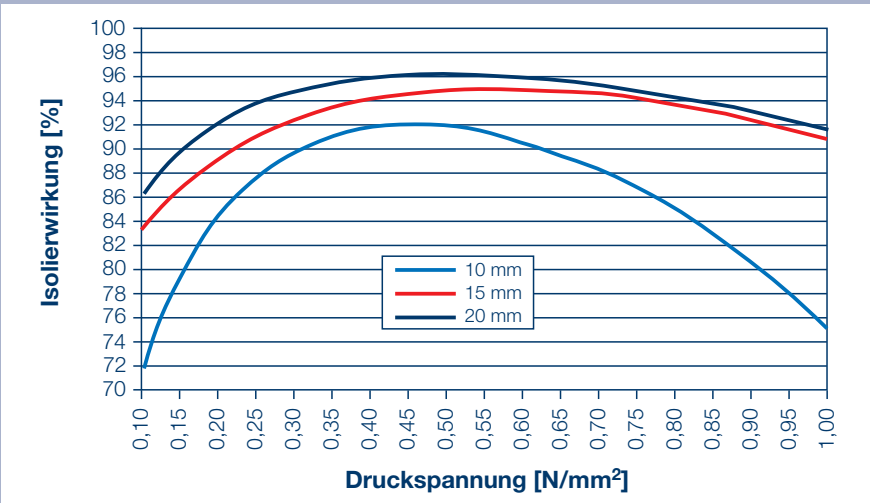


Bild 3: Isolierwirkung

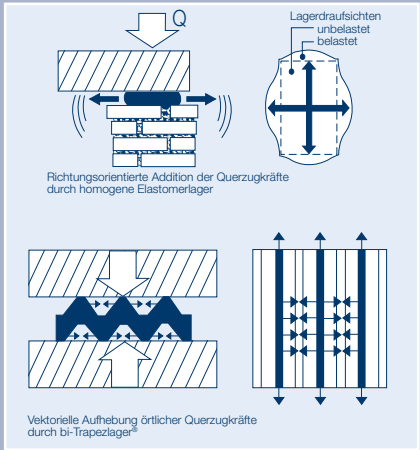


Bild 4: Wirkung der Querkzugkräfte

### Dynamische Federung und Dämpfung

Wirken periodisch Kräfte auf eine elastische Lagerung, sind die dynamischen Federreaktionen bei der Berechnung zu berücksichtigen.

Die dynamische Federsteife von Elastomerfedern ist immer größer als die statische Federsteife.

Der Dämpfungsgrad  $\delta$  von bi-Trapezlagern<sup>®</sup> liegt mit 0,08 so hoch, dass auch beim Resonanzdurchgang keine gefährlichen Überhöhungen auftreten.

# Eigenfrequenz

# Körperschalldämmung

Die Vergrößerung im Resonanzfall, wenn Erregerfrequenz und Eigenfrequenz gleich sind, kann höchstens den sechsfachen Wert annehmen. Totaleinbrüche sind in keinem Fall zu befürchten. Bei Stoßeinwirkung kommt das elastisch gelagerte Bauteil infolge der Dämpfung schnell wieder zur Ruhe.

## Erschütterungsschutz und Körperschallisolierung

Die Probleme der Schwingungs- und Körperschallisolierung haben mit dem wachsenden Umweltbewusstsein in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen.

In der Gesetzgebung sind Richtwerte für die Zumutbarkeit von Erschütterungen und Geräuschen zahlenmäßig festgelegt.

Um diesen Anforderungen zu genügen, ist es erforderlich, die schallharten Bauteile aus Beton, Stein, Holz und Metall durch elastische Zwischenlagen zu trennen, um die Weiterleitung und Ausbreitung im Baukörper zu unterbinden.

Werden bi-Trapezlager<sup>®</sup> als federnde Zwischenlagen in den Auflagerfugen von Bauteilen eingebaut, so kann mit einer hohen Abschirmung der störenden Erregerkräfte gerechnet werden. Eine genaue zahlenmäßige Bestimmung von Körperschalldämmwerten ist schwierig,

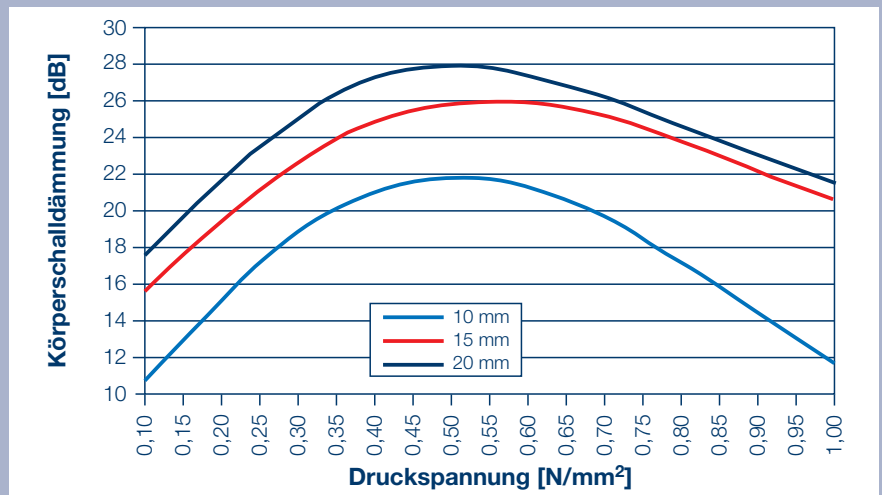


Bild 5: Körperschalldämmung

weil neben den abzuschirmenden Erregerfrequenzen schwingende Massenanteile und die Bauteilgeometrie berücksichtigt werden müssen.

Einfacher liegen die Verhältnisse, wenn – wie in der Praxis üblich – der Einsatzfall auf das Ersatzsystem eines linearen Ein-Massen-Schwingers zurückgeführt werden kann. Unter diesen Voraussetzungen ist es möglich darzustellen, wie bi-Trapezlager<sup>®</sup> periodische Erregungen, aber auch Stoßkräfte verringern, so dass nur noch Reststörkräfte übertragen werden. Das Verhältnis der Eigenfrequenz  $f_0$  zu den auftretenden Erregerfrequenzen  $f$  ist maßgebend für die Höhe der Körperschalldämmung.

Im Hochbau erstrecken sich Schallschutzmaßnahmen auf den Frequenzbereich von 100 Hz bis 3200 Hz.

Aufgrund der weichen Federcharakteristik werden im Druckspannungsbereich bis 1 N/mm<sup>2</sup> hohe Körperschalldämmwerte erreicht.

Aus Bild 3 wird deutlich, dass schon gegenüber Erregerfrequenzen von 100 Hz eine Isolierwirkung von über 90 % möglich ist. Die Körperschalldämmung beträgt etwa 20 dB. Erregerfrequenzen von über 100 Hz werden in noch höherem Maße abgeschirmt.

## Montagehinweise

Im **Fertigteildbau** werden die bi-Trapez-lager<sup>®</sup> einfach ohne besondere Montage-maßnahmen mittig auf die Auflager-fläche gelegt. Bei Betonbauteilen muss der Randabstand zur Bauteilaußenkante mindestens 2,5 cm betragen, wobei die Stahlbewehrung die Fläche des bi-Trapez-lagers<sup>®</sup> umschließen muss. Eben-so sind abgefaste Bauteilkanten bei der Ermittlung des Randabstandes zu be-rücksichtigen.

Im **Ortbetonbau** müssen die Zwischen-räume und Fugen um das bi-Trapez-lager<sup>®</sup> herum so ausgefüllt und abgedeckt werden, dass kein Beton eindringen kann. Eine starre Verbindung muss ver-mieden werden; die Federwirkung des Lagers muss in jedem Fall gewährleistet sein.

Auf Wunsch ist auch ein Komplettelement werkseitig lieferbar (siehe Seite 10).

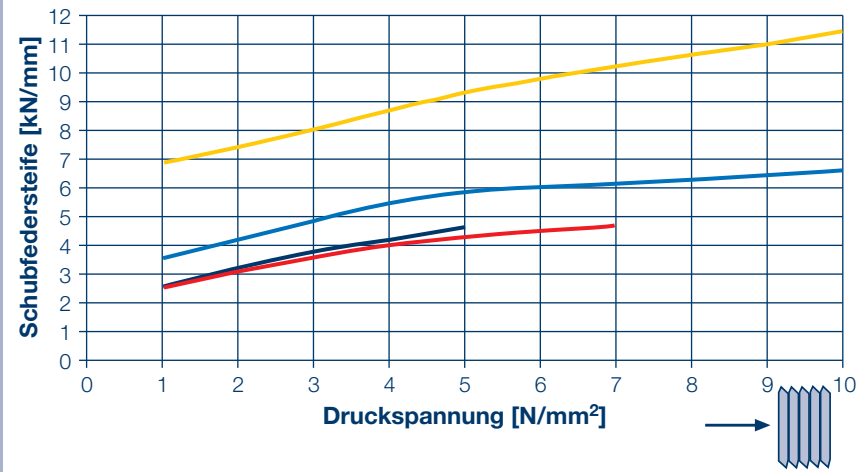


Bild 6: Schubfedersteife rechtwinklig zur Profilierung

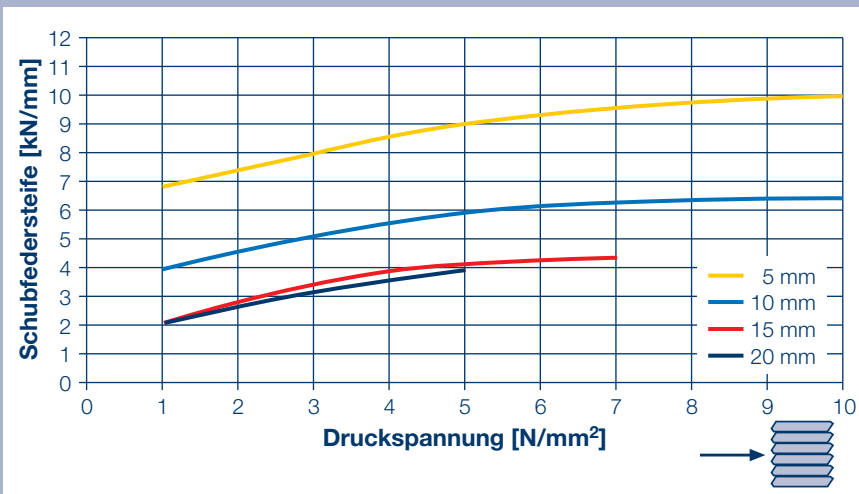


Bild 7: Schubfedersteife parallel zur Profilierung

# Schubfedersteifen

# Einfederung

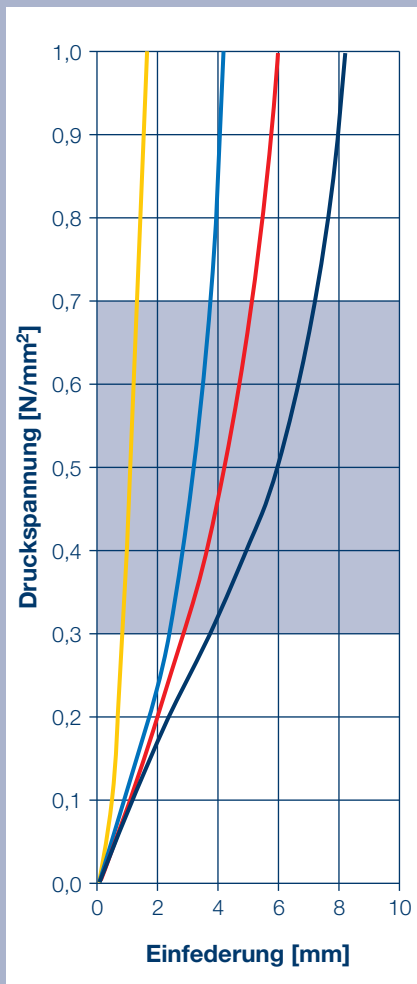


Bild 8: Lagereinfederung im unteren schalltechnisch relevanten Druckspannungsbereich, Orientierungsdiagramm

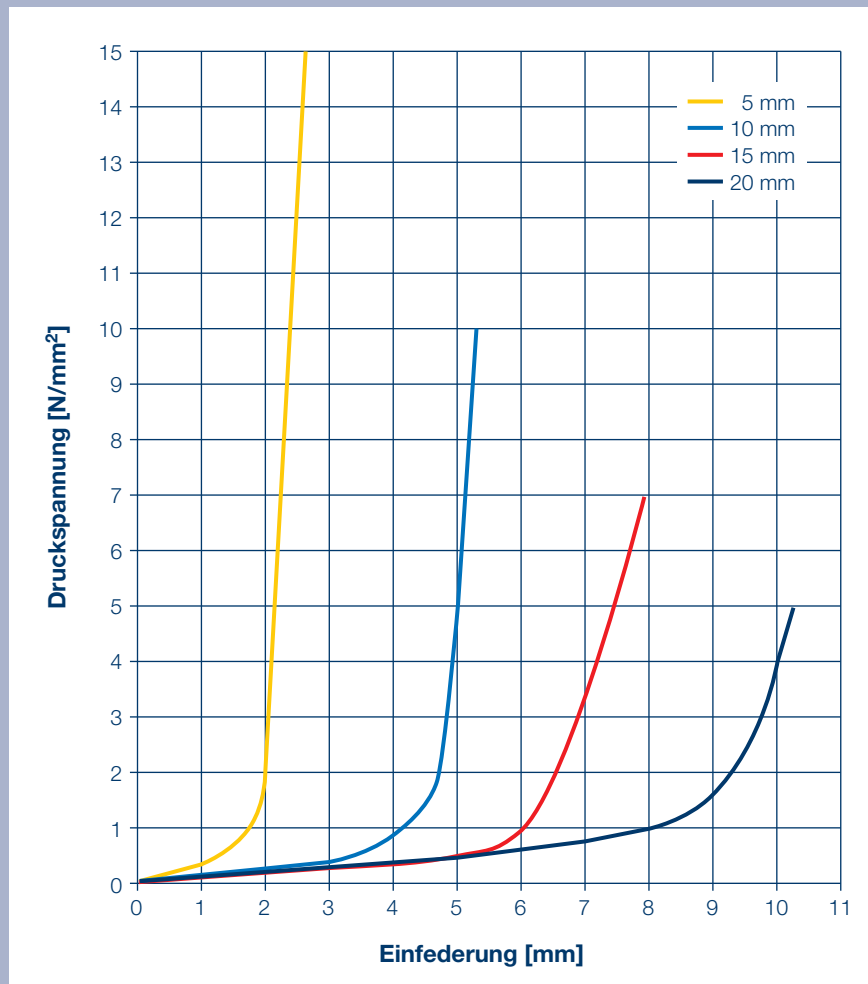


Bild 9: Lagereinfederung, Orientierungsdiagramm



## Referenzobjekte (auszugsweise)

- BMW, Leipzig
- Audi, Ingolstadt
- Riem Arcaden, München
- Hundertwasserhaus Waldspirale, Darmstadt
- Porzellan-Manufaktur, Meißen
- Kernkraftwerk Biblis
  
- WDR Köln – Lindenstraße –
- Kongress-Zentrum Am Funkturm, Berlin
- Institut für Meereskunde, Kiel
- Reichstag Plenarsaal, Berlin
- Residenz Botschaft Qatar, Berlin
- Chinesische Botschaft, Bonn
- Hessischer Landtag, Wiesbaden
  
- Olympia-Stadion, Berlin
- Signal-Iduna-Stadion, Dortmund
- Rennschlittenbahn, Oberhof
  
- Hotel de France, Insel Jersey
- Veterinärmedizinische Universität, Wien
- Eishalle, Wien
- Naturhistorisches Museum, Wien
- Flughafen, Wien
- Musikzentrum, Moskau
- Bolschoi-Theater, Moskau
- Kuwait Airways, Jumbo Hangars, Kuwait
- Moda-NCO-Housing; Riyadh, Saudi-Arabien

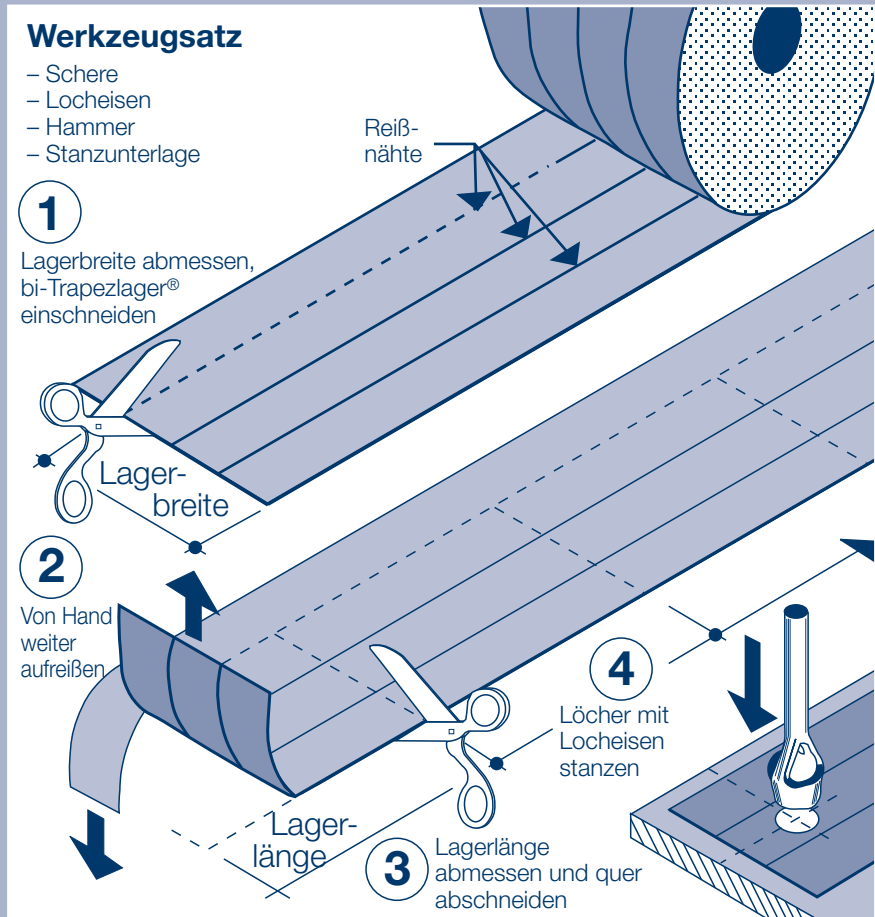


Bild 10: So werden Calenberg bi-Trapezlager® von der Rolle auf der Baustelle zugeschnitten

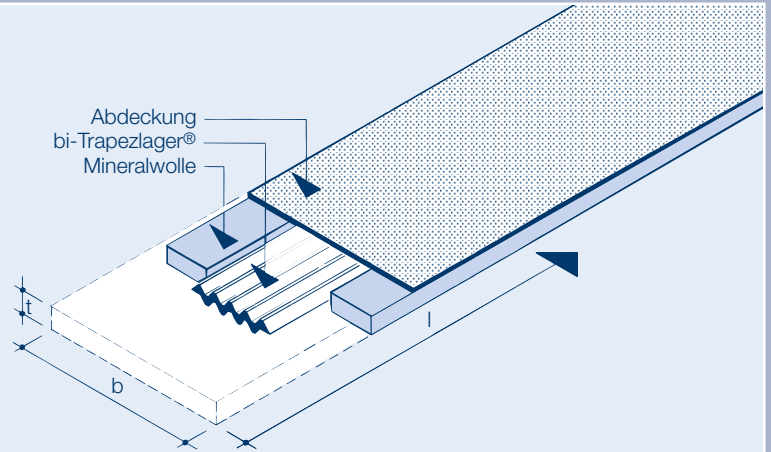
# Zuschnitt

# bi-Trapez-Schallstopp



## Lagerausführung für den Fertigteilbau

bi-Trapezlager®,  
streifenförmig



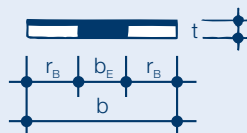
## Lagerausführung für den Ortbetonbau

bi-Trapezlager®, streifenförmig, eingebettet in druckweiche Mineralwolle  
mit oben liegender Abdeckung  
Standardlänge = 1 m

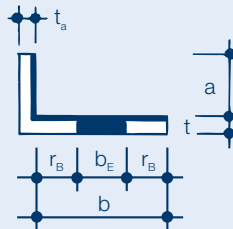
### Maßbezeichnungen

- 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

### Querschnitt I



### Querschnitt L



### Querschnitt Z

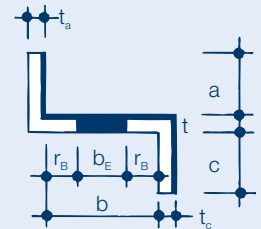


Bild 11: Querschnittsarten und Bezeichnungen

**bi-Trapez-Schallstopp** Trittschalldämmelement für den Einsatz im Treppenbau

Lagerdicke [mm]	Lagerbreite* $b_E$ [mm]	Effektive Vertikallast F [kN/m]	Trittschallverbesserungsmaß nach DIN 52210 Teil 4 im Druckspannungs- bereich von <b>0,3</b> bis <b>0,7</b> N/mm <sup>2</sup> [dB]	Isolierwirkung [%]	Einfederung [mm]
10	50	15 – 35	23	87	2,3 – 3,8
	100	30 – 70	23	87	2,3 – 3,8
15	50	15 – 35	27	91	2,8 – 5,5
	100	30 – 70	27	91	2,8 – 5,5
20	100	30 – 70	28	93	3,8 – 7,4

\* Lagerbreiten in anderen Abmessungen möglich (Sonderanfertigung)

# Abmessungen

## Prüfzeugnisse, Eignungsnachweise

- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-849.0554/1 der Materialprüfanstalt Hannover; Juli 2000
- Brandschutztechnische Beurteilung Nr. 3799/7357-AR; Beurteilung von Calenberg Elastomerlagern hinsichtlich einer Klassifizierung in die Feuerwiderstandsklasse F 90 bzw. F 120 gemäß DIN 4102 Teil 2 (Ausgabe 9/1977); Amtliche Materialprüfanstalt für das Bauwesen beim Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz, TU Braunschweig; März 2005
- Untersuchungsbericht Nr. 2729/1054 und Gutachterliche Stellungnahme Nr. 2729/1054-1; Messungen der Eigenfrequenz in Abhängigkeit von der Druckbelastung, der Körperschalldämmung nach DIN 52 221 und der Trittschalldämmung nach DIN 52210 Teil 1; Juli 1994

### Brandverhalten

In jeder Einbausituation von Elastomerlagern, bei der Anforderungen an den Brandschutz zu beachten sind, ist die Brandschutztechnische Beurteilung Nr. 3799/7357-AR- der TU Braunschweig maßgeblich. Hierin sind die Mindestabmessungen und andere Maßnahmen beschrieben, welche die Bestimmungen der DIN 4102-2; Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, 1977-09, erfüllen.

## Abmessungen, Lieferformen

Nr.	Dicke [mm]	Querschnittsgeometrie	Reißnähte	Rollenmaße	m <sup>2</sup>
<b>Rollenware</b>					
1	5		3	20 m x 20 cm	4
2	5		5	20 m x 30 cm	6
3	10		2	10 m x 15 cm	1,5
4	10		3	10 m x 20 cm	2
5	15		2	10 m x 15 cm	1,5
6	15		3	10 m x 20 cm	2
7	20		1	10 m x 20 cm	2
<b>Zuschnitt</b>					
8	alle Dicken	Calenberg bi-Trapezlager®, objektbezogen zugeschnitten			

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 in 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.

**Calenberg Ingenieure GmbH**  
Am Knübel 2-4  
D-31020 Salzhemmendorf  
Tel. +49 (0) 51 53/94 00-0  
Fax +49 (0) 51 53/94 00-49  
info@calenberg-ingenieure.de  
www.calenberg-ingenieure.de