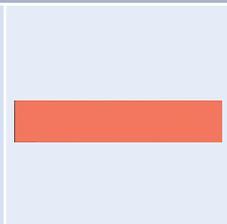
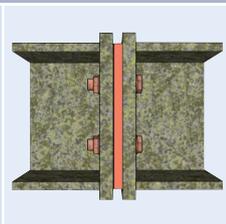
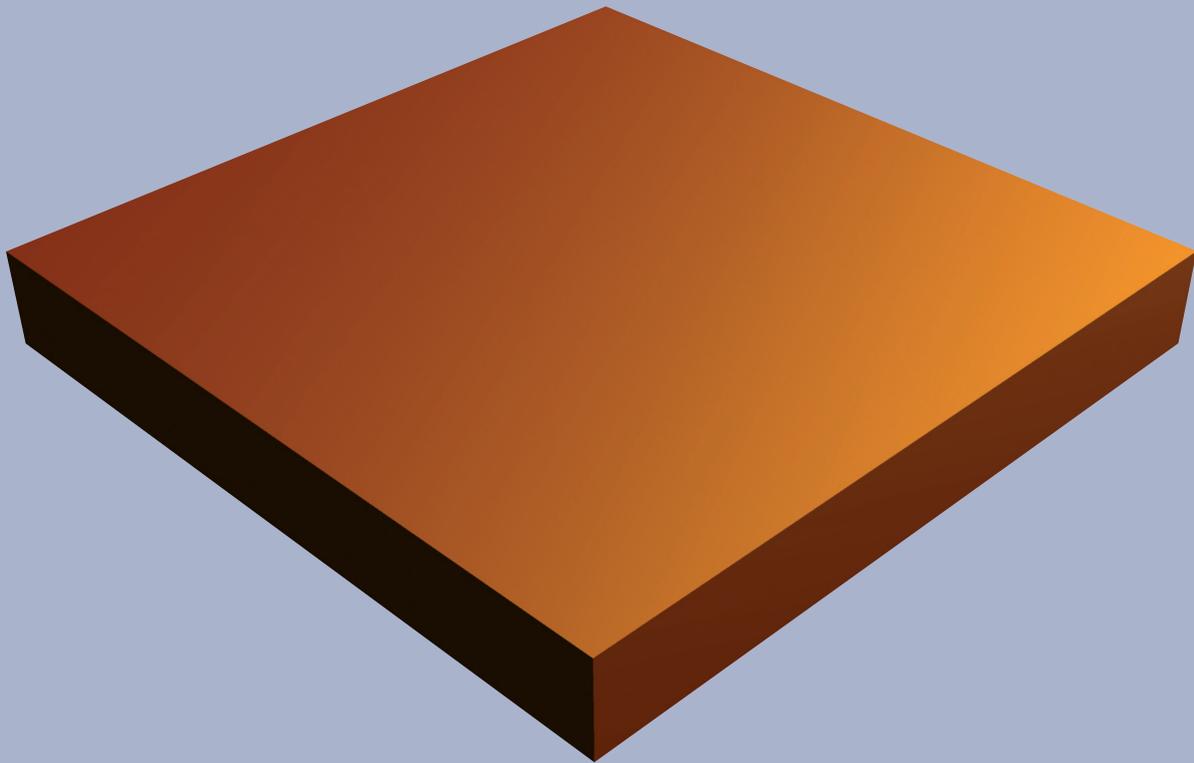


# KERNCOMPACTLAGER



*Unbewehrtes hochbelastbares Elastomerlager  
Thermische Trennung im Stahlbau*

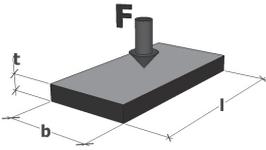
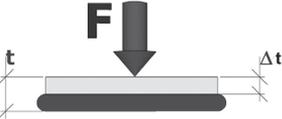
# Bemessungsformel

## Inhalt

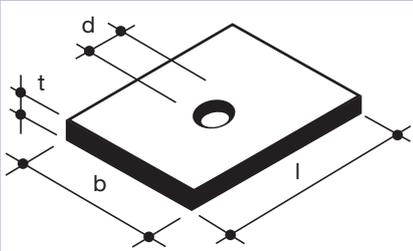
Produktbeschreibung	Seite	2
Bemessungsformel		2
Materialdaten		2
Ausschreibungstext		3
Formfaktoren		3
Einfederung 1		4
Einfederung 2		5
Bemessungstafel 1 (t = 5, 10 mm)		6
Bemessungstafel 2 (t = 15, 20 mm)		7
Bemessung Stirnplattenstoß	8-10	
Federreaktionen		10
Eigenschaften		11
Anwendung und Einsatzgebiete		11
Werkstoff		11
Abmessungen, Lieferform		11
Prüfzeugnis, Eignungsnachweis		12
Brandverhalten		12
Standardausschnitte		12

## Produktbeschreibung

Das Calenberg Kerncompactlager ist ein unbewehrtes hochbelastbares Elastomerlager mit glatter Oberfläche. Die rotbraune Einfärbung des Werkstoffs dient der produktspezifischen Kennzeichnung.

Bemessung mit charakteristischen Werten nach DIN 4141, Teil 3 (LK 2)	
<b>zul. mittlere Druckspannung</b> 	$\text{zul. } \sigma_m = \frac{S^2 + S + 1}{0,70} \leq 30 \text{ N/mm}^2$ <p>siehe auch Bemessungstafeln 1 und 2</p>
<b>Lagereinfederung</b> 	<p>siehe Seite 4 und 5</p>

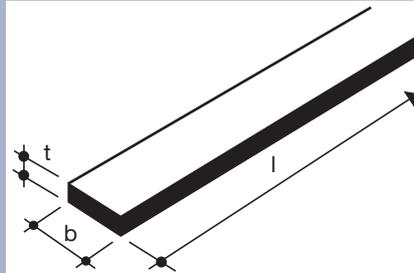
Materialdaten	
<b>Werkstoffhärte</b>	40 ± 5 [Shore-D]; t = 5, 10, 15 mm 60 ± 5 [Shore-D]; t = 20 mm
<b>Wärmeleitfähigkeit λ</b>	0,2 [W/m · K]
<b>Temperatureinsatzbereich</b>	-20 bis +70°C
<b>Oberflächenwiderstand nach DIN EN 20284</b>	7,5 · 10 <sup>10</sup> Ω
<b>spezifischer Durchgangswiderstand nach DIN IEC 93</b>	2,1 · 10 <sup>12</sup> Ω cm



ohne Loch:  $S = \frac{l \cdot b}{2 \cdot t \cdot (l + b)}$

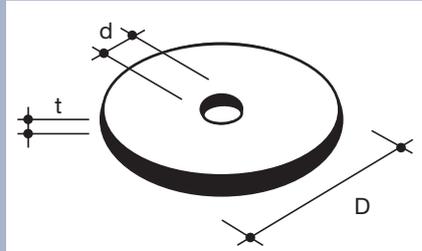
mit Loch:  $S = \frac{4 \cdot l \cdot b - \pi \cdot d^2}{4 \cdot t \cdot (2 \cdot l + 2 \cdot b + \pi \cdot d)}$

Formfaktor für rechteckige Lager



$$S = \frac{b}{2 \cdot t}$$

Formfaktor für streifenförmige Lager



ohne Loch:  $S = \frac{D}{4 \cdot t}$

mit Loch:  $S = \frac{D - d}{4 \cdot t}$

Formfaktor für runde Lager

### Ausschreibungstext

Calenberg Kerncompactlager, unbewehrtes homogenes Elastomerlager gemäß DIN 4141 Teil 3, Lagerungsklasse 2, durchgehend rotbraun eingefärbt mit glatten Oberflächen, formatabhängig belastbar bis zu einer mittleren Druckspannung von 30 N/mm<sup>2</sup>, allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-852.0448, liefern.

### a) allgemein

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

### b) eingebettet in Polystyrol oder Ciflamon- Brandschutzplatte

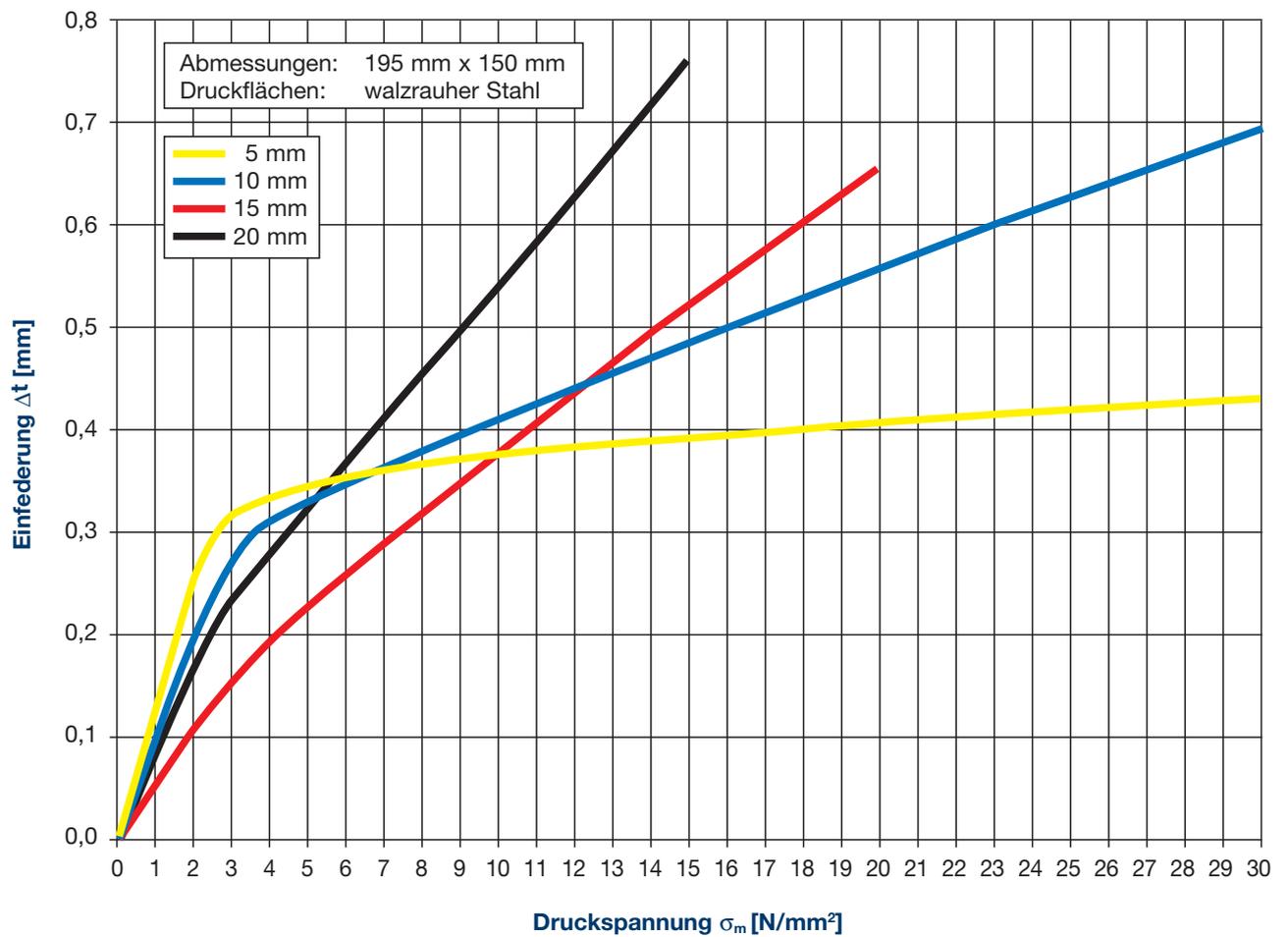
Gesamtbreite: ..... mm  
 Elastomerbreite: ..... mm  
 Dicke: ..... mm  
 Menge: ..... m  
 Preis: ..... €/m

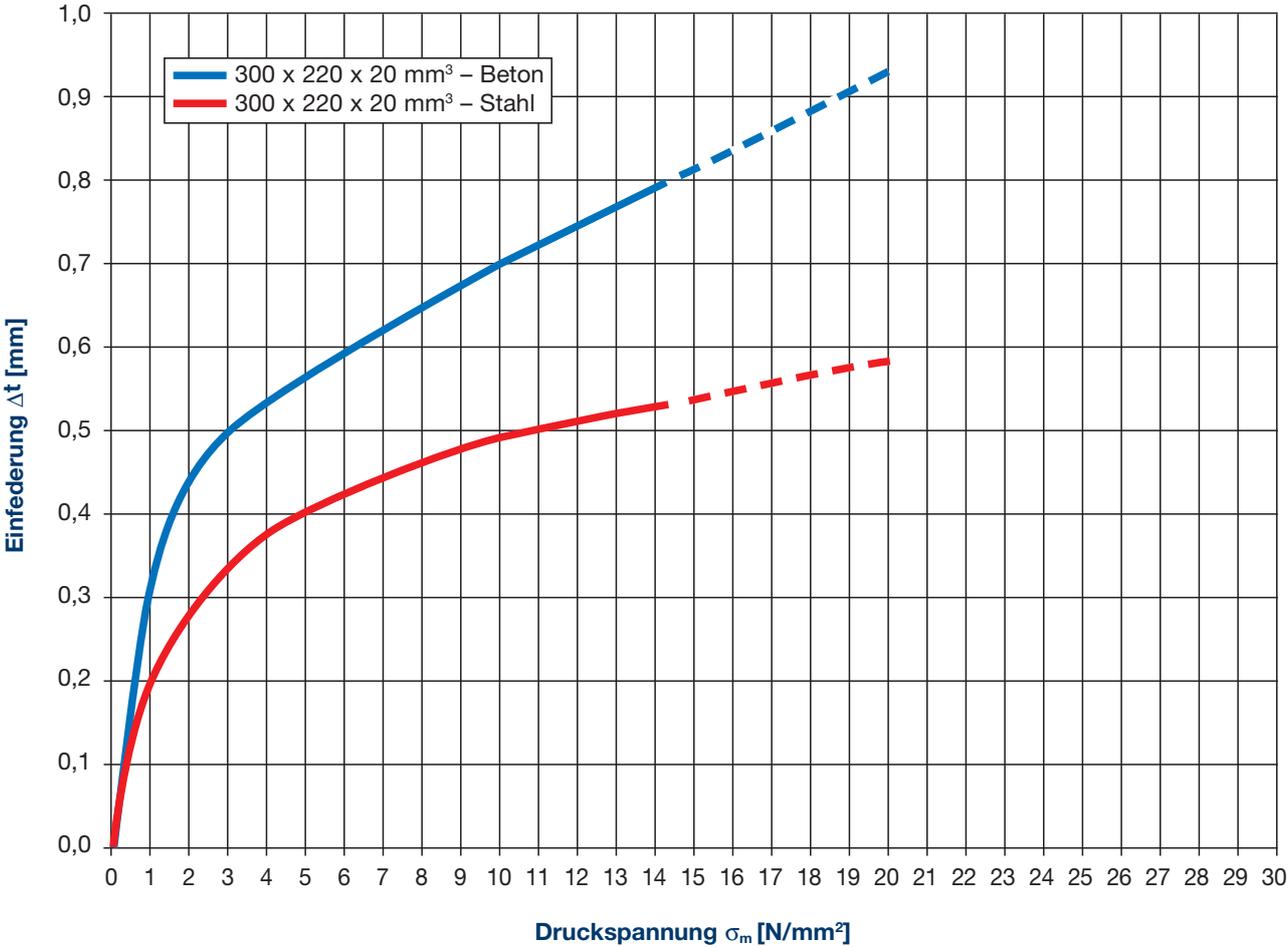
#### Lieferant:

Calenberg Ingenieure GmbH  
 Am Knübel 2-4  
 31020 Salzhemmendorf  
 Tel. +49(0)5153/9400-0  
 Fax +49(0)5153/9400-49

# Formfaktor

# Einfederung 1





# Einfederung 2

# Bemessungstafel 1

Kerncompactlager, 5 und 10 mm dick																							
Lagerdicke t [mm]	Lagerbreite b [mm]	Druckspannung, zul. $\sigma_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]																					
		Lagerlänge l [mm]																					
		50	60	70	80	90	100	120	130	150	170	180	200	250	300	350	400	450	500				
5	50	13,9	16,0	17,7	19,3	20,8	22,1	24,3	25,2	26,9	28,3	28,9											
	60	16,0	18,6	21,0	23,1	25,1	26,9																
	70	17,7	21,0	23,9	26,7	29,2																	
	80	19,3	23,1	26,7																			
	90	20,8	25,1	29,2																			
	100	22,1	26,9																				
	110	23,2	28,5																				
	120	24,3																					
	130	25,2																					
	140	26,1																					
	150	26,9																					
	160	27,6																					
170	28,3																						
180	28,9																						
200																							
10	50	5,4	6,0	6,6	7,0	7,4	7,8	8,4	8,7	9,1	9,5	9,7	10,0	10,6	11,0	11,4	11,7	11,9	12,1				
	60	6,0	6,8	7,5	8,1	8,6	9,1	10,0	10,4	11,0	11,6	11,9	12,3	13,2	13,9	14,5	14,9	15,2	15,5				
	70	6,6	7,5	8,3	9,1	9,8	10,4	11,6	12,1	13,0	13,8	14,1	14,7	16,0	17,0	17,7	18,4	18,9	19,3				
	80	7,0	8,1	9,1	10,0	10,9	11,7	13,1	13,7	14,9	15,9	16,3	17,2	18,9	20,2	21,2	22,1	22,8	23,3				
	90	7,4	8,6	9,8	10,9	11,9	12,8	14,5	15,3	16,7	18,0	18,6	19,6	21,8	23,5	24,8	26,0	26,9	27,7				
	100	7,8	9,1	10,4	11,7	12,8	13,9	16,0	16,9	18,6	20,1	20,8	22,1	24,8	26,9	28,6							
	150	9,1	11,0	13,0	14,9	16,7	18,6	22,1	23,7	26,9	29,8												
	200	10,0	12,3	14,7	17,2	19,6	22,1	26,9	29,2														
	250	10,6	13,2	16,0	18,9	21,8	24,8																
	300	11,0	13,9	17,0	20,2	23,5	26,9																
	350	11,4	14,5	17,7	21,2	24,8	28,6																
	400	11,7	14,9	18,4	22,1	26,0																	
	450	11,9	15,2	18,9	22,8	26,9																	
	500	12,1	15,5	19,3	23,3	27,7																	
	600	12,3	16,0	19,9	24,3	28,9																	

**Kerncompactlager, 15 und 20 mm dick**

Lagerdicke t [mm]	Lagerbreite b [mm]	Druckspannung, zul. $\sigma_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]																		
		Lagerlänge l [mm]																		
		50	60	70	80	90	100	120	130	150	170	180	200	250	300	350	400	450	500	
<b>15</b>	100	4,8	5,4	6,1	6,7	7,2	7,8	8,7	9,2	10,0	10,7	11,0	11,7	12,9	13,9	14,7	15,4	16,0	16,4	
	110	4,9	5,7	6,4	7,0	7,7	8,3	9,4	9,9	10,8	11,7	12,1	12,8	14,3	15,5	16,5	17,4	18,0	18,6	
	120	5,1	5,9	6,6	7,4	8,1	8,7	10,0	10,6	11,7	12,6	13,1	13,9	15,7	17,2	18,4	19,3	20,2	20,9	
	130	5,2	6,1	6,9	7,7	8,5	9,2	10,6	11,2	12,4	13,6	14,1	15,0	17,1	18,8	20,2	21,4	22,4	23,2	
	140	5,3	6,2	7,1	8,0	8,8	9,6	11,1	11,9	13,2	14,4	15,0	16,1	18,5	20,4	22,1	23,4	24,6	25,6	
	150	5,4	6,4	7,3	8,2	9,1	10,0	11,7	12,4	13,9	15,3	16,0	17,2	19,8	22,1	23,9	25,5	26,9	28,1	
	200	5,9	7,0	8,2	9,3	10,5	11,7	13,9	15,0	17,2	19,2	20,2	22,1	26,3	<b>30,0</b>					
	250	6,2	7,4	8,8	10,1	11,5	12,9	15,7	17,1	19,8	22,5	23,8	26,3							
	300	6,4	7,8	9,2	10,8	12,3	13,9	17,2	18,8	22,1	25,3	26,9								
	350	6,6	8,0	9,6	11,3	13,0	14,7	18,4	20,2	23,9	27,7	29,5								
	400	6,7	8,2	9,9	11,7	13,5	15,4	19,3	21,4	25,5	29,7									
	450	6,8	8,4	10,1	12,0	13,9	16,0	20,2	22,4	26,9										
500	6,9	8,5	10,3	12,3	14,3	16,4	20,9	23,2	28,1											
550	6,9	8,7	10,5	12,5	14,6	16,8	21,5	24,0	29,1											
600	7,0	8,7	10,7	12,7	14,9	17,2	22,1	24,6												
<b>20</b>	100	3,6	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	6,0	6,3	6,8	7,2	7,4	7,8	8,5	9,1	9,6	10,0	10,3	10,6	
	110	3,7	4,2	4,6	5,0	5,4	5,7	6,4	6,7	7,3	7,8	8,0	8,5	9,4	10,1	10,7	11,2	11,6	11,9	
	120	3,8	4,3	4,8	5,2	5,6	6,0	6,8	7,1	7,8	8,4	8,6	9,1	10,2	11,0	11,7	12,3	12,8	13,2	
	130	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,3	7,1	7,5	8,2	8,9	9,2	9,8	11,0	12,0	12,8	13,5	14,1	14,6	
	140	4,0	4,5	5,0	5,6	6,1	6,6	7,5	7,9	8,7	9,4	9,8	10,4	11,8	13,0	13,9	14,7	15,4	16,0	
	150	4,0	4,6	5,2	5,7	6,3	6,8	7,8	8,2	9,1	9,9	10,3	11,0	12,6	13,9	15,0	16,0	16,7	17,4	
	200	4,3	5,0	5,7	6,4	7,1	7,8	9,1	9,8	11,0	12,2	12,8	13,9	16,4	18,6	20,4	22,1	23,5	24,8	
	250	4,5	5,2	6,1	6,9	7,7	8,5	10,2	11,0	12,6	14,2	14,9	16,4	19,8	22,9	25,6	28,1			
	300	4,6	5,4	6,3	7,2	8,2	9,1	11,0	12,0	13,9	15,8	16,7	18,6	22,9	26,9					
	350	4,7	5,6	6,6	7,5	8,6	9,6	11,7	12,8	15,0	17,2	18,3	20,4	25,6						
	400	4,8	5,7	6,7	7,8	8,9	10,0	12,3	13,5	16,0	18,4	19,6	22,1	28,1						
	450	4,8	5,8	6,9	8,0	9,1	10,3	12,8	14,1	16,7	19,4	20,8	23,5							
500	4,9	5,9	7,0	8,1	9,3	10,6	13,2	14,6	17,4	20,3	21,8	24,8								
550	4,9	6,0	7,1	8,3	9,5	10,8	13,6	15,1	18,0	21,1	22,7	25,9								
600	5,0	6,0	7,2	8,4	9,7	11,0	13,9	15,4	18,6	21,8	23,5	26,9								

# Bemessungstafel 2



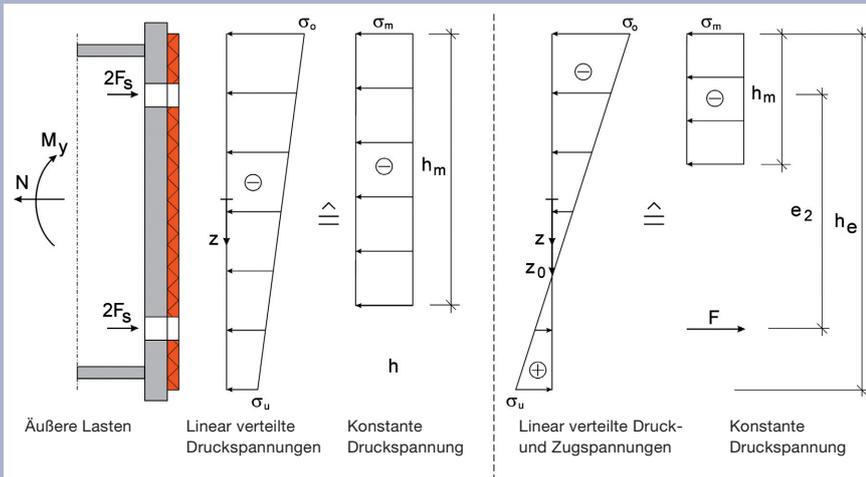


Bild 3: Mittelung der Druckspannungen im Elastomer

Bei dem Stoß des IPE 300-Trägers kommen Stirnplatten aus S 235 zum Einsatz. Für das Elastomer wird eine Höhe von  $h_e = 320$  mm, eine Breite von  $b_e = 130$  mm und eine Dicke von  $t_e = 10$  mm gewählt. Als Verbindungsmittel werden 4 Schrauben M20 der Festigkeitsklasse 10.9 bei einem Millimeter Lochspiel verwendet. Auf die Bemessung ohne Elastomierzwischenschicht nach EC 3 soll hier nicht weiter eingegangen werden. Da Elastomere nahezu inkompressibel sind, bauchen sie unter Belastung seitlich aus. Daher sind – bei gleichen Materialeigenschaften – dicke Elastomerplatten weniger belastbar als dünne. Mit dem Formfaktor S lassen sich in Abhängigkeit der Elastomerabmessungen und der

Schraubenanzahl und -durchmesser die zulässigen mittleren Druckspannungen bestimmen. Er ist definiert als das Verhältnis von wirksamer Baulagerfläche  $A_m$  zur zugehörigen Seitenfläche  $A_s$ .

$$S = \frac{A_m}{A_s} \quad [1]$$

Da die genaue Verteilung der Druckspannungen nicht bekannt ist, wird für die Bemessung zunächst von einer linearen Spannungsverteilung ausgegangen. Wie in Bild 3 gezeigt, lässt sich diese unter Verwendung der Normalkraft- und Momentenbilanzen in eine mittlere Spannung  $\sigma_m$  und eine wirksame Höhe  $h_m$  umrechnen. Die Anzahl der zu berücksichtigenden Schraubenlöcher ist von dieser Höhe  $h_m$  abhängig.

Für eine rechteckige Lagerplatte mit 2 bzw. 4 Löchern lautet der Formfaktor:

$$S = \frac{h_m \cdot b_e - \pi d^2 / 2}{2 \cdot t_e \cdot (h_m + b_e + \pi d)} \quad \text{wenn } h_m \leq \frac{2}{3} h_e \quad [2]$$

$$S = \frac{h_m \cdot b_e - \pi d^2}{2 \cdot t_e \cdot (h_m + b_e + 2 \pi d)} \quad \text{wenn } h_m > \frac{2}{3} h_e \quad [3]$$

Die zulässige mittlere Elastomerdruckspannung des Kerncompactlagers errechnet sich nach:

$$\text{zul. } \sigma_m = \frac{S^2 + S + 1}{0,70} \leq 30 \text{ N/mm}^2 \quad [4]$$

#### Lineare Spannungsverteilung

Bei Vernachlässigung der Löcher und Annahme einer linearen Verteilung berechnen sich die Spannungen nach der Formel:

$$\sigma(z) = \frac{N - 4 F_s}{b_e h_e} + \frac{12 M_y}{b_e h_e^3} z \quad [5]$$

mit den Randspannungen  $\sigma_o = \sigma(-h_e/2)$  und  $\sigma_u = \sigma(+h_e/2)$

Gegebenenfalls rechnerisch auftretende Zugspannungen führen zu einer Schraubenzugkraft F.

## Bemessungsbeispiel

# Bemessungsbeispiele

An der Stelle

$$z_o = \frac{4 F_s - N}{12 M_y} h_e^2 \in \left[ -\frac{h_e}{2}; +\frac{h_e}{2} \right] \quad [6]$$

kommt es bei großem Moment  $M_y$  zu einem Vorzeichenwechsel,  $\sigma(z_o) = 0$ .

## Nur Druckspannungen

Für

$$z_o \in \left[ -\frac{h_e}{2}; +\frac{h_e}{2} \right] \text{ und } 4 F_s > N \text{ gilt:}$$

$$h_m = h_e + \frac{2 M_y}{N - 4 F_s} \text{ und} \quad [7]$$

$$\sigma_m = \frac{(N - 4 F_s)^2}{b_e [h_e (N - 4 F_s) + 2 M_y]} \quad [8]$$

## Druck- und Zugspannungen

Für

$$z_o \in \left[ -\frac{h_e}{2}; +\frac{h_e}{2} \right] \text{ und } M_y > 0 \text{ ergeben}$$

sich Schraubenzugkräfte nach:

$$F = \frac{N - 4 F_s}{h_e} \left( \frac{h_e}{2} - z_o \right) + \frac{6 M_y}{h_e^3} \left( \frac{h_e^2}{4} - z_o^2 \right) \quad [9]$$

Weiter gilt:

$$h_m = h_e + \frac{2 M_y - F e_2}{N - 4 F_s - F} \text{ und} \quad [10]$$

$$\sigma_m = \frac{(N - 4 F_s - F)^2}{b_e [h_e (N - 4 F_s - F) + 2 M_y - F \cdot e_2]} \quad [11]$$

## Beispielrechnung:

Biegemoment  $M_y = 30 \text{ kNm}$   
 Normalkraft  $N = -20 \text{ kN}$   
 Schraubenvorspannkraft  $F_s = 80 \text{ kN/Schr.}$

$$z_o = \frac{4 \cdot 80 - (-20)}{12 \cdot 30} \cdot 0,32^2 = 0,097 \text{ m nach [6]}$$

Da  $M_y > 0$  ergeben sich Schraubenzugkräfte nach [9]

$$F = \frac{(-20) - 4 \cdot 80}{0,32} \left( \frac{0,32}{2} - 0,097 \right) + \frac{6 \cdot 30}{0,32^3} \left( \frac{0,32^2}{4} - 0,097^2 \right)$$

$$F = 22 \text{ kN}$$

und eine wirksame Höhe  $h_m$  nach [10]

$$h_m = 0,32 + \frac{2 \cdot 30 - 22 \cdot 0,21}{-20 - 4 \cdot 80 - 22} = 0,167 \text{ m}$$

Die mittlere Druckspannung nach [11]

$$\sigma_m = \frac{(-20 - 4 \cdot 80 - 22)^2}{10^3 \cdot 0,13 [0,32 (-20 - 4 \cdot 80 - 22) + 2 \cdot 30 - 22 \cdot 0,21]}$$

$$\sigma_m = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Aus } h_m = 0,167 \text{ m} < \frac{2}{3} \cdot 0,32 = 0,21 \text{ m}$$

ergibt sich der Formfaktor nach [2]

$$S = \frac{167 \cdot 130 - \pi \cdot 21/2}{2 \cdot 10 \cdot (167 + 130 + \pi \cdot 21)} = 2,9$$

Die zulässige Lagerbeanspruchung nach [4] ergibt

$$\text{zul. } \sigma_m = \frac{2,9^2 + 2,9 + 1}{0,70} = 17,58 \text{ N/mm}^2 \leq 30 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist der Nachweis

vorh.  $\sigma_m = 16,67 \text{ N/mm}^2 \leq \text{zul. } \sigma_m = 17,58 \text{ N/mm}^2$  erbracht.

## Eigenschaften

Bedingt durch die höhere Werkstoffhärte weist das Kerncompactlager – im Gegensatz zu den üblichen weicheren Elastomerlagern – ein geringeres Verformungsverhalten auf. Das bedeutet für die Praxis:

- Für die Aufnahme von Schubverformungen und Winkelverdrehungen ist das Lager aufgrund der großen Steifigkeit nicht geeignet.
- Wegen der großen Formstabilität ist die Querverformung äußerst gering.
- Momente werden ohne große Verformungen übertragen.
- Wegen der geringen Verformung und des hohen thermischen Durchgangswiderstands ist das Lager für den Einsatz im Bereich von Kopfplattenstößen im Stahlbau besonders geeignet als thermische Trennung.

## Anwendung und Einsatzgebiete

Um Wärmebrücken zu vermeiden, werden Kerncompactlager in allen Bereichen des Metallbaus als thermische Trennung eingesetzt, wie z. B. im Fassadenbau, bei der Montage von Solaranlagen auf Dächern oder beim Anschluss von Balkonen und Vordächern an die tragende Konstruktion.

### Werkstoff

Elastomerwerkstoff auf Basis des Kautschuks Butadin-Acrylnitril, Farbe rotbraun (chemisches Kurzzeichen: NBR)

Kerncompactlager sind öl-, fett- und kraftstoffbeständig; sie sind abrieb- und verschleißfest.

## Lieferformen

Calenberg Kerncompactlager werden objektbezogen fertig zugeschnitten geliefert. (Bild 4)

Die Lager können mit Löchern, Ausschnitten, Schlitzen usw. versehen werden, so dass Bolzen oder Dollen hindurchgeführt werden können.

## Abmessungen

- Lagerdicken:  
5, 10, 15, 20 mm
- Maximale Zuschnittsgröße:  
1200 mm x 1200 mm

# Eigenschaften

# Prüfzeugnisse

## Prüfzeugnis, Eignungsnachweise

- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-852.0448 Druck-, Schub- und Kriechversuche an Baulager-Hartfederplatte „NBR-Kerncompactlager“; Amtliche Materialprüfanstalt für Werkstoffe des Maschinenwesens und Kunststoffe, im Institut für Werkstoffkunde, Universität Hannover, 2003
- 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.

## Brandverhalten

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

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.

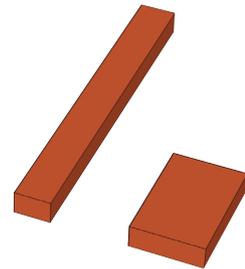
**Calenberg Ingenieure GmbH**  
Am Knübel 2-4  
D-31020 Salzhemmendorf  
Tel. +49 (0) 51 53/94 00-0  
Fax +49 (0) 51 53/94 00-49  
info@calenberg-ingenieure.de  
www.calenberg-ingenieure.de

## Standardausschnitte



- Kreisrundes Loch
- Eckausschnitt
- Schlitzausschnitt
- Rechteckausschnitt
- Langloch
- Rechteckloch
- Eckschrägschnitt

Punkt- und Streifenlager  
im Fertigteilbau



Punkt- und Streifenlager im  
Ortbetonbau; eingebettet in  
Polystyrol oder Ciflamon  
mit Abdeckung

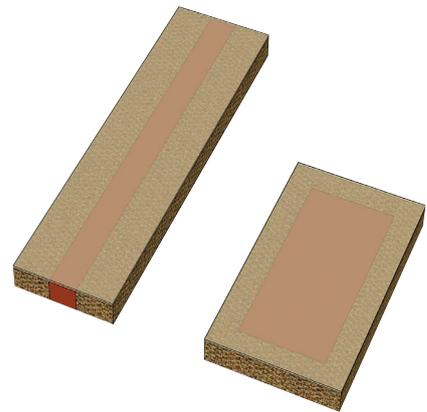


Bild 4: Calenberg Kerncompactlager, Standardausschnitte und Lieferformen

Die umfassende Kooperation zwischen der Calenberg Ingenieure GmbH in Salzhemmendorf und der Elastomere Lagersysteme Heim GmbH in Langen wurde im Jahr 1981 gegründet und hat sich über die Jahre bestens bewährt. An beiden Standorten werden die hochwertigen Produkte konfektioniert und weiterverarbeitet, so dass unsere Kunden von diesen „kurzen“ Wegen profitieren.

**HEIM**  
Elastomere Lagersysteme

Mörfelder Landstraße 33  
63225 Langen  
Tel. 06103-9763-0  
Fax 06103-9763-50  
info@elastomere-lagersysteme.de  
www.elastomere-lagersysteme.de