

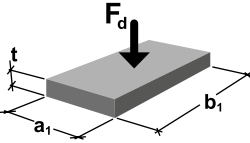
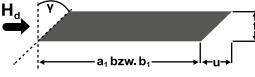
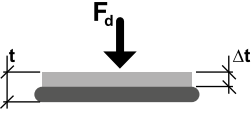
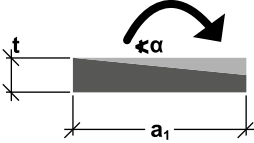
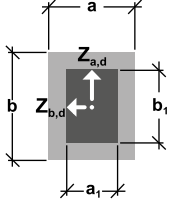
Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

Bemessung mit Designwerten

Die Bemessung der Lager erfolgt nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bis zu einer Druckspannung $\sigma_{R,d} = 28 \text{ N/mm}^2$. 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	Querzugkräfte*
				
FORMEL				
$\sigma_{R,d} = 6 \cdot S^{1,44} \leq 28 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ Anm.: Formel im Datenblatt im Sinne einer einfacheren Anwendung leicht modifiziert Formfaktor S, s. Seite 2	zul. $u = 0,6 \cdot (t-3) \text{ [mm]}$ Horizontalkraft $H_d = c_{s(t)} \cdot u \cdot A_E / (19000 \text{ mm}^2)$ Um ein Durchrutschen des Lagers zu vermeiden, ist eine Mindestdruckspannung von 2 N/mm^2 erforderlich. $c_{s(t)}$ -Werte und Randbedingungen, s. Seite 8	s. Seite 6	zul. $\alpha = \frac{400 \cdot t}{a_1} \leq 40 \text{ [‰]}$ (Rechtecklager) Nach Zulassung zu berücksichtigen: • 10 ‰ aus Schiefwinkligkeit • $\frac{625}{a_1} \text{ ‰}$ aus Unebenheit s. auch Heft 600, DAfStb	$Z_{a,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / b_1 \text{ [kN]}$ (an der Lagerbreitseite) $Z_{b,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / a_1 \text{ [kN]}$ (an der Lagerlängsseite) * s. auch Heft 339, DAfStb

LEGENDE FORMELZEICHEN

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

Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

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.

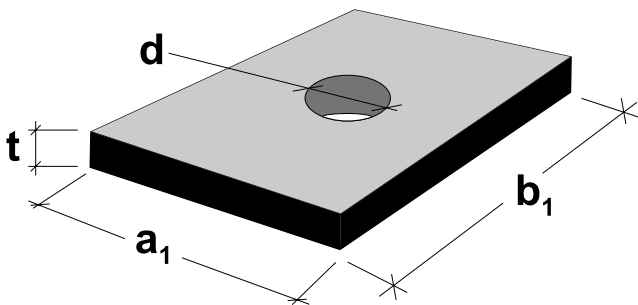
FORMFAKTOR FÜR RECHTECKIGE LAGER

Ohne Bohrung

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

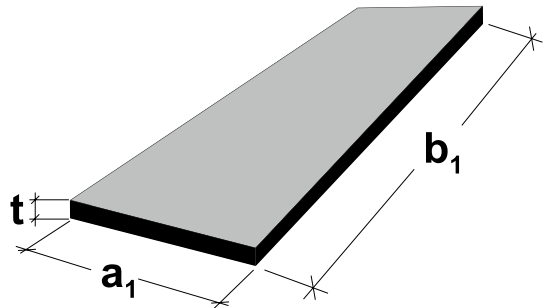
Mit Bohrung, $n \leq 4$

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



FORMFAKTOR FÜR STREIFENFÖRMIGE LAGER

$$S = \frac{a_1}{2 \cdot t} \quad b_1 \gg a_1$$



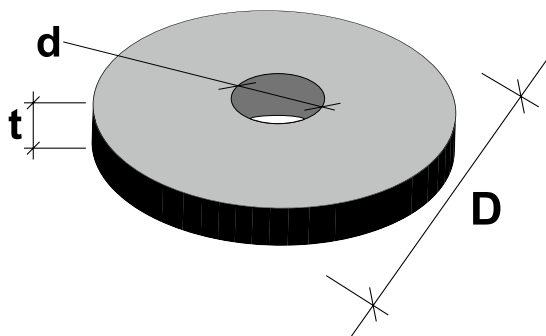
FORMFAKTOR FÜR RUNDE LAGER

Ohne Bohrung

$$S = \frac{d}{4 \cdot t}$$

Mit Bohrung

$$S = \frac{D^2 - d^2}{4 \cdot t \cdot (D + d)}$$



Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

Dicken: 11 und 16 mm

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

LAGER			BEMESSUNGSWERT DER TRAGFÄHIGKEIT, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]																		
[mm]	α [‰]	[mm]	LAGERLÄNGE [mm]																		
Dicke	zul. Drehwinkel	Breite	70	80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
11	40,0	50	-	-	-	10,9	11,4	11,9	12,2	12,6	12,9	13,6	14,2	14,7	15,1	15,4	15,7	16,1	16,5	16,8	17,1
	40,0	60	-	-	-	12,9	13,6	14,2	14,7	15,2	15,7	16,6	17,4	18,1	18,7	19,2	19,6	20,3	20,8	21,2	21,6
	40,0	70	11,7	12,8	13,9	14,8	15,6	16,4	17,1	17,7	18,3	19,6	20,6	21,5	22,3	22,9	23,5	24,4	25,2	25,8	26,3
	40,0	80	12,8	14,2	15,4	16,5	17,5	18,5	19,3	20,1	20,8	22,4	23,7	24,8	25,8	26,7	27,4				
	40,0	90	13,9	15,4	16,8	18,1	19,3	20,4	21,4	22,3	23,2	25,1	26,7								
	40,0	100	14,8	16,5	18,1	19,6	20,9	22,2	23,3	24,4	25,4	27,7									
	40,0	110	15,6	17,5	19,3	20,9	22,4	23,9	25,2	26,4	27,6										
	36,7	120	16,4	18,5	20,4	22,2	23,9	25,4	26,9												
	33,8	130	17,1	19,3	21,4	23,3	25,2	26,9													
	31,4	140	17,7	20,1	22,3	24,4	26,4														
	29,3	150	18,3	20,8	23,2	25,4	27,6														
	27,5	160	18,8	21,5	24,0	26,4															
	25,1	175	19,6	22,4	25,1	27,7															
	22,0	200	20,6	23,7	26,7																
	17,6	250	22,3	25,8																	
	14,7	300	23,5	27,4																	
	13,3	330	24,1																		

28,0

Einsatz in Ortbeton: Einbettung in Polystyrol

Einsatz in Feuerwiderstandsklasse F90/F120: Gegebenenfalls Einbettung in Ciflamon-Brandschutzplatte

LAGER			BEMESSUNGSWERT DER TRAGFÄHIGKEIT, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]																		
[mm]	α [‰]	[mm]	LAGERLÄNGE [mm]																		
Dicke	zul. Dreh- winkel	Breite																			
			80	90	100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	
16	40,0	80	8,3	9,0	9,6	10,2	10,8	11,3	11,7	12,1	13,1	13,8	14,5	15,1	15,5	16,0	16,7	17,3	17,7	18,1	
	40,0	90	9,0	9,8	10,6	11,2	11,9	12,5	13,0	13,5	14,6	15,6	16,4	17,1	17,7	18,2	19,1	19,9	20,5	21,0	
	40,0	100	9,6	10,6	11,4	12,2	12,9	13,6	14,2	14,8	16,1	17,3	18,2	19,1	19,8	20,5	21,6	22,4	23,2	23,8	
	40,0	110	10,2	11,2	12,2	13,1	13,9	14,7	15,4	16,1	17,6	18,9	20,0	21,0	21,9	22,6	24,0	25,0	25,9	26,7	
	40,0	120	10,8	11,9	12,9	13,9	14,8	15,7	16,5	17,3	19,0	20,5	21,7	22,9	23,9	24,8	26,3	27,6			
	40,0	130	11,3	12,5	13,6	14,7	15,7	16,6	17,5	18,4	20,3	22,0	23,4	24,7	25,8	26,9					
	40,0	140	11,7	13,0	14,2	15,4	16,5	17,5	18,5	19,4	21,6	23,4	25,0	26,5	27,8						
	40,0	150	12,1	13,5	14,8	16,1	17,3	18,4	19,4	20,5	22,8	24,8	26,6								
	40,0	160	12,5	14,0	15,4	16,7	18,0	19,2	20,3	21,4	23,9	26,1									
	36,6	175	13,1	14,6	16,1	17,6	19,0	20,3	21,6	22,8	25,5										
	32,0	200	13,8	15,6	17,3	18,9	20,5	22,0	23,4	24,8											
	25,6	250	15,1	17,1	19,1	21,0	22,9	24,7	26,5												
	21,3	300	16,0	18,2	20,5	22,6	24,8	26,9													
	18,3	350	16,7	19,1	21,6	24,0	26,3														
	16,0	400	17,3	19,9	22,4	25,0	27,6														
	14,2	450	17,7	20,5	23,2	25,9															
13,3	480	18,0	20,8	23,6	26,4																

28,0

28,0

Einsatz in Ortbeton: Einbettung in Polystyrol

Einsatz in Feuerwiderstandsklasse F90/F120: Gegebenenfalls Einbettung in Ciflamon-Brandschutzplatte

Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

Dicke: 21 mm

LAGER			BEMESSUNGSWERT DER TRAGFÄHIGKEIT, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]															
[mm]	α [‰]	[mm]																
Dicke	zul. Drehwinkel	Breite	LAGERLÄNGE [mm]															
			110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	
21	40,0	110	8,8	9,4	9,9	10,4	10,9	11,9	12,8	13,5	14,2	14,8	15,3	16,2	16,9	17,5	18,0	
	40,0	120	9,4	10,0	10,6	11,2	11,7	12,8	13,8	14,7	15,5	16,2	16,8	17,8	18,6	19,4	20,0	
	40,0	130	9,9	10,6	11,3	11,9	12,4	13,7	14,8	15,8	16,7	17,5	18,2	19,4	20,4	21,2	21,9	
	40,0	140	10,4	11,2	11,9	12,5	13,1	14,6	15,8	16,9	17,9	18,8	19,6	20,9	22,1	23,0	23,8	
	40,0	150	10,9	11,7	12,4	13,1	13,8	15,4	16,8	18,0	19,1	20,0	20,9	22,4	23,7	24,8	25,7	
	40,0	160	11,3	12,2	13,0	13,7	14,5	16,2	17,7	19,0	20,2	21,3	22,2	23,9	25,4	26,6	27,6	
	40,0	175	11,9	12,8	13,7	14,6	15,4	17,3	18,9	20,5	21,8	23,0	24,2	26,1	27,8			
	40,0	200	12,8	13,8	14,8	15,8	16,8	18,9	20,9	22,7	24,4	25,8	27,2					
	33,6	250	14,2	15,5	16,7	17,9	19,1	21,8	24,4	26,7								
	28,0	300	15,3	16,8	18,2	19,6	20,9	24,2	27,2									
	24,0	350	16,2	17,8	19,4	20,9	22,4	26,1										
	21,0	400	16,9	18,6	20,4	22,1	23,7	27,8										
	18,7	450	17,5	19,4	21,2	23,0	24,8											
	16,8	500	18,0	20,0	21,9	23,8	25,7											
	14,0	600	18,8	20,9	23,0	25,1	27,2											
	13,3	630	19,0	21,2	23,3	25,4	27,6											

Einsatz in Ortbeton: Einbettung in Polystyrol
 Einsatz in Feuerwiderstandsklasse F90/F120: Gegebenenfalls Einbettung in Ciflamon-Brandschutzplatte

28,0

Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

STREIFENLAGER							
LAGERBREITE a [mm]		COMPACTLAGER CR 2000					
		LAGERDICKEN					
		t = 11 mm		t = 16 mm		t = 21 mm	
		F _{R,d}	max. α	F _{R,d}	max. α	F _{R,d}	max. α
	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	
50	978	40,0	-	-	-	-	
60	1527	40,0	-	-	-	-	
70	1960	40,0	-	-	-	-	
80	2240	40,0	1796	40,0	-	-	
90	2520	40,0	2394	40,0	-	-	
100	2800	40,0	2800	40,0	-	-	
110	3080	40,0	3080	40,0	2640	40,0	
120	3360	36,7	3360	40,0	3265	40,0	
130	3640	33,8	3640	40,0	3640	40,0	
140	3920	31,4	3920	40,0	3920	40,0	
150	4200	29,3	4200	40,0	4200	40,0	
160	4480	27,5	4480	40,0	4480	40,0	
170	4760	25,9	4760	37,6	4760	40,0	
180	5040	24,4	5040	35,6	5040	40,0	
190	5320	23,2	5320	33,7	5320	40,0	
200	5600	22,0	5600	32,0	5600	40,0	
210	5880	21,0	5880	30,5	5880	40,0	
220	6160	20,0	6160	29,1	6160	38,2	
230	6440	19,1	6440	27,8	6440	36,5	
240	6720	18,3	6720	26,7	6720	35,0	
250	7000	17,6	7000	25,6	7000	33,6	
Einsatz in Ortbeton: Einbettung in Polystyrol							
Einsatz in Feuerwiderstandsklasse F90/F120: Gegebenenfalls Einbettung in Ciflamon-Brandschutzplatte							

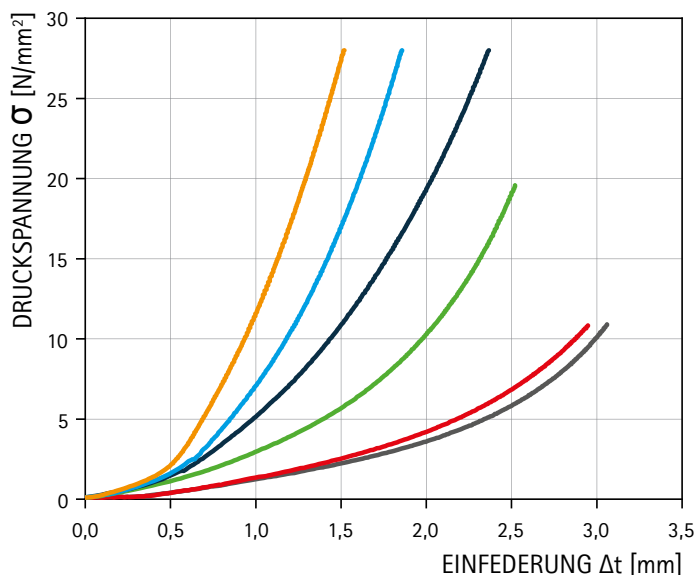
Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

Federkennlinien

Die folgenden Diagramme zeigen das Druckstauchungsverhalten für verschiedene Formate beim Einsatz zwischen Betonoberflächen (Fertigteile).

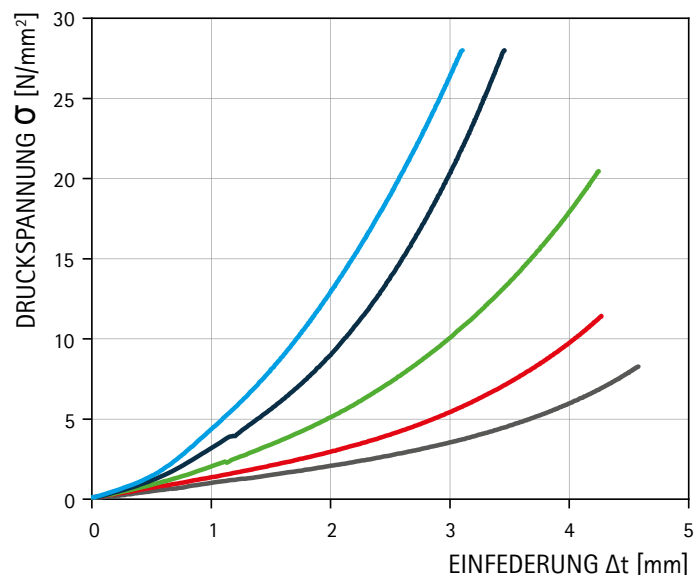
Dicke 11 mm



LEGENDE

50 mm x 100 mm	150 mm x 150 mm
70 mm x 70 mm	200 mm x 200 mm
100 mm x 100 mm	250 mm x 200 mm

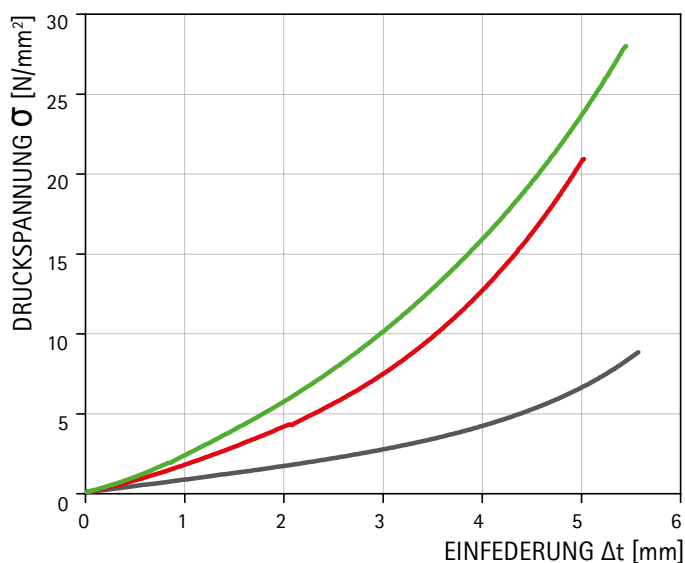
Dicke 16 mm



LEGENDE

80 mm x 80 mm	200 mm x 200 mm
100 mm x 100 mm	250 mm x 250 mm
150 mm x 150 mm	

Dicke 21 mm



LEGENDE

110 mm x 110 mm
200 mm x 200 mm
250 mm x 250 mm

Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

Bemessungsbeispiel

Gegeben: $F_{E,d} = 1250 \text{ kN}$, Auflagerverdrehung $\alpha = 12 \text{ ‰}$, horizontale Verformung $u = 3 \text{ mm}$

Gewählte Abmessungen:

$$a = 150 \text{ mm}, b = 320 \text{ mm}, t = 16 \text{ mm}$$

Formfaktor:

$$S = \frac{150 \text{ mm} \times 320 \text{ mm}}{2 \times 16 \text{ mm} \times (150 \text{ mm} + 320 \text{ mm})} = 3,2$$

Tragfähigkeit:

$$\sigma_{R,d} = 6 \text{ N/mm}^2 \times 3,2^{1,44} = 32 \text{ N/mm}^2 > 28,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\rightarrow \sigma_{R,d} = 28 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{R,d} = \sigma_{R,d} \times A = 28,0 \text{ N/mm}^2 \times 150 \text{ mm} \times 320 \text{ mm} = 1344 \text{ kN}$$

$$F_{R,d} \geq F_{E,d} \rightarrow \text{Tragfähigkeit des Lagers ist ausreichend}$$

Auflagerverdrehung aus Bauteilverformung: $\alpha = 12 \text{ ‰}$

Zusätzliche Verdrehung aus Schiefwinkligkeit: 10 ‰

Zusätzliche Verdrehung aus Unebenheit:

$$625 \text{ (mm*‰)} / a \text{ (mm)} = 625 / 150 = 4,1 \text{ ‰}$$

Insgesamt aufzunehmende Verdrehung:

$$\alpha = 12 \text{ ‰} + 10 \text{ ‰} + 4,1 \text{ ‰} = 32,9 \text{ ‰}$$

$$\text{max. } \alpha = 400 \text{ ‰} \times t / a = 400 \text{ ‰} \times 16 \text{ mm} / 150 \text{ mm} = 42,7 \text{ ‰} > 40 \text{ ‰}$$

$$\rightarrow \text{max. } \alpha = 40 \text{ ‰}$$

$$\text{max. } \alpha \geq \alpha \rightarrow \text{Verdrehwinkel des Lagers ist ausreichend}$$

Horizontale Verformung der Bauteile:

$$u = 3 \text{ mm}$$

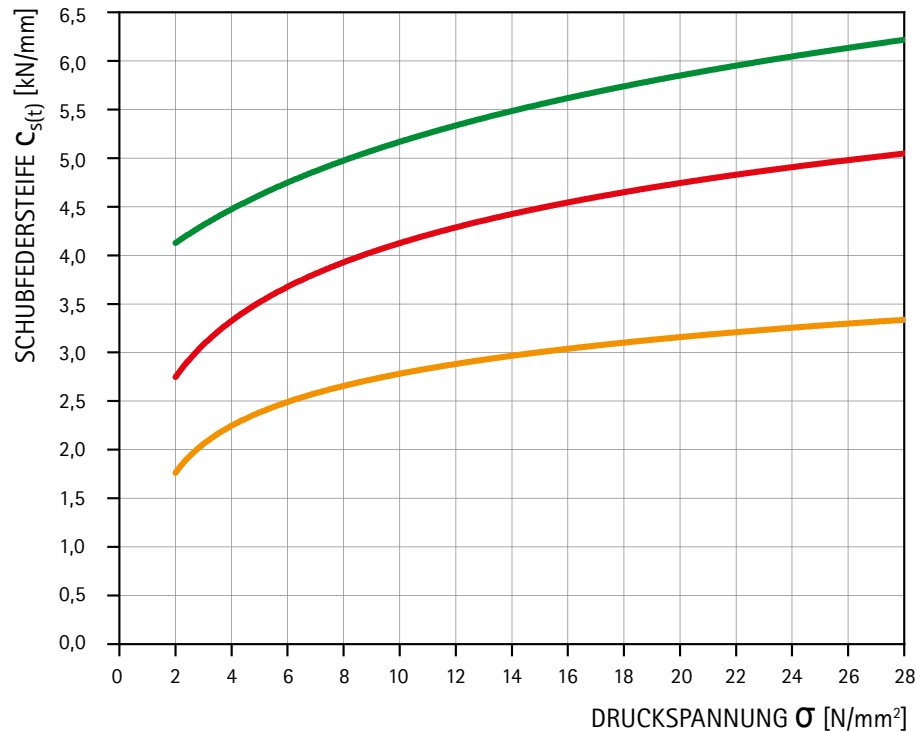
$$\text{max. } u = 0,6 \times (t-3) = 7,8 \text{ mm}$$

$$\text{max. } u \geq u \rightarrow \text{Schubverformbarkeit des Lagers ist ausreichend}$$

Compactlager CR 2000

Statisches Elastomerlager für Bauteillagerung

Schubfedersteife



LEGENDE

- 21 mm
- 16 mm
- 11 mm

DIAGRAMM

Für die horizontale Schubverformung aus einmalig wirkenden Horizontalkräften ist kein Nachweis erforderlich, da einmaliges geringes Gleiten zu keiner schädlichen Veränderung der Lagerung führt. Soll die Schubauslenkung eine „reine“ Schubverformung sein, ist eine vertikale Lagerdruckspannung $\sigma_{E,d}$ von mindestens 2 N/mm² erforderlich.

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

Rev. 0

2. Januar 2024

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