



**CALENBERG**  
**INGENIEURE**

CREATING PRECIOUS SILENCE



# COMPACTLAGER S 65

Unbewehrtes Elastomerlager belastbar bis 14 N/mm<sup>2</sup>

## Beratungskultur

Kompetent - Zuverlässig - Nachhaltig -  
Planungssicher - Lösungsorientiert

## Formfaktor

Verformungsbezogenes Nachweiskonzept -  
Maximal aufnehmbare Spannung - Amtlich  
getestet - Zulassungen

# KNOW

# HOW

Seit Jahrzehnten forscht Calenberg Ingenieure im Bereich der elastomeren Werkstofftechnologie und ist Lösungsanbieter für statische Bauteillagerungen und Schwingungsisolierungen mit Baubegleitung und ausgezeichneter Kundenbetreuung zur qualitativen Verbesserung von Bauwerken.

Bei Calenberg Ingenieure kommt ein verformungsbezogenes Nachweiskonzept für unbewehrte Elastomerlager zur Anwendung. Der daraus resultierende Formfaktor begrenzt die Einfederung in Abhängigkeit vom Spannungszustand und garantiert die absolute Schadensfreiheit des Bauwerkes.

Calenberg Ingenieure ist eine Tochter der international agierenden VICODA Group. Unsere Kunden profitieren sowohl von den Stärken des Konzernverbundes als auch von der regionalen Präsenz vor Ort.

### Über unser Produkt

Seite 4 - 5

### Bemessung

Seite 6

### Formfaktor

Seite 7

### Bemessungstafel 1

Seite 8

### Bemessungstafel 2

Seite 9

### Bemessungstafel 3

Seite 10

### Bemessungstafel 4

Seite 11

### Einfederung

Seite 12

### Horizontalverformung

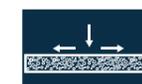
Seite 13

### Randabstände

Seite 14

### Konstruktive Ausführung

Seite 15



## Das Compactlager S 65



### Produktbeschreibung

Das Calenberg Compactlager S 65 ist ein unbewehrtes Elastomerlager mit glatten Druckkontaktflächen. Hauptbestandteil ist ein alterungsbeständiger EPDM-Elastomerwerkstoff mit einer Härte von  $65 \pm 5$  Shore A. Das Material ist ozonbeständig.

### Anwendung und Einsatzgebiete

Calenberg Compactlager S 65 werden in allen Bereichen des Bauwesens als dauerelastische gelenkige Verbindungselemente eingesetzt. Im Hochbau werden sie meist als Punktlager für die elastische Auflagerung von Bindern und Unterzügen verwendet. Im Geschossbau auch als Lagerstreifen unter Flächentragwerken und auf Wandscheiben.

### Bauaufsichtliche Zulassung

Die Verwendbarkeit als Baulager im Hochbau ist in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-16.32-474, erteilt durch das Deutsche Institut für Bautechnik, geregelt.

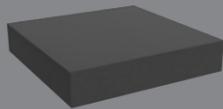
### Brandverhalten

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 4102-4, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen, Ausgabe 03/1994, erfüllen.

### Angebotserstellung und Beratung

Calenberg Ingenieure bietet eine gezielte Beratung zu elastischen Lagerungen vorwiegend statisch beanspruchter Bauteile an. Für eine Angebotserstellung werden folgende Angaben benötigt:

#### AUSSCHREIBUNGSTEXT



Calenberg Compactlager S 65, unbewehrtes hoch alterungsbeständiges EPDM-Elastomerlager, formatabhängig belastbar bis zu einer mittleren Designdruckspannung  $\sigma_{R,d}$  von  $14 \text{ N/mm}^2$ , ozonbeständig, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-16.32-474

#### A. Allgemein

Länge: ... mm  
Breite: ... mm  
Dicke: ... mm  
Menge: ... Stck.

#### B. Eingebettet in Polystyrol oder Ciflamon-Brandschutzplatte

Gesamtlänge: ... mm  
Gesamtbreite: ... mm  
Elastomerlänge: ... mm  
Elastomerbreite: ... mm  
Dicke: ... mm  
Menge: ... Stck.

#### C. Streifenlager eingebettet in Polystyrol oder Ciflamon-Brandschutzplatte

Gesamtbreite: ... mm  
Elastomerbreite: ... mm  
Dicke: ... mm  
Menge: ... m

#### Lieferant:

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



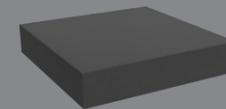
### Lieferformen

Calenberg Compactlager S 65 werden objektbezogen in jeder gewünschten Abmessung geliefert. Die Lager können mit Löchern, Ausschnitten, Schlitzen usw. versehen werden.

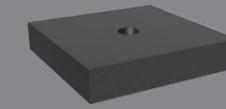
Für den Ortbetonbau werden die Lager werkseitig mit Polystyrol ummantelt und mit einer Kunststoffbahn abgedeckt.

Bei Brandschutzanforderungen wird die Polystyrolummantelung gegebenenfalls durch eine mindestens 30 mm breite Ciflamon-Brandschutzplatte ersetzt.

#### STANDARDAUSSCHNITTE



Kreisrundes Loch



Eckausschnitt



Schlitzausschnitt



Rechteckausschnitt



Langloch



Rechteckloch



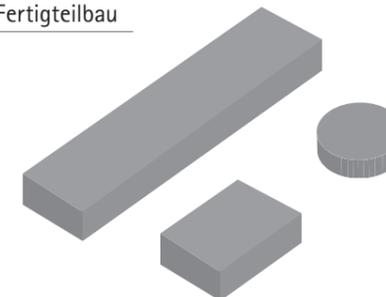
Eckschrägausschnitt



#### Abmessungen

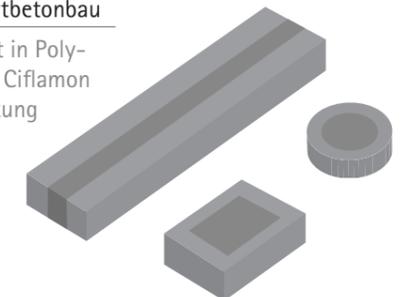
- Lagerdicken: 10, 15, 20, 25, 30 mm
- Maximale Zuschnittsgröße: 1200 mm x 1200 mm
- Minimale Zuschnittsgröße bei  $t < 15 \text{ mm}$ : 70 mm x 70 mm für  $b_1 \geq 100 \text{ mm}$  auch  $a_1 \geq 50 \text{ mm}$
- Mindestbreite: 5 x Lagerdicke

#### Punkt- und Streifenlager im Fertigteilbau



#### Punkt- und Streifenlager im Ortbetonbau

eingebettet in Polystyrol oder Ciflamon mit Abdeckung



### Bemessung mit Designwerten



Die Bemessung der Lager erfolgt nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung bis zu einer Druckspannung  $\sigma_{R,d} = 14 \text{ N/mm}^2$ . Das Bemessungskonzept beruht auf dem Formfaktor. Bohrungen, Ausschnitte und die erforderlichen Randabstände sind nach DIN EN 1992 zu berücksichtigen.

BEANSPRUCHUNGSART				
zul. Druckspannung	zul. Schubverformung	Lagereinfederung	zul. Drehwinkel	Querzugkräfte*
FORMEL				
$\sigma_{R,d} = 4,05 \text{ N/mm}^2 \cdot S^{1,16} \leq 14 \text{ N/mm}^2$ Formfaktor S, s. Seite 7	zul. $u = 0,6 \cdot (t-2) \text{ [mm]}$  Horizontalkraft $H_d = c_{s(t)} \cdot u \cdot A_E / 20000 \text{ [kN]}$ Um ein Durchrutschen des Lagers zu vermeiden, ist eine Mindestdruckspannung von $2 \text{ N/mm}^2$ erforderlich. $c_s$ -Werte und Randbedingungen, s. Seite 13	s. Seite 12	zul. $\alpha = \frac{450 \cdot t}{a_1} \leq 40 \text{ [‰]}$ (Rechtecklager)  Nach Zulassung zu berücksichtigen: • 10‰ aus Schiefwinkligkeit • $\frac{625}{a_1}$ aus Unebenheit  * genauerer Nachweis nach Heft 600	$Z_{a,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / b_1 \text{ [kN]}$ (an der Lagerbreitseite)  $Z_{b,d} = 1,5 \cdot F_d \cdot t / a_1 \text{ [kN]}$ (an der Lagerlängsseite)  * genauerer Nachweis nach Heft 339, DafStb

#### LEGENDE FORMELZEICHEN

$F_d$	Vertikalkraft	$\sigma_{R,d}$	Designdruckspannung, Designwiderstand des Bauteils gegen vertikalen Druck
$H_d$	Horizontalkraft	$\sigma_{E,d}$	Designdruckspannung aus Einwirkung
$Z_{a,d}, Z_{b,d}$	Querzugkraft	$\alpha$	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	$\gamma$	Schubwinkel
$b_1$	Längere Lagerseite	t	Lagerdicke
a	Bauteilbreite	$\Delta t$	Lagereinfederung
b	Bauteillänge		



### Berechnung des Formfaktors

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

#### FORMFAKTOR FÜR RECHTECKIGE LAGER

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

Mit n Löchern:  $S = \frac{4 \cdot b_1 \cdot a_1 - n \cdot \pi \cdot d^2}{4 \cdot t \cdot (2 \cdot b_1 + 2 \cdot a_1 + n \cdot \pi \cdot d)}$

#### FORMFAKTOR FÜR STREIFENFÖRMIGE LAGER

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

#### FORMFAKTOR FÜR RUNDE LAGER

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

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



### Compactlager S 65, Dicke: 30mm



LAGER		DRUCKSPANNUNG, $\sigma_{R,d}$ [N/mm <sup>2</sup> ]											
[mm]	$\alpha$ [‰]	[mm]	LAGERLÄNGE [mm]										
Dicke	zul. Drehwinkel	Breite	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
			30	40,0	150	5,2	5,7	6,1	6,5	6,8	7,1	7,3	7,8
	40,0	160	5,4	5,9	6,4	6,8	7,1	7,4	7,7	8,2	8,6	8,9	9,2
	40,0	175	5,7	6,3	6,8	7,2	7,6	7,9	8,2	8,8	9,2	9,6	9,9
	40,0	200	6,1	6,8	7,3	7,8	8,3	8,7	9,1	9,7	10,2	10,7	11,1
	40,0	250	6,8	7,6	8,3	8,9	9,5	10,0	10,5	11,3	12,1	12,7	13,2
	40,0	300	7,3	8,2	9,1	9,8	10,5	11,1	11,7	12,8	13,7		
	38,6	350	7,8	8,8	9,7	10,5	11,3	12,1	12,8				
	33,8	400	8,1	9,2	10,2	11,2	12,1	12,9	13,7				
	30,0	450	8,4	9,6	10,7	11,7	12,7	13,6					
	27,0	500	8,6	9,9	11,1	12,2	13,2						
	24,5	550	8,9	10,2	11,4	12,6	13,7						
	22,5	600	9,1	10,4	11,7	13,0							

14,0

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

### Compactlager S 65, Dicken: 10, 15, 20, 25 und 30mm



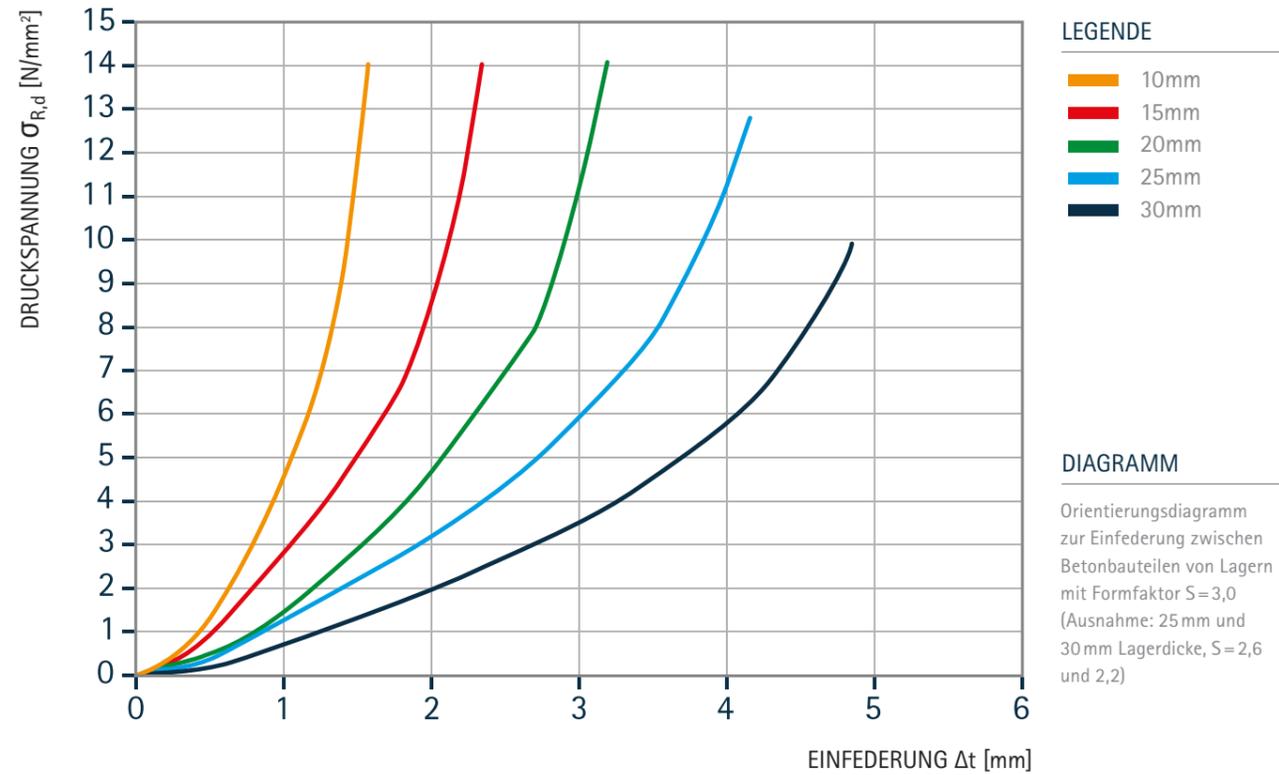
STREIFENLAGER		COMPACTLAGER S 65									
ELASTOMERBREITE	b	LAGERDICKEN									
		t = 10 mm		t = 15 mm		t = 20 mm		t = 25 mm		t = 30 mm	
		$F_{E,d}$	zul. $\alpha$	$F_{E,d}$	zul. $\alpha$	$F_{E,d}$	zul. $\alpha$	$F_{E,d}$	zul. $\alpha$	$F_{E,d}$	zul. $\alpha$
[mm]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	[kN/m]	[‰]	
50	586	40	-	-	-	-	-	-	-	-	
60	840	40	-	-	-	-	-	-	-	-	
70	980	40	-	-	-	-	-	-	-	-	
80	1120	40	1010	40	-	-	-	-	-	-	
90	1260	40	1260	40	-	-	-	-	-	-	
100	1400	40	1400	40	1172	40	-	-	-	-	
110	1540	40	1540	40	1440	40	-	-	-	-	
120	1680	37,5	1680	40	1680	40	-	-	-	-	
130	1820	34,6	1820	40	1820	40	1595	40	-	-	
140	1960	32,1	1960	40	1960	40	1872	40	-	-	
150	2100	30,0	2100	40	2100	40	2100	40	1759	40	
160	2240	28,1	2240	40	2240	40	2240	40	2022	40	
170	2380	26,5	2380	39,7	2380	40	2380	40	2304	40	
180	2520	25,0	2520	37,5	2520	40	2520	40	2520	40	
190	2660	23,7	2660	35,5	2660	40	2660	40	2660	40	
200	2800	22,5	2800	33,8	2800	40	2800	40	2800	40	
210	2940	21,4	2940	32,1	2940	40	2940	40	2940	40	
220	3080	20,5	3080	30,7	3080	40	3080	40	3080	40	
230	3220	19,6	3220	29,3	3220	39,1	3220	40	3220	40	
240	3360	18,8	3360	28,1	3360	37,5	3360	40	3360	40	
250	3500	18,0	3500	27,0	3500	36,0	3500	40	3500	40	

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

### Druckbeanspruchung



Im Rahmen von Zulassungsversuchen wird die maximale Druckspannung  $\sigma_{R,d}$  nach der Stauchung  $\epsilon$  ermittelt.



#### BEMESSUNGSBEISPIEL



Gegeben:  $F_k = 590 \text{ kN}$ ; entsprechend:  $F_d = 1,4 \times F_k = 826 \text{ kN}^*$ , Auflagerverdrehung  $\alpha = 19 \text{ ‰}$ , horizontale Verformung  $u = 9 \text{ mm}$

\* Als Teilsicherheitsbeiwert wird näherungsweise mit Faktor 1,4 gerechnet.

Gewählte Abmessungen:  $a_1 = 200 \text{ mm}$ ,  $b_1 = 300 \text{ mm}$ ,  $t = 20 \text{ mm} \rightarrow S = 3$

Tragfähigkeit:  $\sigma_{E,d} = \frac{826000}{300 \cdot 200} \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] = 13,77 \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] < \sigma_{R,d} = 14 \left[ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right]$

Auflagerverdrehung aus Bauteilverformung:  $\alpha = 19 \text{ ‰}$

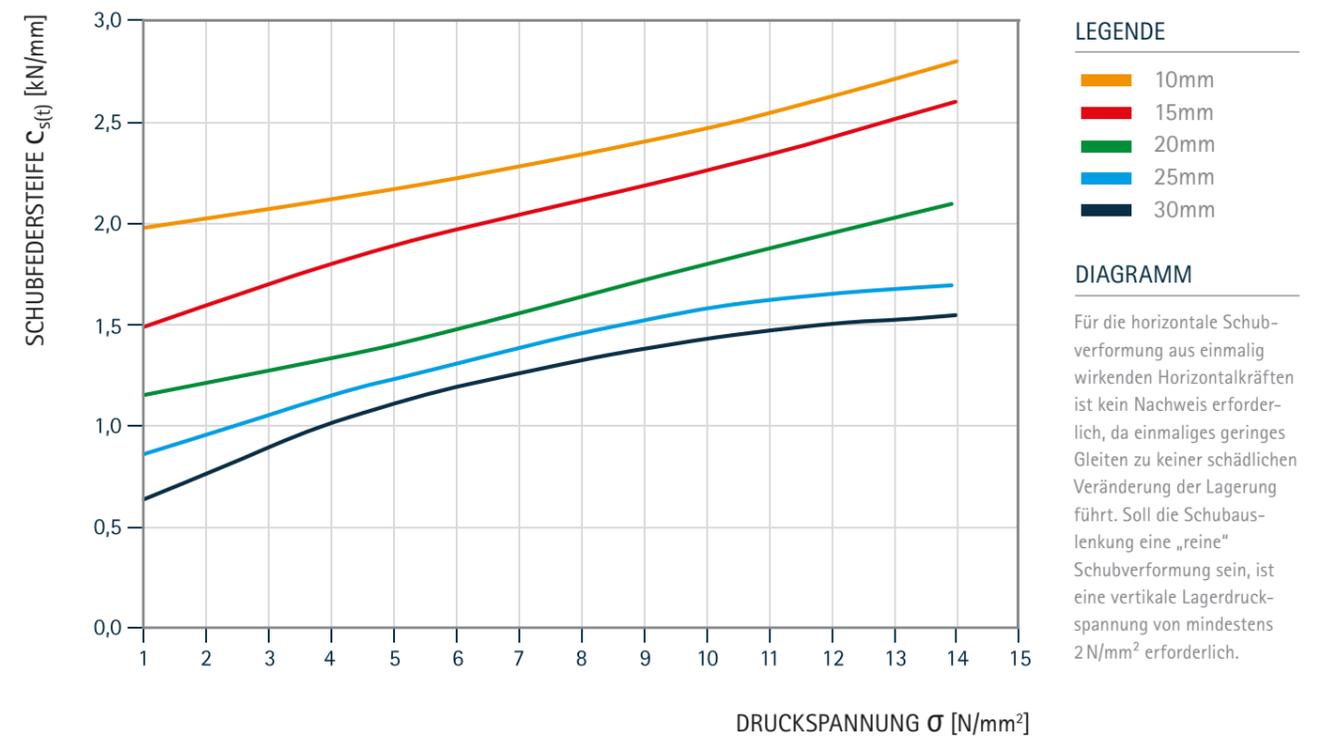
Nach Zulassung zu berücksichtigen:

Zusätzliche Verdrehung aus Schiefwinkligkeit:  $10 \text{ ‰}$

Zusätzliche Verdrehung aus Unebenheit:  $\frac{625}{a_1} = \frac{625}{200} = 3,1 \text{ ‰}$

Insgesamt aufzunehmende Verdrehung:  $\alpha = 19 \text{ ‰} + 10 \text{ ‰} + 3,1 \text{ ‰} = 32,1 \text{ ‰}$   
 $\sum \text{vorh. } \alpha = 19 + 10 + 3 = 32,1 \text{ ‰} < \text{zul. } \alpha = 450 \frac{t}{a_1} \leq 40 \text{ ‰}$

### Schubfedersteife



#### BEMESSUNGSBEISPIEL



Gewählte Abmessungen:  $a_1 = 200 \text{ mm}$ ,  $b_1 = 300 \text{ mm}$ ,  $t = 20 \text{ mm} > \text{vorh. } u = 9 \text{ mm}$

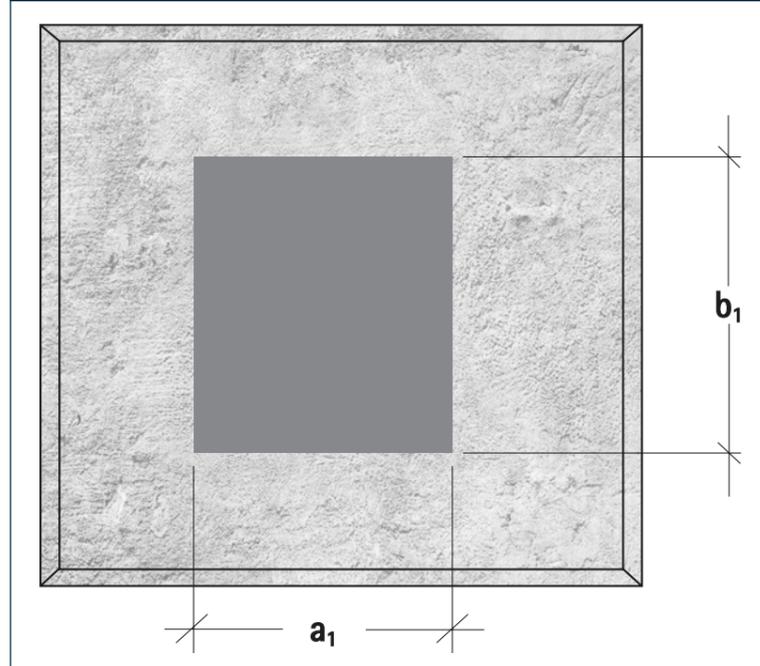
Horizontale Verformung der Bauteile:  $\text{zul. } u = 0,6 \times (t - 2) = 0,6 \times (20 - 2) = 10,8 \text{ mm} > \text{vorh. } u = 9 \text{ mm}$

$\rightarrow$  Schubverformung des Lagers ist ausreichend

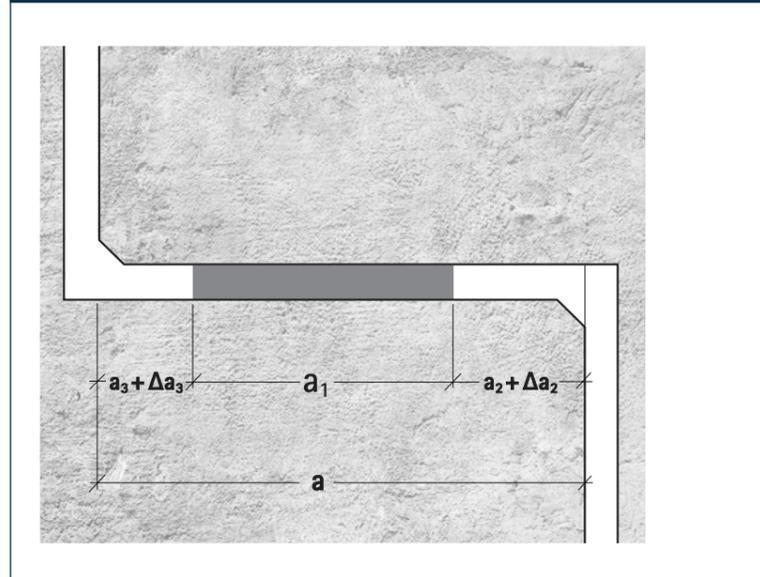
## Konstruktive Ausführung

Die Lagerungsbereiche sind gemäß den bautechnischen Spezifikationen und Normen auszubilden. Die erforderlichen Randabstände werden nach DIN EN 1992-1-1 (2011-01) berücksichtigt. Das Elastomerlager muss innerhalb der Bewehrung liegen, um planmäßige Verformungen des Lagers zuzulassen und Abplatzungen am Rand zu vermeiden. Der Randabstand sollte 30 mm nicht unterschreiten.

RANDABSTAND DRAUFSICHT



RANDABSTAND SEITENANSICHT



### LEGENDE

$a$	}	Werte zur Bestimmung der erforderlichen Randabstände nach DIN EN 1992-1-1
$a_1$		
$a_2$		
$\Delta a_2$		
$a_3$		
$\Delta a_3$		
$b_1$		

## Montagehinweise

Vor dem Einbau ist darauf zu achten, dass Elastomerlager und Auflagerflächen frei von Verschmutzungen, Eis, Schnee, Fetten, Lösemitteln, Ölen oder Trennmitteln sind.

Im Ortbetonbau wird die Lagerfuge so ausgefüllt und abgedeckt, dass kein Ortbeton eindringen kann. Die Federwirkung des Lagers muss gewährleistet sein.



## Referenzen

### COMPACTLAGER S 65 (AUSZUG AUS DER REFERENZLISTE)

- Amazon, Sosnowiec, Polen, 2017
- Novozymes Innovation Campus, Lyngby, Dänemark, 2017
- Siemens Werk, Duisburg, Deutschland, 2016
- Metro Cash & Carry Einkaufszentrum, Moskau, 2007
- Lehrter Bahnhof, Berlin, Deutschland, 2004
- Airbus, Hamburg, Deutschland, 2004



Am Knübel 2 - 4  
31020 Salzhemmendorf | Deutschland

Tel. + 49 51 53 - 94 00-0  
Fax + 49 51 53 - 94 00-49

[info@calenberg-ingenieure.de](mailto:info@calenberg-ingenieure.de)  
[www.calenberg-ingenieure.de](http://www.calenberg-ingenieure.de)

A VICODA Group Company



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 auch nicht von der eigenen Prüfung auch in Hinblick auf Schutzrecht 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.