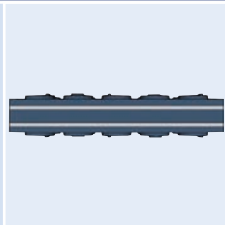
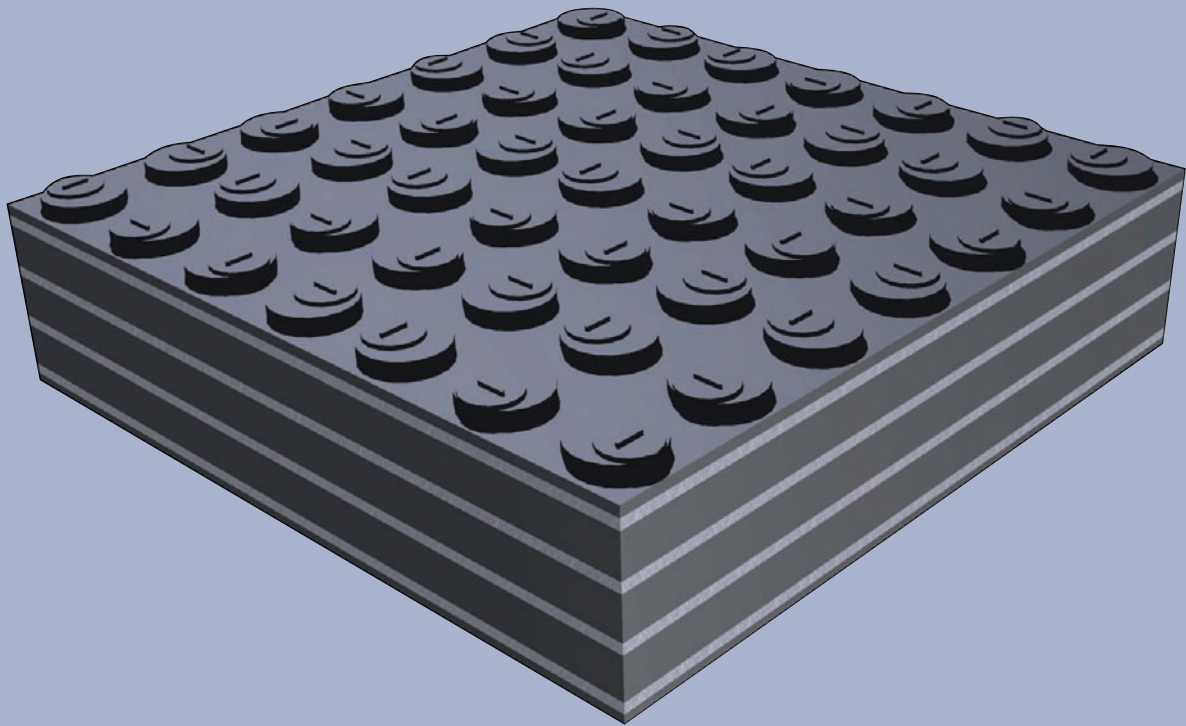


# SANDWICHLAGER Q



*Stahlbewehrtes Elastomerlager  
belastbar bis 15 N/mm<sup>2</sup>*

*Mit beidseitig angeordneten Ausgleichsnoppen*

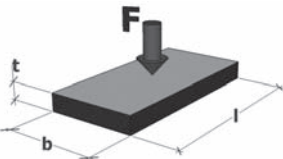

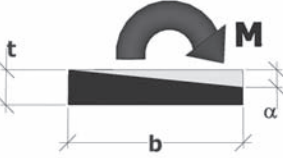
# Bemessung

## Inhalt

Bemessungsformeln	Seite	2
Produktbeschreibung		2
Ausschreibungstext		3
Bemessungstafel 1		4
Bemessungstafel 2		5
Randabstände		6
Schubfedersteifen		7
Referenzen		7
Montagehinweise		8
Funktionsmerkmale		8
Einfederung		9
Lieferformen		9
Werkstoffe		9
Spannungsverteilung		10
Bemessungsbeispiel		11
Einsatzgebiete		11
Prüfzeugnisse		12
Brandschutz		12

## Produktbeschreibung

Das Calenberg Sandwichlager Q ist ein stahlbewehrtes Elastomerlager. Es besteht aus Elastomerschichten, die mit einer Quersugbewehrung aus wetterfestem Stahl verbunden sind. Ein besonderes Merkmal sind die in einem quadratischen Raster angeordneten zylindrischen Noppenfelder, die Unebenheiten der Auflagerflächen ausgleichen.

Bemessungsformeln											
Beanspruchungsart	Formel										
zul. mittlere Druckspannung 	zul. $\sigma_m = 15 \text{ N/mm}^2$  Gültig für: • Rechtecklager: $l \geq b \geq 100 \text{ mm}$ • kreisrunde Lager: $D \geq 120 \text{ mm}$										
Lagerdicken und Elastomerdicken	<table> <thead> <tr> <th>Lagerdicke t [mm]</th> <th>eff. Elastomerdicke T [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>t = 10</td> <td>T = 6</td> </tr> <tr> <td>t = 20</td> <td>T = 14</td> </tr> <tr> <td>t = 30</td> <td>T = 22</td> </tr> <tr> <td>t = 40</td> <td>T = 30</td> </tr> </tbody> </table>	Lagerdicke t [mm]	eff. Elastomerdicke T [mm]	t = 10	T = 6	t = 20	T = 14	t = 30	T = 22	t = 40	T = 30
Lagerdicke t [mm]	eff. Elastomerdicke T [mm]										
t = 10	T = 6										
t = 20	T = 14										
t = 30	T = 22										
t = 40	T = 30										
Lagereinfederung 	siehe Seite 9										
zulässiger Drehwinkel 	zul. $\alpha = \frac{200 \cdot T}{b} \leq 40 \text{ [%]}$ ; Rechtecklager  zul. $\alpha = \frac{225 \cdot T}{b} \leq 40 \text{ [%]}$ ; runde Lager  Zuschläge für Ebenheitstoleranzen und Abweichungen von der Planparallelität sind gemäß DIN 4141 Teil 3 wie geplante Verdrehungen zu behandeln.										



*a, b, d, l, t, T, u in mm;  $A_E$  in  $\text{mm}^2$ ; H in kN;  $c_s$  in kN/mm*

**Ausschreibungstext**

Calenberg Sandwichlager Q, bewehrtes hochalterungsbeständiges CR-Elastomerlager (gemäß DIN 4141 Teil 140/150), mit einvulkanisierten wetterfesten Stahlplatten aus WTSt 52-3 und toleranzausgleichenden Noppenfeldern, belastbar bis 15 N/mm<sup>2</sup>, mit allgemeinem bauaufsichtlichem Prüfzeugnis Nr. P-852.0290-3, liefern.

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

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

Bemessungsformeln (Fortsetzung)	
Beanspruchungsart	Formel
Horizontale Schubverformung  	zul. $u \leq 0,7 \cdot T$ [mm]  $\text{vorh. } u = \frac{\text{vorh. } H \cdot 10000}{c_s \cdot A_E}$ [mm]  Gültig ab Lagerlänge oder -breite bzw. Durchmesser in Schubrichtung für: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtecklager      • Rundlager      bei Lagerdicke</li> <li>50 mm                      50 mm                      10 mm</li> <li>50 mm                      50 mm                      20 mm</li> <li>80 mm                      80 mm                      30 mm</li> <li>100 mm                      100 mm                      40 mm</li> </ul>
Horizontalkraft (Rückstellkraft) aus horizontaler Schubverformung  	$\text{vorh. } H = \frac{c_s \cdot u \cdot A_E \text{ [kN]}}{10000}$ $c_s$ = Schubfedersteife (siehe Seite 7) $A_E$ = Lagergrundfläche

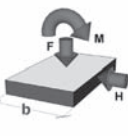




**Siehe Bemessungstabellen 1 und 2**

Aus einmalig wirkenden Zwängungskräften resultierende Horizontalkräfte bedürfen keines Nachweises, da einmaliges geringes Gleiten zu keiner schädlichen Veränderung der Lagerung führt. Soll die Schubausslenkung eine „reine“ Schubverformung sein, ist eine vertikale Mindestdruckspannung von 2,0 N/mm<sup>2</sup> erforderlich.

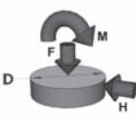




*a, b, l, t, T, u in mm; A<sub>E</sub> in mm<sup>2</sup>; H in kN; c<sub>s</sub> in kN/mm*

**Bemessung**

# Bemessungstafel 1

	Rechteckige Grundfläche											
												
t	10			20			30			40		
T	6			14			22			30		
b	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u
50	15,0	24,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
60	15,0	20,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
70	15,0	17,1	4,2	15,0	40,0	9,8						
80	15,0	15,0	4,2	15,0	35,0	9,8	15,0	40,0	15,4			
90	15,0	13,3	4,2	15,0	31,1	9,8	15,0	40,0	15,4			
100	15,0	12,0	4,2	15,0	28,0	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
110	15,0	10,9	4,2	15,0	25,5	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
120	15,0	10,0	4,2	15,0	23,3	9,8	15,0	36,7	15,4	15,0	40,0	21,0
130	15,0	9,2	4,2	15,0	21,5	9,8	15,0	33,8	15,4	15,0	40,0	21,0
140	15,0	8,6	4,2	15,0	20,0	9,8	15,0	31,4	15,4	15,0	40,0	21,0
150	15,0	8,0	4,2	15,0	18,7	9,8	15,0	29,3	15,4	15,0	40,0	21,0
200	15,0	6,0	4,2	15,0	14,0	9,8	15,0	22,0	15,4	15,0	30,0	21,0
250	15,0	4,8	4,2	15,0	11,2	9,8	15,0	17,6	15,4	15,0	24,0	21,0
300	15,0	4,0	4,2	15,0	9,3	9,8	15,0	14,7	15,4	15,0	20,0	21,0
350	15,0	3,4	4,2	15,0	8,0	9,8	15,0	12,6	15,4	15,0	17,1	21,0
400	15,0	3,0	4,2	15,0	7,0	9,8	15,0	11,0	15,4	15,0	15,0	21,0
450	16,0	2,7	4,2	15,0	6,2	9,8	15,0	9,8	15,4	15,0	13,3	22,0
500	17,0	2,4	4,2	15,0	5,6	9,8	15,0	8,8	15,4	15,0	12,0	23,0
550	18,0	2,2	4,2	15,0	5,1	9,8	15,0	8,0	15,4	15,0	10,9	24,0
600	19,0	2,0	4,2	15,0	4,7	9,8	15,0	7,3	15,4	15,0	10,0	25,0

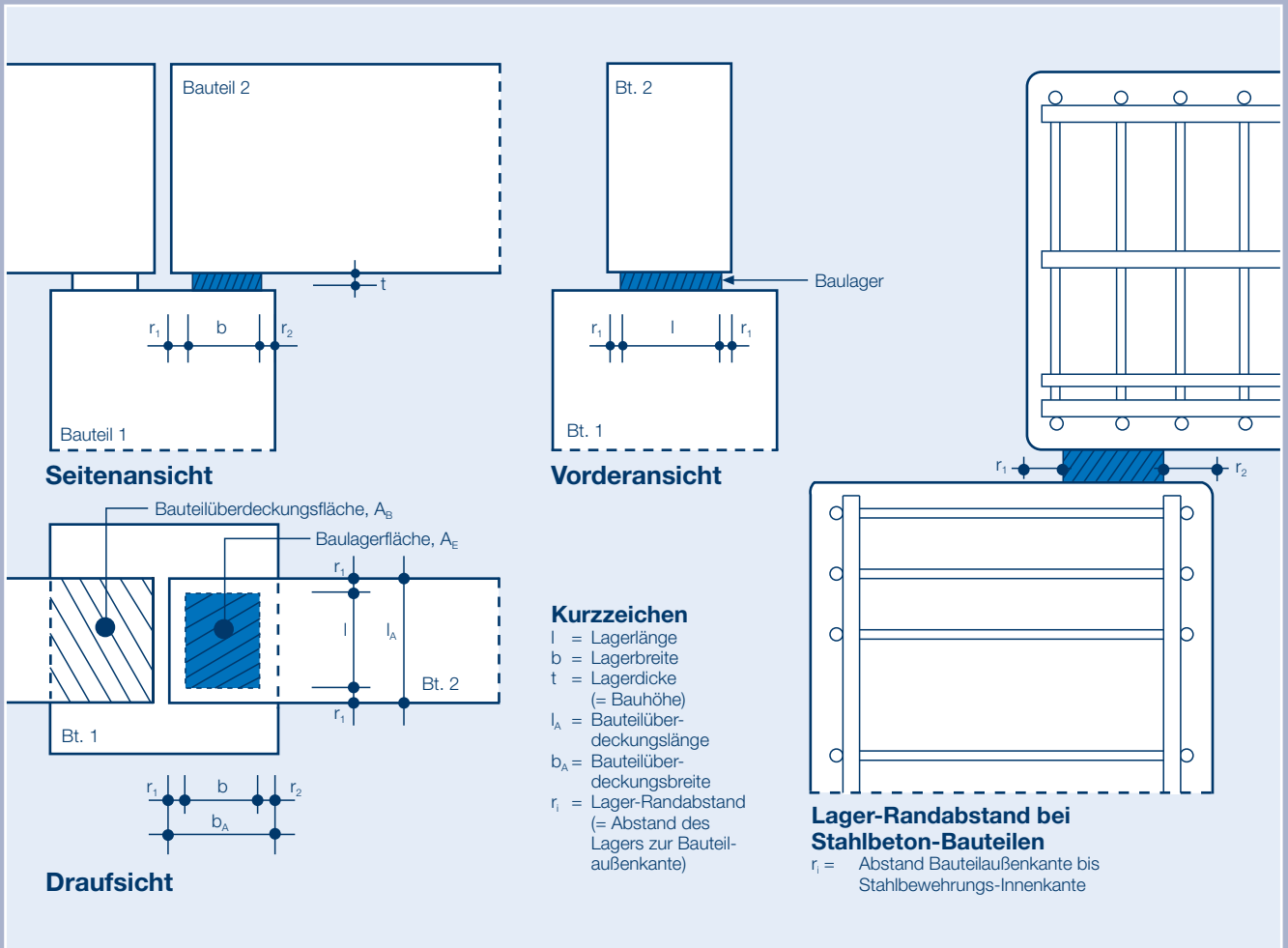
Lagerdicke t, Elastomerdicke T, Lagerbreite b, zul. Horizontalverformung u in mm;  
zul. mittlere Druckspannung  $\sigma_m$  in N/mm<sup>2</sup>; zul. Drehwinkel  $\alpha$  in %

	Runde Grundfläche											
												
t	10			20			30			40		
T	6			14			22			30		
D	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u
50	15,0	27,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
60	15,0	22,5	4,2	15,0	40,0	9,8						
70	15,0	19,3	4,2	15,0	40,0	9,8						
80	15,0	16,9	4,2	15,0	39,4	9,8	15,0	40,0	15,4			
90	15,0	15,0	4,2	15,0	35,0	9,8	15,0	40,0	15,4			
100	15,0	13,5	4,2	15,0	31,5	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
110	15,0	12,3	4,2	15,0	28,6	9,8	15,0	40,0	15,4	13,5	40,0	21,0
120	15,0	11,3	4,2	15,0	26,3	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
130	15,0	10,4	4,2	15,0	24,2	9,8	15,0	38,1	15,4	15,0	40,0	21,0
140	15,0	9,6	4,2	15,0	22,5	9,8	15,0	35,4	15,4	15,0	40,0	21,0
150	15,0	9,0	4,2	15,0	21,0	9,8	15,0	33,0	15,4	15,0	40,0	21,0
200	15,0	6,8	4,2	15,0	15,8	9,8	15,0	24,8	15,4	15,0	33,8	21,0
250	15,0	5,4	4,2	15,0	12,6	9,8	15,0	19,8	15,4	15,0	27,0	21,0
300	15,0	4,5	4,2	15,0	10,5	9,8	15,0	16,5	15,4	15,0	22,5	21,0
350	15,0	3,9	4,2	15,0	9,0	9,8	15,0	14,1	15,4	15,0	19,3	21,0
400	15,0	3,4	4,2	15,0	7,9	9,8	15,0	12,4	15,4	15,0	16,9	21,0
450	16,0	3,0	4,2	15,0	7,0	9,8	15,0	11,0	15,4	15,0	15,0	22,0
500	17,0	2,7	4,2	15,0	6,3	9,8	15,0	9,9	15,4	15,0	13,5	23,0
550	18,0	2,5	4,2	15,0	5,7	9,8	15,0	9,0	15,4	15,0	12,3	24,0
600	19,0	2,3	4,2	15,0	5,3	9,8	15,0	8,3	15,4	15,0	11,3	25,0

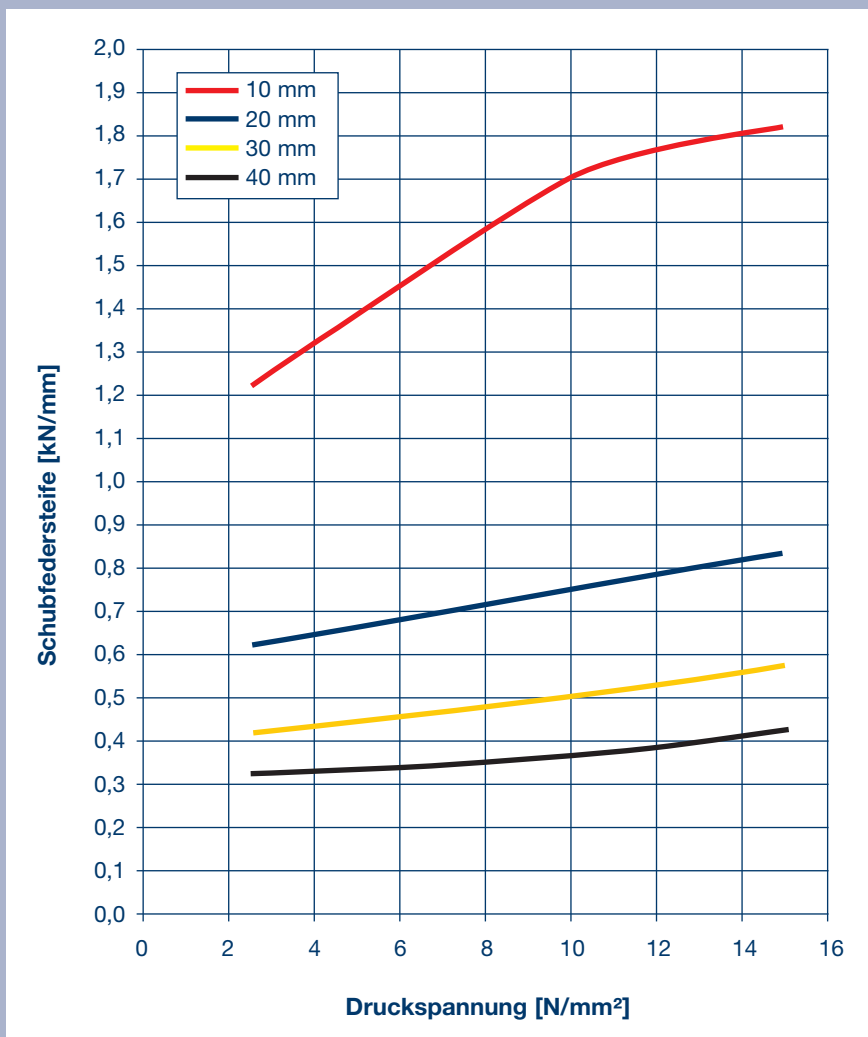
Lagerdicke t, Elastomerdicke T, Lagerdurchmesser D, zul. Horizontalverformung u in mm;  
zul. mittlere Druckspannung  $\sigma_m$  in N/mm<sup>2</sup>; zul. Drehwinkel  $\alpha$  in %

## Bemessungstafel 2

# Randabstände



Maximale Größe der Grundrissfläche eines Elastomerlagers im Stahlbetonbau (Randabstand). Die DIN 1045-1 und das Heft 525 des DAfStb sind zu beachten. Bei Bauteilen aus Holz oder Stahl sollte der Randabstand des Elastomerlagers mindestens 3 cm betragen.



### Referenzobjekte (auszugsweise)

- Stadion Köln
- Stadion Mönchengladbach
- Pulp Mill Stendal
- Stadioncenter VfL Bochum
- IKEA Berlin-Spandau
- Umweltbundesamt Dessau
- Commerzbank Luxembourg
- Australische Botschaft Berlin
- Elbtunnel Hamburg
- Akademie Magdeburg
- Sanierung Olympiastadion Berlin
- MCC - Smart in Böblingen
- Metro Bremen
- Port-Event-Center Düsseldorf
- Flughafen München, Terminal 2
- Salzburg Arena
- Ganzjahresbad Deggendorf
- Pferdemuseum, Münster
- Kinderhospital Osnabrück
- Mittelstandszentrum Nürnberg
- Justizbehörde Kassel
- Gewerbepark Kempten

# Schubfedersteifigkeiten

# Montagehinweise

## Funktionsmerkmale

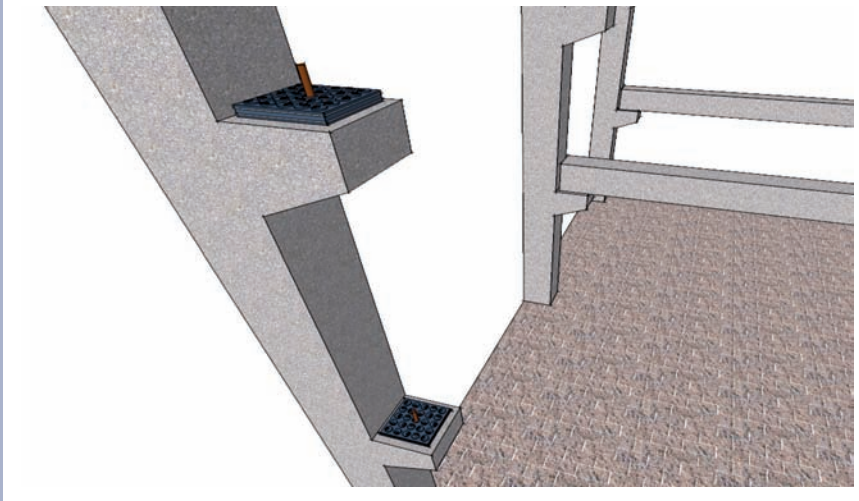
Unter einer Belastung bis  $2 \text{ N/mm}^2$  federn zunächst die beidseitig angeordneten Noppenfelder in Abhängigkeit von der Lagerdicke ca.  $2,5 - 3 \text{ mm}$  ein. Hierdurch werden Unebenheiten der Auflagerfläche kompensiert (Ausgleichsphase). Bei Belastungen größer als  $2 \text{ N/mm}^2$  ist das Verhältnis von Spannung zu Einfederung nahezu linear (Lastphase, siehe Bild Seite 9).

Diese Zwei-Phasen-Federcharakteristik ist der große Vorteil gegenüber herkömmlichen glatten Elastomerlagern.

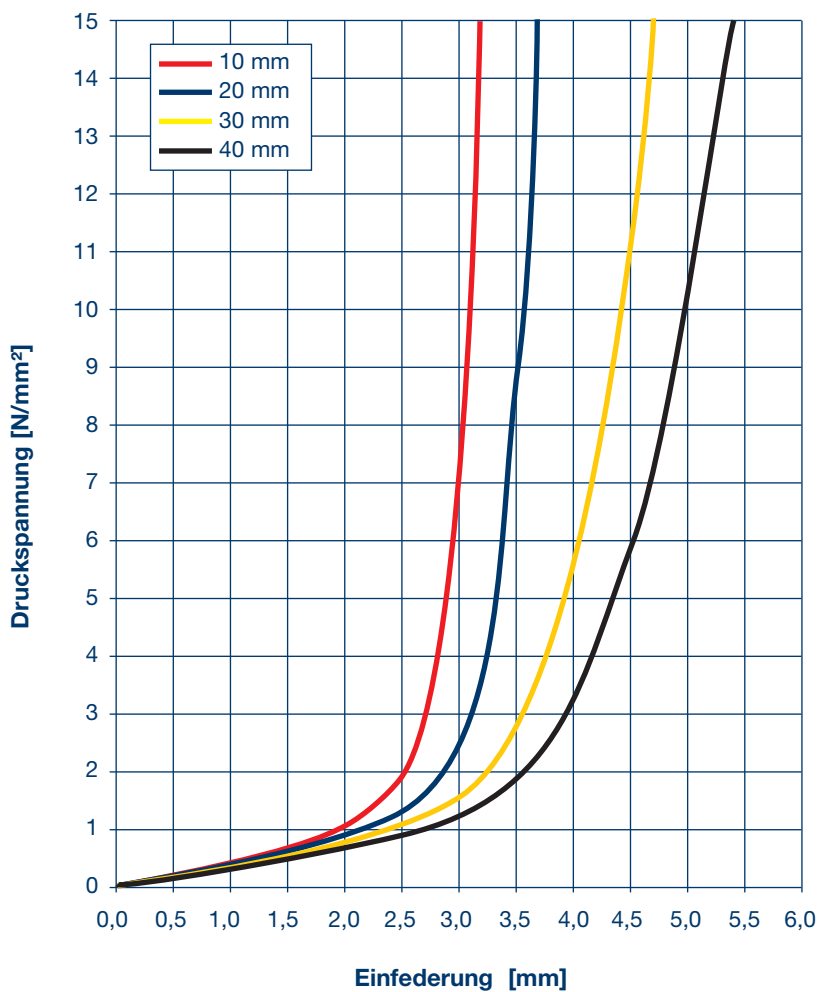
## Montagehinweise

Im Fertigteilbau werden die Sandwichlager Q ohne besondere Montagemaßnahmen mittig auf die Auflagerfläche gelegt. Bei Betonbauteilen muss der Randabstand zur Bauteilaußenkante mindestens  $3 \text{ cm}$  betragen, wobei die Stahlbewehrung die Fläche des Sandwichlager Q umschließen muss. Ebenso sind abgefaste Bauteilkanten bei der Ermittlung des Randabstandes zu berücksichtigen (siehe Seite 6).

**Im Ortbetonbau** müssen die Zwischenräume und Fugen um das Sandwichlager Q herum so ausgefüllt und abgedeckt werden, dass kein Beton in die Lagerfuge eindringen kann. Eine starre Verbindung muss vermieden werden; die Federwirkung des Lagers muss in jedem Fall gewährleistet sein.







### Lieferformen, Abmessungen

Calenberg Sandwichlager Q werden objektbezogen in jeder geplanten Grundfläche bis zu einer Einzelgröße von 600 mm x 600 mm zugeschnitten geliefert. Die Lager können mit Löchern, Ausschnitten, Schlitzten usw. versehen werden, so dass Bolzen oder Dollen hindurchgeführt werden können.

Sollen Sandwichlager Q an Bauteilen befestigt werden, so können die Lager mit Senklöchern oder Fixierdollen versehen werden.

**Für den Einsatz im Ortbetonbau werden Sandwichlager Q in Polystyrol oder in eine Ciflamon-Brandschutzplatte eingebettet, so dass der Frischbeton nicht in die Lagerfuge eindringen kann.**

#### Lagerdicken:

10, 20, 30, 40 mm

### Werkstoffe

Elastomer auf Basis des synthetischen Kautschuks Chloropren (CR) gemäß DIN 4141 Teil 140/150.

Wetterfester Stahl WTSt 52-3 nach Richtlinien für Lieferung, Verarbeitung und Anwendung wetterfester Baustähle, die mit ihren Eigenschaften die Bedingungen der DIN 17100 erfüllen.

# Einfederung

# Spannungsverteilung

## Spannungsverteilung in einer Lagerfuge beim Sandwichlager Q

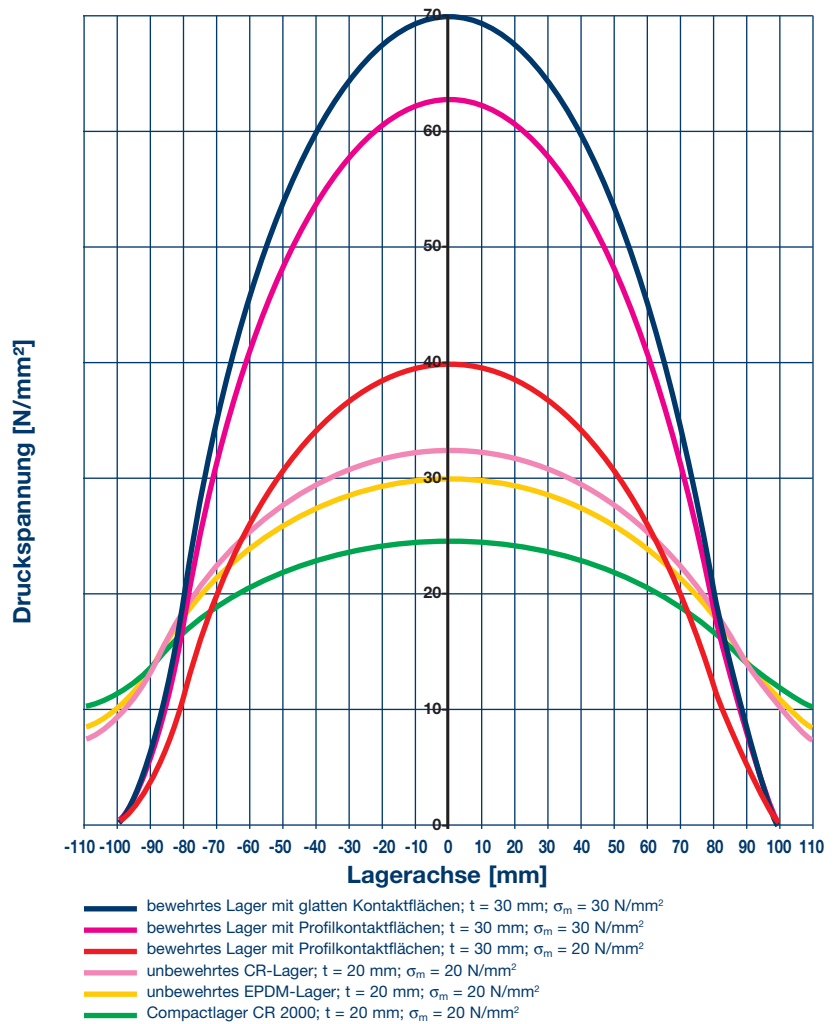
Im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr, NRW, sind unter baupraktischen Bedingungen mit verschiedenen bewehrten und unbewehrten Elastomerlagern die Spannungsverteilungen untersucht worden.

Dabei wurden gravierende Unterschiede in der Höhe der Spannungskonzentration zwischen verschiedenen bewehrten und unbewehrten Elastomerlagern festgestellt.

Bei einer mittleren Druckspannung von  $20 \text{ N/mm}^2$ , also dem 1,33-fachen zulässigen Spannungswert für Sandwichlager Q ist in Lagermitte das Verhältnis von maximaler Spannung zur mittleren Spannung,

$$\max. \sigma / \sigma_m = 40 / 20 = 2,0.$$

Die Lagerkanten sind praktisch druckspannungsfrei (Bild rechts).



## Bemessungsbeispiel

Lagerung eines Spannbetonbalkens auf einer Stahlbetonstütze.

### 1. Allgemeines

Bei der Bemessung ist folgendes zu beachten:

- Bei Stahlbetonbauteilen muß die Bewehrung im Grundriss die Fläche des Lagers umschließen (siehe Seite 6)
- Abgefaste Kanten sind zu berücksichtigen.
- Die rechnerische Auflagerverdrehung muss in den meisten Fällen noch um die fertigungs- und montagebedingte Auflagerverkantung vergrößert werden (Imperfektionen).
- Beanspruchungen parallel zu den Auflagerflächen aus Zwang oder kurzzeitigen äußeren Lasten sind zulässig, sofern sie die zulässigen Werte lt. Bemessungstafel nicht überschreiten.

### 2. Gegebene Werte:

#### 2.1 Bauteilquerschnittswerte, Baustoffe

- Spannbetonbalken:  
 $d/b = 70/30 \text{ cm}^2$ ; C 30/37
- Stahlbetonstütze:  
 $d/b = 30/30 \text{ cm}^2$ ; C 30/37
- Zul. Betonnormalspannung:  
 $\text{zul. } f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 30 / 1,5 = 17 \text{ N/mm}^2$

#### 2.2 Statische Werte

- Charakteristische Auflagerkraft: 380 kN
- Rechnerische horizontale Balkenverschiebung aus Kriechen und Schwinden:  $u = 14 \text{ mm}$
- Rechnerische Auflagerverdrehung:  $\alpha = 20 \text{ ‰}$
- Max. vorh. Auflagerfläche (Überdeckungsfläche beider Bauteile)  
 $A_B = 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$

### 3. Lagerbemessung

#### Gewähltes Elastomerlager:

Sandwichlager Q  
 $l \times b \times t = 230 \times 150 \times 30 \text{ mm}^3$

### 4. Nachweis

- Druckspannung  
 $\text{vorh. } \sigma_m = \frac{380 \times 10^3}{230 \times 150} = 11,01 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. } \sigma_m = 15 \text{ N/mm}^2$
- Horizontalverformung  
 $\text{zul. } u = \pm 0,7 \times T = 0,7 \times 22 = 15,4 \text{ mm} > \text{vorh. } u = 14 \text{ mm}$
- Lagerverdrehung über  $b = 150 \text{ mm}$   
 $\text{zul. } \alpha_{150} = \frac{200 \times 22}{150} = 29,3 \text{ ‰} > \text{vorh. } \alpha = 20,0 \text{ ‰}$

## Anwendung und Einsatzgebiete

Calenberg Sandwichlager Q werden in allen Bereichen des Bauwesens als dauerelastische gelenkige Verbindungselemente eingesetzt, die die einzelnen Bauelemente druckkraftschlüssig zusammenschließen. Sie sind überall dort in Bauwerken erforderlich, wo bei hochbelasteten Bauteilen auch große Horizontal- oder Drehbewegungen im Auflagerbereich erwartet werden.

Sie werden auch im Bereich der Körperschalldämmung und der Schwingungsisolation eingesetzt.

# Bemessungsbeispiel

# Prüfzeugnisse

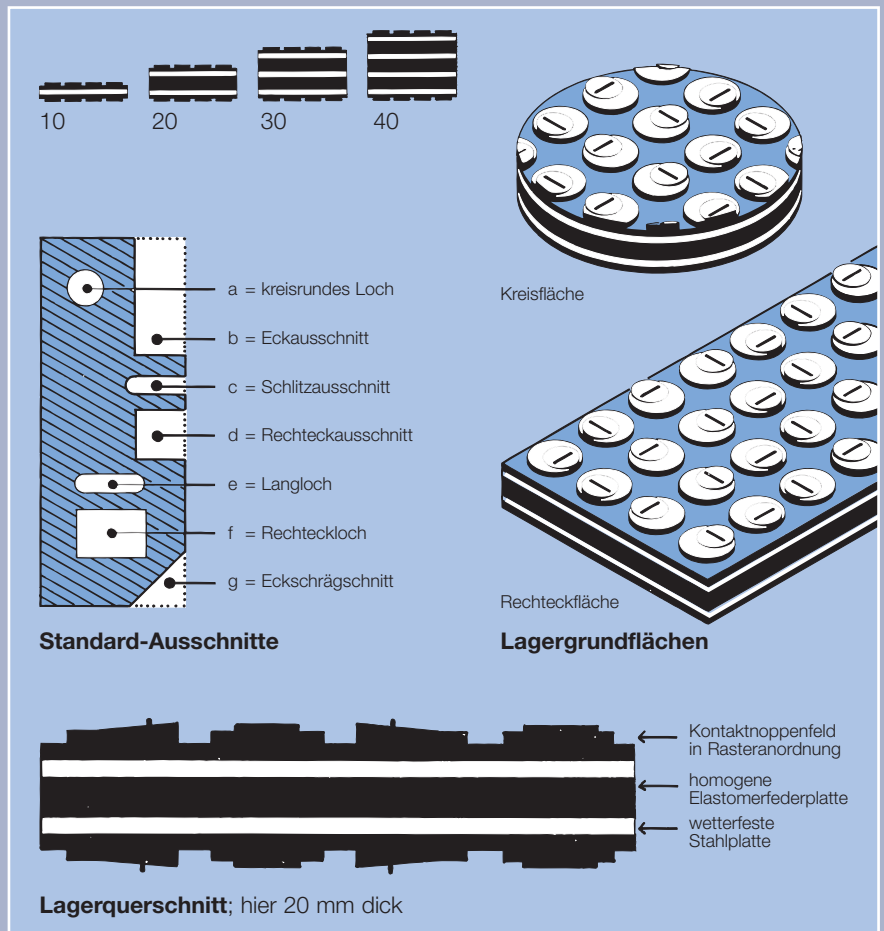
## Prüfzeugnis, Eignungsnachweise

■ Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-852.0290-3, Materialprüfanstalt für Werkstoffe des Maschinenwesens und Kunststoffe, Technische 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

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.



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

**Exklusiver Partner  
der Calenberg Produkte  
in der Schweiz:**

**pronouvo**

Bernhardzellerstrasse 49  
CH-9205 Waldkirch  
Tel. +41 (0) 71 434 67 00  
Fax +41 (0) 71 434 67 09  
info@pronouvo.ch  
www.pronouvo.ch