

Kerncompactlager

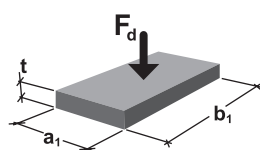
Overdracht van hoge belastingen en thermische scheiding in de bouw

Dimensionering met ontwerpwaarden

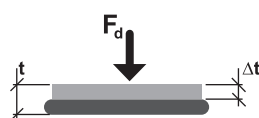
De opleggingen zijn ontworpen in overeenstemming met de algemene bouwkundige goedkeuring tot een drukspanning van $\sigma_{R,d} = 63 \text{ N/mm}^2$ (20 mm dikte) en $\sigma_{R,d} = 42 \text{ N/mm}^2$ (5, 10 en 15 mm dikte). Het ontwerpconcept is gebaseerd op de vormfactor.

SOORT BELASTING

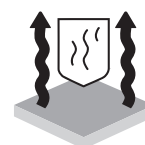
Ontwerpwaarde van het draagvermogen



Elastische vervorming



Materiaaleigenschappen



FORMULE

Voor $t \leq 15 \text{ mm}$
 $\sigma_{R,d} = 16,2 \cdot S^{0,75} \leq 42 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

Voor $t = 20 \text{ mm}$
 $\sigma_{R,d} = 34,2 \cdot S^{0,7} \leq 63 \text{ [N/mm}^2\text{]}$

Vormfactor S , z. pagina 2

z. pagina 4

Warmtegeleidingscoëfficiënt λ :
 $0,2 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$
 Oppervlakteweerstand volgens DIN EN 20284:
 $7,5 \cdot 10^{10} \Omega$
 Specifieke volumeweerstand volgens DIN IEC
 $93: 2,1 \cdot 10^{12} \Omega \text{ cm}$

LEGENDA FORMULETEKENS

F_d	Verticale kracht	$\sigma_{R,d}$	Ontwerpwaarde van het draagvermogen
A_E	Oppervlak van de oplegging	t	Dikte oplegging
S	Vormfactor, verhouding van het samengedrukte oppervlak van de oplegging A_E ten opzichte van het onbelaste manteloppervlak	Δt	Elastische vervorming
a_1	Kortere opleggingszijde	λ	Warmtegeleidingsvermogen
b_1	Langere opleggingszijde		
a	Breedte onderdeel		
b	Lengte onderdeel		

Kerncompactlager

Overdracht van hoge belastingen en thermische scheiding in de bouw

Berekening van de vormfactor

Voor het ontwerp van ongewapende elastomeer opleggingen wordt de vormfactor S gebruikt als de verhouding tussen het samengedrukte oppervlak ten opzichte van het vrij vervormbare oppervlak. De vormfactor S wordt gebruikt om de toelaatbare drukspanning in relatie tot de afmetingen van de oplegging te berekenen.

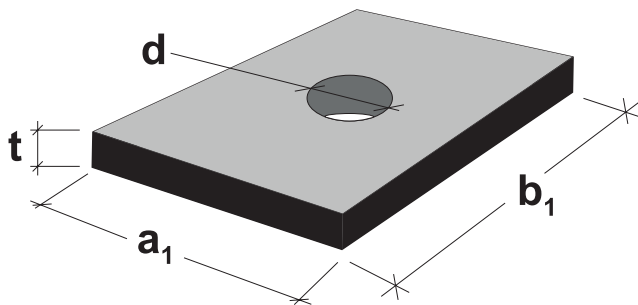
VORMFACTOR VOOR RECHTHOEKIGE OPLEGGINGEN

Zonder boorgat

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

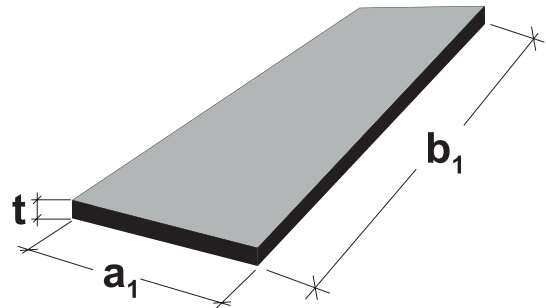
Met boorgat/en, $n \leq 12$

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



VORMFACTOR VOOR STROOKVORMIGE OPLEGGINGEN

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



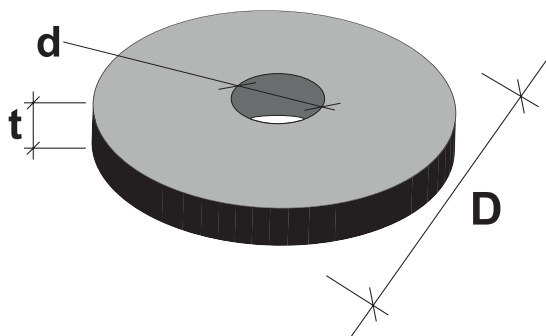
VORMFACTOR VOOR RONDE OPLEGGINGEN

Zonder boorgat

$$S = \frac{D}{4 \cdot \sqrt{2} \cdot t}$$

Met boorgat

$$S = \frac{D-d}{4 \cdot \sqrt{2} \cdot t}$$



Kerncompactlager

Overdracht van hoge belastingen en thermische scheiding in de bouw

Diktes: 5, 10 en 15 mm

Opmerking: Voor $t = 5$ mm bedraagt $\sigma_{R,d} = 42$ N/mm². Dit tabellarische overzicht wordt hier niet weergegeven.

De volgende tabellen tonen de ontwerpwaarde van het draagvermogen in relatie tot de afmetingen van de oplegging. Tussenvallende waarden mogen worden geïnterpoleerd.

OPLEGGING		ONTWERPWAARDE VAN HET DRAAGVERMOGEN, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]															
Dikte [mm]	Breedte [mm]	LENGTE OPLEGGING [mm]															
		100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
10	100	32,2	33,4	34,4	35,3	36,2	36,9	38,6	40,0	41,1							
	110	33,4	34,6	35,7	36,7	37,7	38,5	40,4	41,9								
	120	34,4	35,7	36,9	38,0	39,0	40,0										
	130	35,3	36,7	38,0	39,2	40,3	41,3										
	140	36,2	37,7	39,0	40,3	41,5											
	150	36,9	38,5	40,0	41,3												
	160	37,6	39,3	40,8													
	175	38,6	40,4														
	200	40,0	41,9														
	250																
	300																

42,0

OPLEGGING		ONTWERPWAARDE VAN HET DRAAGVERMOGEN, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]															
Dikte [mm]	Breedte [mm]	LENGTE OPLEGGING [mm]															
		100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
15	100	23,8	24,6	25,4	26,1	26,7	27,2	28,5	29,5	30,3	31,1	31,7	32,2	33,1	33,8	34,4	34,9
	110	24,6	25,5	26,4	27,1	27,8	28,4	29,8	30,9	31,8	32,7	33,4	34,0	35,0	35,8	36,4	37,0
	120	25,4	26,4	27,2	28,1	28,8	29,5	31,0	32,2	33,3	34,1	34,9	35,6	36,7	37,6	38,4	39,0
	130	26,1	27,1	28,1	28,9	29,7	30,5	32,1	33,4	34,6	35,5	36,4	37,1	38,4	39,4	40,2	40,9
	140	26,7	27,8	28,8	29,7	30,6	31,4	33,1	34,5	35,8	36,8	37,8	38,6	40,0	41,1		
	150	27,2	28,4	29,5	30,5	31,4	32,2	34,0	35,6	36,9	38,1	39,1	40,0	41,5			
	160	27,8	29,0	30,1	31,1	32,1	33,0	34,9	36,6	38,0	39,2	40,3	41,3				
	175	28,5	29,8	31,0	32,1	33,1	34,0	36,2	37,9	39,5	40,8						
	200	29,5	30,9	32,2	33,4	34,5	35,6	37,9	40,0	41,7							
	250	31,1	32,7	34,1	35,5	36,8	38,1	40,8									
	300	32,2	34,0	35,6	37,1	38,6	40,0										
	350	33,1	35,0	36,7	38,4	40,0	41,5										
	400	33,8	35,8	37,6	39,4	41,1											
	450	34,4	36,4	38,4	40,2												

42,0

Kerncompactlager

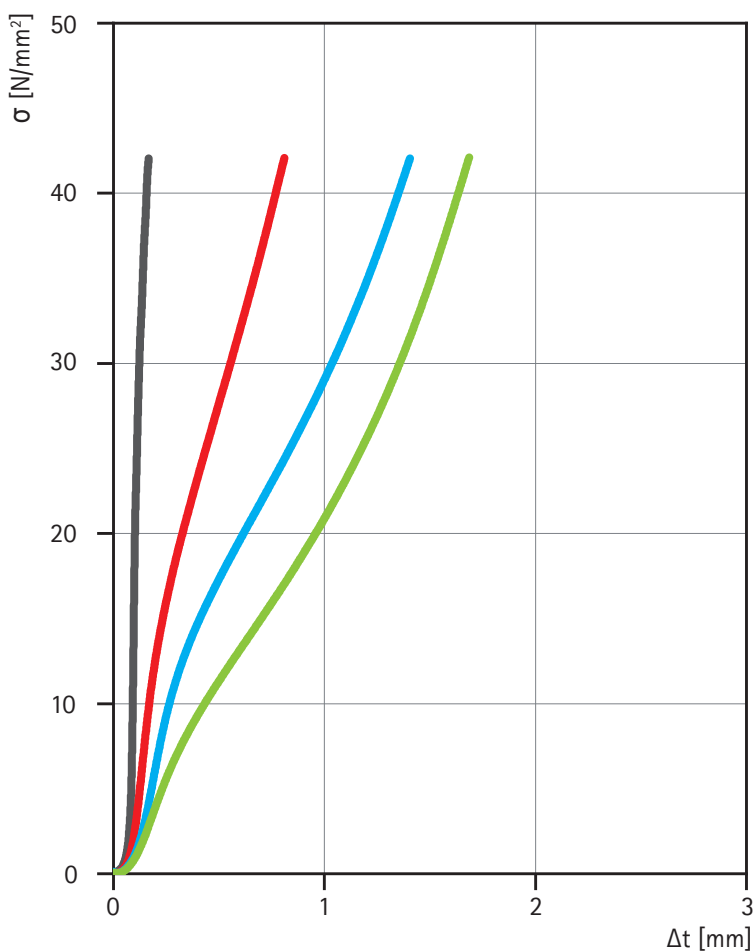
Overdracht van hoge belastingen en thermische scheiding in de bouw

Dikte: 20 mm





OPLEGGING		ONTWERPWAARDE VAN HET DRAAGVERMOGEN, $\sigma_{R,d}$ [N/mm ²]															
Dikte [mm]	Breedte [mm]	LENGTE OPLEGGING [mm]															
		100	110	120	130	140	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500
20	100	40,0	41,3	42,5	43,6	44,5	45,4	47,3	48,9	50,2	51,3	52,3	53,1	54,5	55,6	56,4	57,2
	110	41,3	42,7	44,0	45,2	46,3	47,2	49,4	51,1	52,5	53,8	54,9	55,8	57,3	58,6	59,6	60,4
	120	42,5	44,0	45,4	46,7	47,8	48,9	51,2	53,1	54,7	56,1	57,3	58,3	60,0	61,4	62,5	
	130	43,6	45,2	46,7	48,0	49,3	50,4	52,9	55,0	56,7	58,2	59,5	60,7	62,6			
	140	44,5	46,3	47,8	49,3	50,6	51,8	54,5	56,7	58,6	60,2	61,6	62,9				
	150	45,4	47,2	48,9	50,4	51,8	53,1	55,9	58,3	60,3	62,1						
	160	46,2	48,1	49,9	51,5	52,9	54,3	57,3	59,8								
	175	47,3	49,4	51,2	52,9	54,5	55,9	59,2	61,9								
	200	48,9	51,1	53,1	55,0	56,7	58,3	61,9									
	250	51,3	53,8	56,1	58,2	60,2	62,1										
	300	53,1	55,8	58,3	60,7	62,9											
	350	54,5	57,3	60,0	62,6												
	400	55,6	58,6	61,4													
	450	56,4	59,6	62,5													
	500	57,2	60,4														
	550	57,8	61,1														
600	58,3	61,7															

63,0

Veerkarakteristiek



LEGENDA

	5 mm
	10 mm
	15 mm
	20 mm

Kerncompactlager

Overdracht van hoge belastingen en thermische scheiding in de bouw

Ontwerp

Statisch ontwerp van een thermische scheidingslaag van het type Kerncompactlager volgens de methode die is beschreven in een artikel in het vaktijdschrift Bauingenieur 11/2005 „Ontwerp van kopplaatverbindingen met elastomeer tussenlagen“, Prof. Dr. L. Nasdala, B. Hohn, R. Rühl

GEOMETRIE

Afmeting kopplaat

- Hoogte kopplaat h_p
- Breedte kopplaat b_p
- Aantal boorgaten n
- Diameter boorgaten d
- Verticale afstand van de boorgaten e_2

Geselecteerde randafstand* d_r

Hieruit resulteren de

- Hoogte van de thermische scheidingslaag h_e
 $h_e = h_p - 2 d_r$
- Breedte van de thermische scheidingslaag b_e
 $b_e = b_p - 2 d_r$

Dikte van de thermische scheidingslaag t_e

*) Calenberg Ingenieure adviseert een randafstand tussen de thermische scheidingslaag en de rand van de kopplaat die overeenkomt met de dikte van de thermische scheidingslaag. Dit is niet om statische redenen, maar om visuele redenen en is bedoeld om te voorkomen dat het Kerncompactlager uit de naad van de oplegging bolt.

BELASTINGEN

Ontwerpmoment (positieve waarde betekent druk op de onderste helft van het onderdeel) $M_{y,d}$

Ontwerpnormalkracht (negatieve waarde betekent drukkracht) N_d

Voorspankracht per bout F_s

Karakteristiek niveau wordt toegepast op basis van de voorspankracht van de bout

Hieruit resulteren

- het karakteristieke moment $M_y = M_{y,d} / 1,4$
- de karakteristieke normalkracht $N = N_d / 1,4$

BEREKENING VAN DE BESTAANDE SPANNING σ_{best}

Spanningsnullijn z_0 :
$$z_0 = \frac{n \cdot F_s - N}{12 M_y} h_e^2$$

Geval a):

$|z_0| > h_e/2 \rightarrow$ Spanningsnullijn buiten de doorsnede \rightarrow Alleen drukspanning in de doorsnede

Effectieve hoogte h_m :
$$h_m = h_e + \frac{2 M_y}{N - n \cdot F_s}$$

Bestaande karakteristieke drukspanning σ_{best} :
$$\sigma_{best} = \frac{(N - n \cdot F_s)^2}{b_e [h_e (N - n \cdot F_s) + 2 M_y]}$$

Bestaande ontwerp-drukspanning $\sigma_{best,d}$:
$$\sigma_{best,d} = 1,4 \cdot \sigma_{best}$$

Kerncompactlager

Overdracht van hoge belastingen en thermische scheiding in de bouw

Ontwerp

Geval b):

$|z_0| \leq h_e/2 \rightarrow$ Spanningsnullijn binnen de doorsnede \rightarrow Trek- en drukspanningen in de doorsnede

$$\text{Trekspanning bout } F: \quad F = \frac{N - n * F_s}{h_e} \left(\frac{h_e}{2} - Z_0 \right) + \frac{6M_y}{h_e^3} \left(\frac{h_e^2}{4} - Z_0^2 \right)$$

$$h_m = h_e + \frac{2M_y - F * e_2}{N - n * F_s - F}$$

Bestaande karakteristieke
drukspanning σ_{best} :

$$\sigma_{\text{best}} = \frac{(N - n * F_{s,d} - F)^2}{b_e [h_e (N - n * F_s - F) + 2M_y - F * e_2]}$$

Bestaande ontwerp-
drukspanning $\sigma_{\text{best,d}}$:

$$\sigma_{\text{best,d}} = 1,4 * \sigma_{\text{best}}$$

BEREKENING VAN DE TOELAATBARE SPANNING $\sigma_{\text{toel,d}}$

Vormfactor S (verhouding van het samengedrukte oppervlak ten opzichte van het manteloppervlak)

Is $h_m \leq 2/3 h_e$? \rightarrow ja \rightarrow nee

Bij ja:

Aanname: slechts één rij bouten
in het drukkereik

$$S = \frac{h_m * b_e - \pi \frac{d^2}{2}}{2t_e (h_m + b_e + \pi d)}$$

$$\sigma_{\text{toel,d}} = 16,2 * S^{0,75} \leq 42 \text{ N/mm}^2 \quad \text{voor } t < 20 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{toel,d}} = 34,2 * S^{0,7} \leq 63 \text{ N/mm}^2 \quad \text{voor } t = 20 \text{ mm}$$

Vergelijking tussen de bestaande spanning en de toelaatbare spanning: Als $\sigma_{\text{toel,d}} \geq \sigma_{\text{best,d}}$ is het bewijs geleverd!

Bij nee:

Aanname: alle rijen met bouten
in het drukkereik

$$S = \frac{h_m * b_e - n\pi \frac{d^2}{4}}{t_e (2h_m + 2b_e + n\pi d)}$$

$$\sigma_{\text{toel,d}} = 16,2 * S^{0,75} \leq 42 \text{ N/mm}^2 \quad \text{voor } t < 20 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{toel,d}} = 34,2 * S^{0,7} \leq 63 \text{ N/mm}^2 \quad \text{voor } t = 20 \text{ mm}$$

Vergelijking tussen de bestaande spanning en de toelaatbare spanning: Als $\sigma_{\text{toel,d}} \geq \sigma_{\text{best,d}}$ is het bewijs geleverd!

QR-CODES VOOR DE HANDLEIDINGEN VAN DE ONTWERPSOFTWARE PCAE



Buigvaste verbinding met thermische scheidingslaag
Programma 4h-ec3tt



Buigvaste balkverbinding
Programma 4h-ec3bt

De inhoud van deze publicatie is het resultaat van uitgebreid onderzoekwerk en toepassingsgerelateerde ervaring. Alle informatie en opmerkingen worden naar eer en geweten verstrekt; zij vormen geen garantie van eigenschappen en ontslaan de gebruiker niet van het uitvoeren van eigen controles, ook met betrekking tot de eigendomsrechten van derden. Er wordt geen aansprakelijkheid aanvaard voor schade van welke aard ook en op welke juridische gronden dan ook voor advies dat in deze publicatie wordt gegeven. Wij behouden ons het recht voor om technische wijzigingen aan te brengen in de loop van de productontwikkeling.

© Copyright – Calenberg Ingenieure GmbH – 2026

Rev. 1

6 februari 2026

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