

Holzbau nach Euro-Code 5

Dübel

Trägeranschluß: **Trägeranschluß**
Zugdiagonale: **Zugdiagonale**
Zugdiagonale mit Schlitzblech: **Zugdiagonale Schlitzblech**
Zugstoß Bolzenbemessung: **Zugstoß_Dübelzahl**

Dübel besonderer Bauart

Zugstoß mit Dübeln besonderer Bauart **Zugstab**
Zugstrebenanschluß mit Dübeln besonderer Bauart **Zugstrebenanschluß**

Knicken

Dachpfosten: **Knicken Dachpfosten**
Knicklängen: **Knicklängen-Eulerfälle**

Nägel

Befestigung Dachschalung **Dachschalung**
Nagelberechnung einer Scherfuge: **Aufnehmbare Kraft einschnitt**
Nagelberechnung einer Scherfuge Blech dick: **Aufnehmbare Kraft einschnitt Blech dick**
Nagelberechnung einer Scherfuge Blech dünn: **Aufnehmbare Kraft einschnitt Blech dünn**
Nagelberechnung pro Scherfuge: **Aufnehmbare Kraft zweischnitt**
Nagelberechnung pro Scherfugen zwei Holzarten: **Aufnehmbare Kraft zweischnitt zwei Holz**
Nagelberechnung pro Scherfuge Blech außen dünn: **Aufnehmbare Kraft zweischnitt 2 Blech**
Nagelberechnung pro Scherfuge Bleche außen dick: **Aufnehmbare Kraft zweischnitt 2 Blech dick**
Nagelberechnung pro Scherfuge Blech innen: **Aufnehmbare Kraft zweischnitt Blech innen**
Bemessung eines Querkraftanschlusses **Querkraftanschluß**
Windverbandanschluß: **Windverbandanschluß**
Zugstabanschluß **Zugstabanschluß**
Ermittlung der Nagelanzahl kurz **Zugstoß Anzahl Nägel kurz**
Ermittlung der Nagelanzahl lang **Zugstoß Anzahl Nägel lang**

Schwinden und Quellen

Schwinden und Quellen eines Holzes: **Schwind-Kraftberechnung**

Spannungsnachweise

Bogenträgerauflager: **Bogenträgerauflager**
Nachweis Doppelbiegung und Druck: **Doppelbiegung+Druck**
Nachweis Doppelbiegung und Zug: **Doppelbiegung+Zug**
Druckstabanschluß **Druckstabanschluß**
Endauflager eines Brettschichtholzträgers **Endauflager**
Mittelpfette bei 2-Achsiger Biegung: **Mittelpfette**
Spannungsnachweis Querkraft und Torsion: **Querkraft und Torsion**
Wandpfosten: **Wandpfosten**

Systeme

Ausgeklinkter Träger **Ausklinkung**
Balkenschuh: **Balkenschuh**
Aufnehmbare Kraft eines Doppelten Versatzes: **DoppelterVersatz**
Geländerpfosten: **Geländerpfosten**
Hängepfosten: **Hängepfosten**
Aufnehmbare Kraft eines Stirnversatzes: **Stirnversatz**
Anschluß eines Unterzuges an einer Stütze: **Unterzug-Stütze**
Aufnehmbare Kraft eines Fersenversatzes: **Versenversatz**

Träger

Pulldach: **Pulldachträger**

Holzbau nach Euro-Code 5

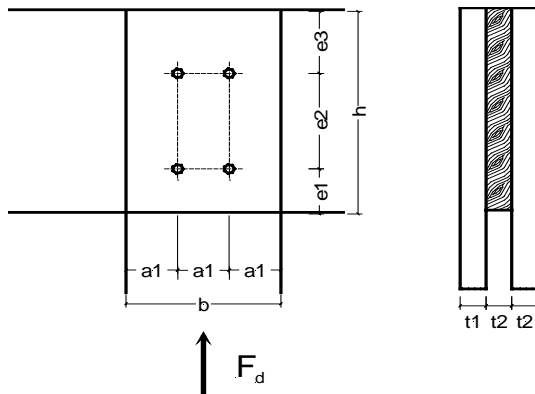
Dübel

Trägeranschluß:

_Trägeranschluß

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.6.3

Ermittlung der notwendigen Dübelanzahl eines zweischnittigen Trägeranschlusses.



System:

$a_1 =$	4,00 cm
$b =$	12,00 cm
$e_1 =$	4,00 cm
$e_2 =$	8,50 cm
$e_3 =$	5,50 cm
$t_1 =$	6,00 cm
$t_2 =$	8,00 cm

Belastung:

$F_d =$	40,00 kN
---------	----------

Material:

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse

mittel
1

$\Rightarrow k_{mod} =$

0,80

NH S 10:

$\rho_k =$

380,00 kg/m³

$\gamma_M =$

1,30

Dübel: SDü Ø 12mm S235

Dübeldurchmesser $d =$

1,20 cm

$f_{u,k} =$

360,0 N/mm²

$\gamma_S =$

1,10

Berechnung:

$$M_{y,d} = 0,8 \cdot f_{u,k} \cdot d^3 / (6 \cdot \gamma_S) \cdot 10^3 = 75403,6 \text{ Nmm}$$

Pfosten:

$$f_{h,1,d} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d) \cdot k_{mod} / \gamma_M = 16,87 \text{ N/mm}^2$$

Stütze:

$$k_{90} = 1,35 + 0,15 \cdot d = 1,53$$

$$f_{h,2,d} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d) \cdot k_{mod} / (\gamma_M \cdot k_{90}) = 11,03 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = f_{h,2,d} / f_{h,1,d} = 0,654$$

$$R_{D1} = f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \cdot 100 = 12146 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 0,5 \cdot f_{h,1,d} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta \cdot 100 = 5296 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 1,1 \cdot f_{h,1,d} \cdot 100 \cdot t_1 \cdot d / ((2 + \beta) \cdot (\sqrt{(2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + 4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,d} / (f_{h,1,d} \cdot 10^3 \cdot d \cdot t_1^2))} - \beta)) = 5254 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 1,1 \cdot \sqrt{(2 \cdot \beta / (1 + \beta))} \cdot \sqrt{(2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d \cdot 10)} = 5405 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{5,25 \text{ kN}}}$$

$$n = F_d / (2 \cdot R_D) = 3,8$$

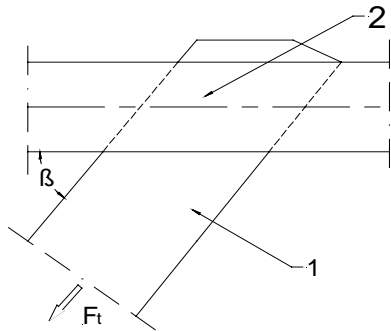
gew.: 4 SDü Ø 12mm S 235 l = 20 cm

Zugdiagonale:

_Zugdiagonale

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.6.4

Ermittlung der notwendigen Dübelanzahl für eine schräge Zugdiagonale.

**System:**

Stab 1 : 2 * 60mm * 140mm NH S 10

Stab 2 : 1 * 100mm * 180mm NH S 10

Systemwinkel $\beta =$

60 °

Holzdicke $t_1 =$

6,00 cm

Holzdicke $t_2 =$

10,00 cm

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

kurz

Nutzungs-kategorie

2

 $\Rightarrow k_{mod} =$

0,90

 $\rho_k =$ 380,00 kg/m³ $\gamma_M =$

1,30

 $\gamma_S =$

1,10

Dübel: SDü Ø 12mm $d =$

1,20 mm

 $f_{u,k} =$ 360,0 N/mm²**Belastung:** $F_{t,d} =$

45,79 kN

Berechnung:**Mindestabstände Stab1 nach Tab.6.6a:** $a_1 = 7 * d$

= 8,40 cm

 $a_2 = 3 * d$

= 3,60 cm

 $a_{3,t} = 7 * d$

= 8,40 cm

 $a_{4,t} = 3 * d$

= 3,60 cm

Mindestabstände Stab2 nach Tab.6.6a: $a_1 = (3 + 4 * \text{ABS}(\text{COS}(\beta))) * d$

= 6,00 cm

 $a_2 = 3 * d$

= 3,60 cm

 $a_{3,t}$ Obergurt durchlaufend $a_{4,t} = (2 + 2 * \text{ABS}(\text{SIN}(\beta))) * d$

= 4,48 cm

Stab 1:

$$f_{h,1,d} = 0,082 * \rho_k * (1-0,1*d)^{k_{mod}} / \gamma_M = 18,98 \text{ N/mm}^2$$

Stab 2:

$$f_{h,0,d} = 0,082 * \rho_k * (1-0,1*d)^{k_{mod}} / \gamma_M = 18,98 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,15 * d = 1,53$$

$$f_{h,2,d} = f_{h,0,d} / (k_{90} * (\sin(\beta))^2 + (\cos(\beta))^2) = 13,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = f_{h,2,d} / f_{h,1,d} = 0,715$$

$$M_{y,d} = 10^3 * 0,8 * f_{u,k} * d^3 / (6 * \gamma_S) = 75403,6 \text{ Nmm}$$

$$R_{D1} = 100 * f_{h,1,d} * t_1 * d = 13666 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 100 * 0,5 * f_{h,1,d} * t_2 * d * \beta = 8142 \text{ kN}$$

$$R_{D3} = 1,1 * f_{h,1,d} * t_1 * 100 * d / ((2+\beta) * (\sqrt{(2*\beta*(1+\beta)+4*\beta*(2+\beta)*M_{y,d}/(f_{h,1,d}*10^3*d*t_1^2)}) - \beta)) = 5894 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 1,1 * \sqrt{(2*\beta/(1+\beta))} * \sqrt{(2*M_{y,d}*f_{h,1,d}*10*d)} = 5887 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{5,89 \text{ kN}}}$$

$$n = F_{t,d} / (2 * R_D) = 3,9$$

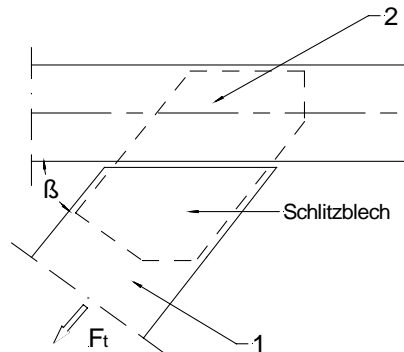
gew.: 4 SDü Ø 12 S 235 l = 22cm

Zugdiagonale mit Schlitzblech:

Zugdiagonale Schlitzblech

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.6.4

Ermittlung der notwendigen Dübelanzahl für eine schräge Zugdiagonale mit einem Schlitzblech.

**System:**

Stab 1 : 1 * 160mm * 160mm BSH BS 11

Stab 2 : 1 * 160mm * 180mm BSH BS 11

Systemwinkel $\beta = 60^\circ$ Holzdicke $t_1 = 16,00$
cmHolzdicke $t_2 = 16,00$
cmSchlitzblechdicke $t_3 = 0,80$
cmKlasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklassemittel
2 $\Rightarrow k_{mod} = 0,80$ $\rho_k = 410,00 \text{ kg/m}^3$ $\gamma_M = 1,30$ $\gamma_S = 1,10$

Dübel: SDü Ø 16mm S 275

 $d = 1,60 \text{ cm}$ $f_{u,k} = 430,0 \text{ N/mm}^2$ $F_{t,d} = 80,79 \text{ kN}$ **Berechnung:**

Mindestabstände Stab1 nach Tab.6.6a:

 $a_1 = 7 * d = 11,20 \text{ cm}$ $a_2 = 3 * d = 4,80 \text{ cm}$ $a_{3,t} = 7 * d = 11,20 \text{ cm}$ $a_{4,t} = 3 * d = 4,80 \text{ cm}$

Mindestabstände Stab2 nach Tab.6.6a:

 $a_1 = (3 + 4 * \text{ABS}(\text{COS}(\beta))) * d = 8,00 \text{ cm}$ $a_2 = 3 * d = 4,80 \text{ cm}$ $a_{3,t}$ Obergurt durchlaufend $a_{4,t} = (2 + 2 * \text{ABS}(\text{SIN}(\beta))) * d = 5,97 \text{ cm}$

Stab 1:

$$f_{h,1,d} = 0,082 * \rho_K * (1-0,1*d)*k_{mod}/\gamma_M = 17,38 \text{ N/mm}^2$$

Stab 2:

$$f_{h,0,d} = 0,082 * \rho_K * (1-0,1*d)*k_{mod}/\gamma_M = 17,38 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{90} = 1,35 + 0,15 * d = 1,59$$

$$f_{h,2,d} = f_{h,0,d}/(k_{90}*(\text{SIN}(\beta))^2+(\text{COS}(\beta))^2) = 12,05 \text{ N/mm}^2$$

$$M_{y,d} = 0,8*f_{u,k}*d^3*1000/(6*\gamma_S) = 213488,5 \text{ Nmm}$$

Bemessungwert der Stabdübel im Stab 1:

$$R_{D1} = 100 * f_{h,1,d} * (t_1 / 2 - t_3) * d = 20022 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 1,1*f_{h,1,d}*(10*t_1/2-10*t_3)*d*10*(\sqrt{(2+4*M_{y,d}/(f_{h,1,d}*10*d*(10*t_1/2-10*t_3)^2))-1}) = 13436,51 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 1,5*\sqrt{(20*M_{y,d}*f_{h,1,d}*d)} = 16344,75 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1};R_{D2};R_{D3}) = \underline{\underline{13,44 \text{ kN}}}$$

$$n = F_{t,d} / (2 * R_D) = \underline{\underline{3,0}}$$

gew.: 4 SDü Ø 16 S 275 l = 16cm

Bemessungwert der Stabdübel im Stab 2:

$$R_{D1} = 100 * f_{h,2,d} * (t_1 / 2 - t_3) * d = 13882 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 1,1*f_{h,2,d}*(10*t_1/2-10*t_3)*d*10*(\sqrt{(2+4*M_{y,d}/(f_{h,2,d}*10*d*(10*t_1/2-10*t_3)^2))-1}) = 10528 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 15*\sqrt{(0,2*M_{y,d}*f_{h,2,d}*d)} = 13609,65 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1};R_{D2};R_{D3}) = \underline{\underline{10,53 \text{ kN}}}$$

$$n = F_{t,d} / (2 * R_D) = \underline{\underline{3,8}}$$

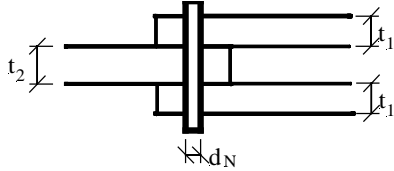
gew.: 4 SDü Ø 16 S 275 l = 16cm

Zugstoß Bolzenbemessung:

Zugstoß_Dübelzahl

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.6.3

Ermittlung der notwendigen Dübelzahl eines zweischnittigen Zugstoßes

**System:**

Holzdicke $t_1 = 8,00$ cm
 Holzdicke $t_2 = 12,00$ cm

Belastung:

$F_{sd} = 116,00$ kN

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer: **mittel**
 Nutzungsklasse **2**

$\Rightarrow k_{mod} = 0,80$
 $\rho_k = 380,00$ kg/m³
 $\gamma_M = 1,30$
 $\gamma_S = 1,10$
 Dübel: SDü Ø 16mm
 $d = 1,60$ cm
 $f_{u,k} = 360,0$ N/mm²

Berechnung:**Mindestabstände nach Tab.6.6a:**

$a_1 = 7 \cdot d = 11,20$ cm
 $a_2 = 3 \cdot d = 4,80$ cm
 $a_{3,t} = 7 \cdot d = 11,20$ cm
 $a_{4,t} = 3 \cdot d = 4,80$ cm

Bemessungswert der Lochleibungsfestigkeit:

$f_{h,0,d} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d) \cdot k_{mod} / \gamma_M = 16,11$ N/mm²

$M_{y,d} = 1000 \cdot 0,8 \cdot f_{u,k} \cdot d^3 / (6 \cdot \gamma_S) = 178734,5$ Nmm

$k_M = 10 \cdot t_1 / \sqrt{(M_{y,d} / (f_{h,0,d} \cdot d \cdot 10))} = 3,04$

$R_{D1} = 100 \cdot f_{h,0,d} \cdot t_1 \cdot d = 20620,80$ N

$R_{D2} = 100 \cdot 0,5 \cdot f_{h,0,d} \cdot t_2 \cdot d = 15465,60$ N

$R_{D3} = 100 \cdot 0,367 \cdot f_{h,0,d} \cdot t_1 \cdot d \cdot (2 \cdot \sqrt{(1 + 3 / k_M^2)} - 1) = 9852,12$ N

$R_{D4} = 155,6 \cdot f_{h,0,d} \cdot t_1 \cdot d / k_M = 10554,59$ N

$R_D = 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{9,85}$ kN

erforderliche Dübelanzahl $n = F_{sd} / (2 \cdot R_D) = \underline{5,9}$

gew.: 6 Dübel Ø 16 s 235 l=28cm

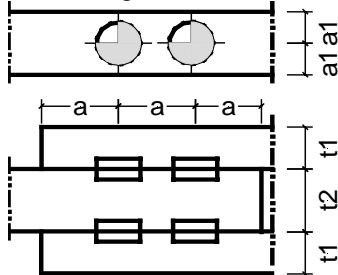
Dübel besonderer Bauart

Zugstoß mit Dübeln besonderer Bauart

_Zugstab

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.9.5

Nachweis eines Zugstoß mit Dübeln besonderer Bauart.



System:

$a =$	22,00 cm
$a_1 =$	6,00 cm
$t_1 =$	8,00 cm
$t_2 =$	10,00 cm
Schnittflächen $n_z =$	2
Zugkraft $F_{t,d} =$	95,00 kN

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

mittel

Nutzungs-kategorie

2

Übergang zu DIN 1052-2

$$F_d = F_{t,d} / 1,35 = 70,370 \text{ kN}$$

Dübelwahl: Einlaßdübel Typ A nach DIN 1052-2, Tabelle 4, 6 oder 7

Dü Ø 95 - A mit 2 * M12 + 4 * Scheiben 58/6

Dübel je Schnitt gewählt $n =$

3

zul. $N_C =$

17,00 kN

$b_{min} =$

12,00 cm

$a_{min} =$

22,00 cm

$a_{min4} = b_{min} / 2$

= 6,00 cm

$a / a_{min} =$

= 1,00 < 1

$a_1 / a_{min4} =$

= 1,00 < 1

$$n_{ef} = \text{MIN}(2 + (1 - n / 20) * (n - 2); 6)$$

= 2,85

Nachweis:

$$F_d / (n_z * n_{ef} * \text{zul.}N_C)$$

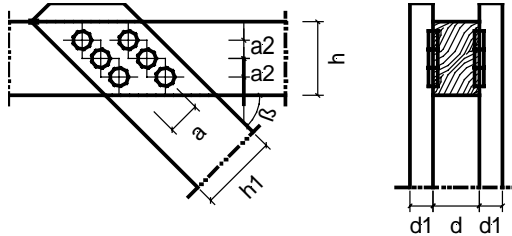
= 0,73 < 1

Zugstrebenanschluß mit Dübeln besonderer Bauart

Zugstrebenanschluß

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.9.5

Nachweis eines Zugstrebenanschlusses mit Dübeln besonderer Bauart.

**System:**

$a =$	8,00 cm
$a_2 =$	9,00 cm
Systemwinkel $\beta =$	40,00 °
Trägerhöhe $h =$	30,00 cm
Trägerdicke $d =$	16,00 cm
Strebenhöhe $h_1 =$	18,00 cm
Strebendicke $d_1 =$	8,00 cm
Anzahl der Reihen $n_z =$	2
Zugkraft $F_{t,d} =$	165,00 kN

Klasse der Lasteinwirkungsdauer: **mittel**
 Nutzungsklasse **2**

Übergang zu DIN 1052-2

$$F_d = F_{t,d} / 1,35 = 122,22 \text{ kN}$$

Dübelwahl: Einlaßdübel Typ D nach DIN 1052-2, Tabelle 4, 6 oder 7 und 8

Dü Ø 65 - D mit 6 * M12 + 12 * Scheiben 58/6

$$\text{Dübel je Schnitt gewählt } n = 6$$

$$\text{zul. } N_c = 11,00 \text{ kN}$$

$$\text{Dübelhöhe } h_c = 2,70 \text{ cm}$$

$$\text{Dübeldurchmesser } d_c = 6,50 \text{ cm}$$

Mindestholzabmessungen Träger aus $b/a = 110/40$ Mindestholzabmessungen Strebe aus $b/a = 100/40$

$$a_1 = 14,00 \text{ cm}$$

$$a_{2,1} = d_c + h_c / 2 = 7,85 \text{ cm}$$

$$a_{3,t} = 14,00 \text{ cm}$$

$$a_{4,\text{Strebe}} = 10/2 = 5,00 \text{ cm}$$

$$a_{4,\text{Träger}} = 11/2 = 5,50 \text{ cm}$$

$$l = a_2 / \sin(\beta) = 14,00 \text{ cm}$$

$$a_1 / l = 1,00 < 1$$

$$a_{2,1} / a_2 = 0,87 < 1$$

$$a_{4,\text{Träger}} / (h/2 - a_2) = 0,92 < 1$$

$$a_{4,\text{Strebe}} / ((h_1 - a) / 2) = 1,00 < 1$$

$$n_{ef} = \text{MIN}(2 + (1 - n/n_z / 20) * (n/n_z - 2); 6) = 2,85$$

Nachweis:

$$F_d / (2 * n_z * n_{ef} * \text{zul. } N_c) = 0,97 < 1$$

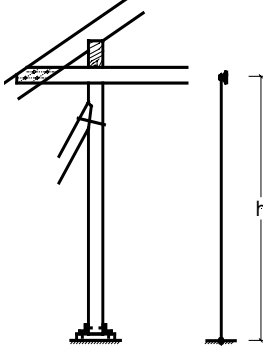
Knicken

Dachpfosten:

_Knicken Dachpfosten

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlage Bsp 9.4

Knick und Querschnittsnachweis eines Dachpfosten.



System:

Pfostenhöhe $h =$	3,40 m
Querschnittsbreite $b =$	14,00 cm
Querschnittsdicke $d =$	14,00 cm

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklassemittel
2

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,80
$\gamma_M =$	1,30
$f_{c,0,k} =$	21,00 N/mm ²
$f_{c,90,k} =$	5,00 N/mm ²

Belastung am Kopfpunkt:

$V_{c,d} =$	50,40 kN
-------------	----------

Berechnung:

Knicklänge $l_{ef} =$	h	=	3,40 m
$A =$	$b \cdot d$	=	196,00 cm ²
$i =$	$1/\sqrt{12} \cdot \text{MIN}(b;d)$	=	4,04 cm
Schlankheitsgrad $\lambda_{min} =$	$100 \cdot l_{ef}/i$	=	84,16 > 30
\Rightarrow Knicknachweis erforderlich!			
\Rightarrow interpoliert $k_C =$			0,424
$\sigma_{c,0,d} =$	$10 \cdot V_{c,d}/A$	=	2,57 N/mm ²
$f_{c,0,d} =$	$f_{c,0,k} \cdot k_{mod}/\gamma_M$	=	12,92 N/mm ²
$f_{c,90,d} =$	$f_{c,90,k} \cdot k_{mod}/\gamma_M$	=	3,08 N/mm ²

Nachweise:

Knicknachweis:	$\sigma_{c,0,d}/(k_C \cdot f_{c,0,d})$	=	<u>0,47 < 1</u>
Querdrucknachweis:	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,90,d}$	=	<u>0,83 < 1</u>

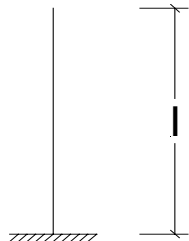
Knicklängen:

_Knicklängen-Eulerfälle

Knicklängenberechnung für die Eulerfälle und eine Stütze mit Drehfederanschluß

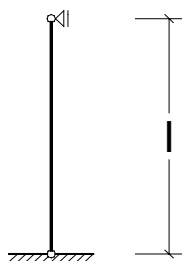
Eulerfälle:

$l = 5,00 \text{ m}$



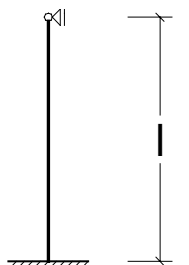
Fall 1

$l_{ef} = 2 \cdot l = 10,00 \text{ m}$



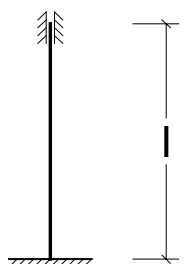
Fall 2

$l_{ef} = l = 5,00 \text{ m}$



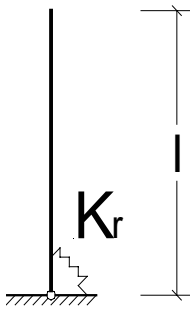
Fall 3

$l_{ef} = 0,7 \cdot l = 3,50 \text{ m}$



Fall 4

$l_{ef} = 0,5 \cdot l = 2,50 \text{ m}$



$$E_{0,mean} =$$

$$K_r =$$

$$l_{ef} =$$

$$l \cdot \sqrt{(4 + (\pi^2 \cdot E_{0,mean}) / (I \cdot K_r))}$$

=

$$11000,00 \text{ N/mm}^2$$

$$100000,00 \text{ 1/N}$$

$$10,27 \text{ m}$$

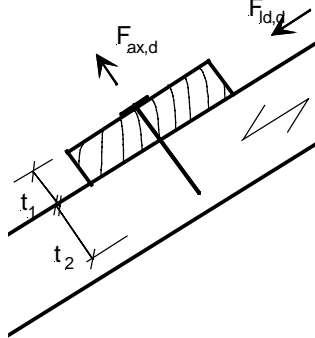
Nägel

Befestigung Dachschalung

_Dachschalung

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.4.6

Nachweis einer Dachschalung nach Windsog und Lastschub.



System:

Holzdicke $t_1 = 2,80 \text{ cm}$

Material: NH S 10

$\rho_k = 380,00 \text{ kg/m}^3$

$\gamma_M = 1,30$

$\gamma_S = 1,10$

Nägel: RNä 4,0x75-II

$l_N = 7,50 \text{ cm}$

$d_N = 0,40 \text{ cm}$

Belastung:

Windsog $F_{ax,d} = 0,55 \text{ kN KLED: kurz}$

Dachschub lastfall g $F_{la,d1} = 0,25 \text{ kN KLED: ständig}$

Dachschub lastfall g+s $F_{la,d2} = 0,45 \text{ kN KLED: kurz}$

Berechnung:

Tragfähigkeit auf Abscheren:

vorgebohrt $f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (1 - 0,1 * d_N) = 29,91 \text{ N/mm}^2$

nicht vorgebohrt $f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (10 * d_N)^{-0,3} = 20,56 \text{ N/mm}^2$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 9022,50 \text{ Nmm}$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$M_{y,d} = 180 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 6015,00 \text{ Nmm}$

maßgebender Lastfall:

KLED: ständig; Nutzungsklasse 2

$\Rightarrow k_{mod1} = 0,60$

KLED: kurz; Nutzungsklasse 2

$\Rightarrow k_{mod2} = 0,90$

$$F_{la,d1} \cdot k_{mod2} / (F_{la,d2} \cdot k_{mod1}) = 0,83 < 1$$

⇒ Lastfall g+s maßgebend

$$f_{h,d} = k_{mod2} / \gamma_M \cdot f_{h,k} = 14,23 \text{ N/mm}^2$$

$$t_2 = (l_N - t_1) = 4,70 \text{ mm}$$

$$k_t = \text{MAX}(t_1; t_2) / \text{MIN}(t_1; t_2) = 1,68$$

$$k_M = 10 \cdot \text{MIN}(t_1; t_2) / \sqrt{(M_{y,d} / (f_{h,d} \cdot 10 \cdot d_N))} = 2,72$$

$$R_{D1} = 100 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N = 1593,76 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 100 \cdot 0,5 \cdot f_{h,d} \cdot t_2 \cdot d_N = 1337,62 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 100 \cdot 0,367 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N \cdot (2 \cdot \sqrt{(1 + 3 / k_M^2)} - 1) = 801,95 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 155,6 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N / k_M = 911,72 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{0,80 \text{ kN}}}$$

$$F_{la,d2} / R_D = \underline{\underline{0,56 < 1}}$$

Tragfähigkeit auf Herausziehen:

nach DIN 1052-2 Abschnitt 6.3.1

$$f_{1,d} = 40 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_K^{2 \cdot k_{mod2}} / \gamma_M = 4,00 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{2,d} = 600 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_K^{2 \cdot k_{mod2}} / \gamma_M = 59,98 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{d1} = 100 \cdot f_{1,d} \cdot d_N \cdot t_2 = 752,00 \text{ N}$$

$$R_{d2} = 100 \cdot f_{2,d} \cdot d_N^2 = 959,68 \text{ N}$$

$$R_d = \text{MIN}(R_{d1}; R_{d2}) / 1000 = 0,75 \text{ kN}$$

$$F_{ax,d} / R_d = \underline{\underline{0,73 < 1}}$$

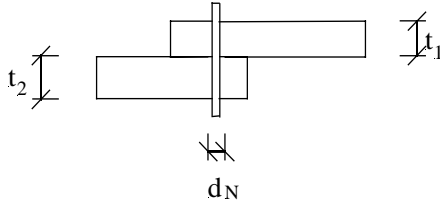
Kombinierte Beanspruchung:

$$(F_{ax,d} / R_d)^2 + (F_{la,d2} / R_D)^2 = \underline{\underline{0,85 < 1}}$$

Nagelberechnung einer Scherfuge:
Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

_Aufnehmbare Kraft einschnitt

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel.



System:

Holzdicke $t_1 = 4,00$ cm
Holzdicke $t_2 = 4,00$ cm

Material: NH S 13

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse

mittel
1

$\Rightarrow k_{mod} = 0,90$
 $\rho_k = 380,00$ kg/m³
 $\gamma_M = 1,30$
 $\gamma_S = 1,10$
Nägel: 38x100
 $l_N = 10,00$ cm
 $d_N = 0,38$ cm

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (1 - 0,1 * d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (10 * d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 * (d_N * 10)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{mod} / \gamma_M * f_{h,k} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$k_t = \text{MAX}(t_1; t_2) / \text{MIN}(t_1; t_2) = 1,00$$

$$k_M = 10 * \text{MIN}(t_1; t_2) / \sqrt{(M_{y,d} / (f_{h,d} * 10 * d_N))} = 4,09$$

$$R_{D1} = 100 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2) * d_N = 2197,92 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 100 * 0,5 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2) * d_N * (\sqrt{(3 * k_t^2 + 2 * k_t + 3)} - k_t - 1) = 910,41 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 100 * 0,367 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2) * d_N * (2 * \sqrt{(1 + 3 / k_M^2)} - 1) = 945,34 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 100 * 1,556 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2) * d_N / k_M = 836,18 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{0,84 \text{ kN}}}$$

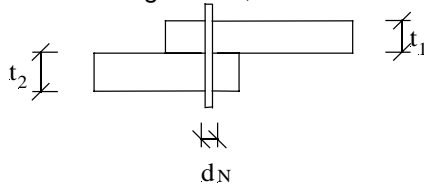
Nagelberechnung einer Scherfuge Blech dick:

Aufnehmbare Kraft einschnit Blech dick

Holz-Blech-Verbindung mit einem Blech $t_1 > 0,5 d$

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel bei Blechverbindungen
Mit eine Blechstärke größer 0,5 d.



System:

Blechdicke $t_1 = 0,50 \text{ cm}$
Holzdicke $t_2 = 4,00 \text{ cm}$

Material: NH S 13

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsstufe

mittel
1

$\Rightarrow k_{\text{mod}} =$

0,90

$\rho_k =$

380,00 kg/m³

$\gamma_M =$

1,30

$\gamma_S =$

1,10

Nägel: 38x100

$l_N =$

10,00 cm

$d_N =$

0,38 cm

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (10 \cdot d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{\text{mod}} / \gamma_M \cdot f_{h,k} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{D1} = 100 \cdot 1,1 \cdot f_{h,d} \cdot t_2 \cdot d_N \cdot (\sqrt{(2 + 4 \cdot M_{y,d} / (f_{h,d} \cdot 10^3 \cdot d_N \cdot t_2^2))} - 1) = 1200,38 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 1,5 \cdot \sqrt{(20 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,d} \cdot d_N)} = 1140,88 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 100 \cdot f_{h,d} \cdot t_2 \cdot d_N = 2197,92 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}) = \underline{\underline{1,14 \text{ kN}}}$$

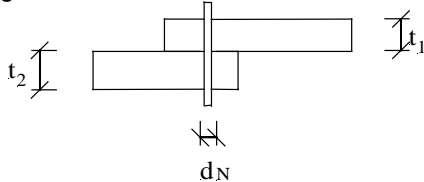
Nagelberechnung einer Scherfuge Blech dünn:

_Aufnehmbare Kraft einschnit Blech dünn

Holz-Blech-Verbindung mit einem Blech $t_1 < 0,5 d$

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel bei Blechverbindungen.



System:

Blechdicke $t_1 =$	0,15 cm
Holzdicke $t_2 =$	4,00 cm

Material: NH S 13

**Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse**

**mittel
1**

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,90
$\rho_k =$	380,00 kg/m ³
$\gamma_M =$	1,30
$\gamma_S =$	1,10
Nägel: 38x100	
$l_N =$	10,00 cm
$d_N =$	0,38 cm
t_1 / d_N	= 0,39 < 0,5

sonst andere Berechnung

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (1 - 0,1 * d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (10 * d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{mod} / \gamma_M * f_{h,k} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{D1} = 100 * (\sqrt{2} - 1) * f_{h,d} * t_2 * d_N = 910,41 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 1,1 * \sqrt{20 * M_{y,d} * f_{h,d} * d_N} = 836,65 \text{ N}$$

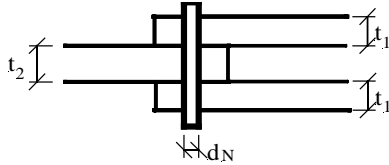
$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}) = \underline{\underline{0,84 \text{ kN}}}$$

Nagelberechnung pro Scherfuge:

Aufnehmbare Kraft zweischnitt

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel mehrschnittig.

**System:**

Holzdicke $t_1 = 4,00 \text{ cm}$
 Holzdicke $t_2 = 4,00 \text{ cm}$

Material: NH S 13

Klasse der Lasteinwirkungsdauer: **mittel**
 Nutzungsklasse **1**

$\Rightarrow k_{\text{mod}} = 0,90$
 $\rho_k = 380,00 \text{ kg/m}^3$
 $\gamma_M = 1,30$
 $\gamma_S = 1,10$
Nägel: 38x100
 $l_N = 10,00 \text{ cm}$
 $d_N = 0,38 \text{ cm}$

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (10 \cdot d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{\text{mod}} / \gamma_M \cdot f_{h,k} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$k_M = 10 \cdot \text{MIN}(t_1; t_2) / \sqrt{(M_{y,d} / (f_{h,d} \cdot 10 \cdot d_N))} = 4,09$$

$$R_{D1} = 100 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N = 2197,92 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 100 \cdot 0,5 \cdot f_{h,d} \cdot t_2 \cdot d_N = 1098,96 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 100 \cdot 0,367 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N \cdot (2 \cdot \sqrt{(1 + 3/k_M^2)} - 1) = 945,34 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 155,6 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N / k_M = 836,18 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{0,84 \text{ kN}}}$$

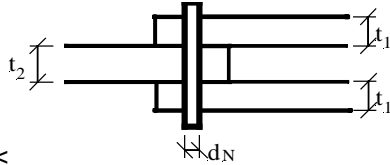
Nagelberechnung pro Scherfugen zwei Holzarten:

_Aufnehmbare Kraft zweischnitt zwei Holz

mit ungleichen Holzsorten

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel bei zwei verschiedenen Holzmaterialien.



System:

Holzdicke $t_1 = 4,00 \text{ cm}$

Holzdicke $t_2 = 4,00 \text{ cm}$

$t_1 \leq t_2$

Material: NH S 13 ; MS13

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

mittel

Nutzungsstufe

1

$\Rightarrow k_{\text{mod}} = 0,90$

$\rho_{k1} = 380,00 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{k2} = 400,00 \text{ kg/m}^3$

$\gamma_M = 1,30$

$\gamma_S = 1,10$

Nägels: 38x100

$l_N = 10,00 \text{ cm}$

$d_N = 0,38 \text{ cm}$

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k1} = 0,082 \cdot \rho_{k1} \cdot (1 - 0,1 \cdot d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k1} = 0,082 \cdot \rho_{k1} \cdot (10 \cdot d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

vorgebohrt:

$$f_{h,k2} = 0,082 \cdot \rho_{k2} \cdot (1 - 0,1 \cdot d_N) = 31,55 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k2} = 0,082 \cdot \rho_{k2} \cdot (10 \cdot d_N)^{-0,3} = 21,98 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d1} = k_{\text{mod}} / \gamma_M \cdot f_{h,k1} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,d2} = k_{\text{mod}} / \gamma_M \cdot f_{h,k2} = 15,22 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta = f_{h,d1} / f_{h,d2} = 0,95$$

$$\begin{aligned}R_{D1} &= 100 \cdot f_{h,d1} \cdot t_1 \cdot d_N &= 2198 \text{ N} \\R_{D2} &= 100 \cdot 0,5 \cdot f_{h,d1} \cdot t_2 \cdot d_N \cdot \beta &= 1044 \text{ kN} \\R_{D3} &= 110 \cdot f_{h,d1} \cdot t_1 \cdot d_N / (2+\beta) \cdot (\sqrt{(2 \cdot \beta \cdot (1+\beta) + 4 \cdot \beta \cdot (2+\beta) \cdot M_{y,d} / (f_{h,d1} \cdot 10^3 \cdot d_N \cdot t_1^2))} - \beta) &= 936 \text{ N} \\R_{D4} &= 1,1 \cdot \sqrt{(2 \cdot \beta / (1+\beta))} \cdot \sqrt{(20 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,d1} \cdot d_N)} &= 826 \text{ N} \\R_D &= 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) &= \underline{\underline{0,83 \text{ kN}}}\end{aligned}$$

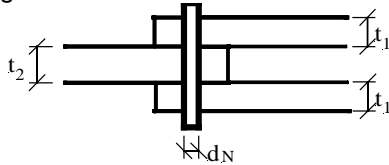
Nagelberechnung pro Scherfuge Blech außen dünn:

Aufnehmbare Kraft zweischnitt 2 Blech

Blech außen dünn

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel zweischnittig Blech außen

**System:**

Blechdicke $t_1 =$	0,15 cm
Holzdicke $t_2 =$	4,00 cm

Material: NH S 13**Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse****mittel
1**

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,90
$\rho_k =$	380,00 kg/m ³
$\gamma_M =$	1,30
$\gamma_S =$	1,10
Nägels: 38x100	
$l_N =$	10,00 cm
$d_N =$	0,38 cm
$t_1 / d_N =$	0,39 < 0,5

sonst andere Berechnung

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (1 - 0,1 * d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (10 * d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{mod} / \gamma_M * f_{h,k} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{D1} = 100 * 0,5 * f_{h,d} * t_2 * d_N = 1098,96 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 1,1 * \sqrt{20 * M_{y,d} * f_{h,d} * d_N} = 836,65 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}) = \underline{\underline{0,84 \text{ kN}}}$$

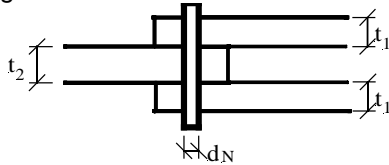
Nagelberechnung pro Scherfuge Bleche außen dick:

Aufnehmbare Kraft zweischnitt 2 Blech dick

Blech außen dick

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel zweischnittig Blech außen



System:

Blechdicke $t_1 =$	0,50 cm
Holzdicke $t_2 =$	4,00 cm

Material: NH S 13

**Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse**

**mittel
1**

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,90
$\rho_k =$	380,00 kg/m ³
$\gamma_M =$	1,30
$\gamma_S =$	1,10
Nägel: 38x100	
$l_N =$	10,00 cm
$d_N =$	0,38 cm
t_1 / d_N	= 1,32 < 0,5

sonst andere Berechnung

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (1 - 0,1 * d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (10 * d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{mod} / \gamma_M * f_{h,k} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{D1} = 100 * 0,5 * f_{h,d} * t_2 * d_N = 1098,96 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 1,5 * \sqrt{20 * M_{y,d} * f_{h,d} * d_N} = 1140,88 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}) = \underline{\underline{1,10 \text{ kN}}}$$

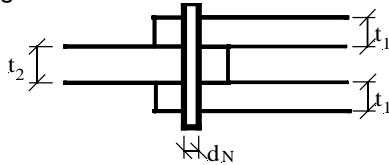
Nagelberechnung pro Scherfuge Blech innen:

_Aufnehmbare Kraft zweischnitt Blech innen

Blech innen

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Nagel zweischnittig Blech innen

**System:**

Holzdicke $t_1 =$	4,00 cm
Blechdicke $t_2 =$	1,00 cm

Material: NH S 13**Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse****mittel
1**

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,90
$\rho_k =$	380,00 kg/m ³
$\gamma_M =$	1,30
$\gamma_S =$	1,10
Nägels: 38x100	
$l_N =$	10,00 cm
$d_N =$	0,38 cm

Berechnung:

vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (1 - 0,1 * d_N) = 29,98 \text{ N/mm}^2$$

nicht vorgebohrt:

$$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (10 * d_N)^{-0,3} = 20,88 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 7896,02 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 5264,02 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{mod} / \gamma_M * f_{h,k} = 14,46 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{D1} = 100 * f_{h,d} * t_1 * d_N = 2197,92 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 110 * f_{h,d} * t_1 * d_N * (\sqrt{(2 + 4 * M_{y,d} / (f_{h,d} * 10^3 * d_N * t_1^2))} - 1) = 1200,38 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 1,5 * \sqrt{(20 * M_{y,d} * f_{h,d} * d_N)} = 1140,88 \text{ N}$$

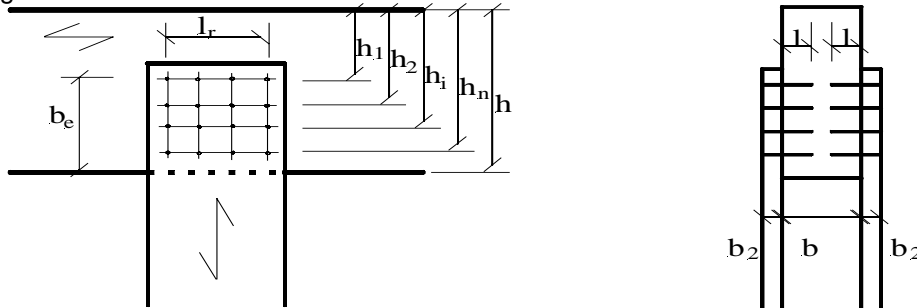
$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}) = \underline{\underline{1,14 \text{ kN}}}$$

Bemessung eines Querkraftanschlusses

_Querkraftanschluß

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp. 6.1.5

Ermittlung der maximal aufnehmbaren Kraft eines Querkraftanschlusses.



System:

Außenholzdicke $d_2 =$	4,00 cm
Nagelabstand $l_r =$	6,00 cm
Nagelabstand $b_e =$	16,00 cm
Querträgerbreite $b =$	16,00 cm
Querträgerhöhe $h =$	40,00 cm
Höhe $h_1 =$	24,00 cm
Höhe $h_2 =$	28,00 cm
Höhe $h_3 =$	32,00 cm
Höhe $h_4 =$	36,00 cm

Mateial:

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:	kurz	
Nutzungsklasse	1	
$\Rightarrow k_{mod} =$		0,90
BS 11:		
$\gamma_{MH} =$		1,30
Schub und Torsion $f_{v,g,k} =$		2,70 N/mm ²
Zug Rechtwinklig $f_{t,90,g,k} =$		0,45 N/mm ²
NH S 10:		
Zug parallel $f_{t,0,k} =$		14,00 N/mm ²
Nägels 38x100:		
Nageldurchmesser $d =$		0,38 cm
Nagellänge $l_N =$		10,00 cm
Nageltragfähigkeit $R_D =$		0,85 kN
Nageltragfähigkeit $R_D = 6000 \cdot d^2$	$=$	866,40 N
$\gamma_F =$		1,50
$f_{v,g,d} = k_{mod} \cdot f_{v,g,k} / \gamma_{MH}$	$=$	1,869 N/mm ²
$f_{t,90,g,d} = k_{mod} \cdot f_{t,90,g,k} / \gamma_{MH}$	$=$	0,312 N/mm ²
$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_{MH}$	$=$	9,692 N/mm ²
$l_{eff} = 10 \cdot \text{MIN}(d_2; 12 \cdot d; l_N - d_2)$	$=$	40,00 mm

Berechnung des maximalen Bemessungswertes:

$$\text{aus Nagelnachweis } F_{90,d,N} = 0,002 * 16 * R_D = 27,72 \text{ kN}$$

$$\text{aus Zugstab } F_{90,d,Z} = 0,2 / \gamma_F * d_2 * l_N * f_{t,0,d} = 51,69 \text{ kN}$$

genauer Nachweis:

$$b_e / h = 0,40 < 0,5$$

⇒ genauer Nachweis erforderlich

$$b_{ef} = 2 * l_{eff} = 80,00 \text{ mm}$$

$$c = 4/3 * \sqrt{(b_e/h * (1 - b_e/h)^3)} = 0,392$$

$$l_{r,ef} = 10 * \sqrt{(l_r^2 + (c * h)^2)} = 167,89 \text{ mm}$$

$$A_{ef} = l_{r,ef} * b_{ef} = 13431,20 \text{ mm}^2$$

$$k_r = 0,25 * ((1) + (h_1/h_2)^2 + (h_1/h_3)^2 + (h_1/h_4)^2) = 0,685$$

$$\eta = 1 - 3 * (b_e/h)^2 + 2 * (b_e/h)^3 = 0,648$$

$$F_{90,d} = 0,001 / (\eta * k_r) * 13 * A_{ef}^{0,8} * f_{t,90,g,d} = 18,34 \text{ kN}$$

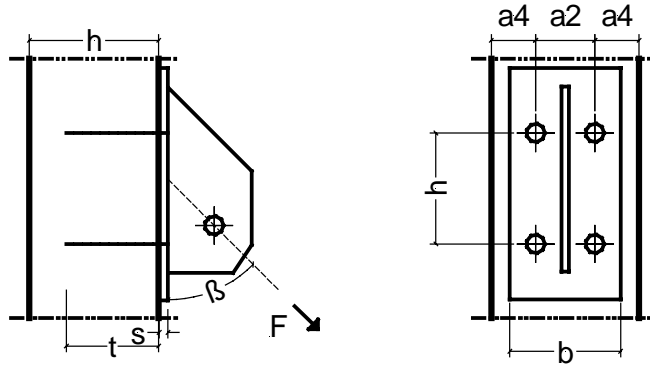
$$\text{Maßgebend } F_{90,d,max} = \text{MIN}(F_{90,d}; F_{90,d,N}; F_{90,d,Z}) = 18,34 \text{ kN}$$

Windverbandanschluß:

_Windverbandanschluß

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.7.4

Nachweis eines Windverbandanschlusses.

**System:**

Trägerdicke $h =$	16,00 cm
Einschlagtiefe $t =$	11,40 cm
Blechdicke $s =$	0,60 cm
Zugkraftwinkel $\beta =$	45,00 °
Zugkraft $F_d =$	23,54 kN

Mateial: Pfosten BSH BS 14h

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

kurz

Nutzungsklasse

1

 $\Rightarrow k_{mod} =$

0,90

 $\rho_k =$ 410,00 kg/m³ $\gamma_M =$

1,30

Schrauben: 4 Sr Ø 12*120 DIN 571Schraubendurchmesser $d =$

1,20 cm

 $f_{u,k} =$ 300,0 N/mm² $\gamma_S =$

1,10

Mindestabstände Stab1 nach Tab.6.23:

$$a_1 = 7 \cdot d = 8,40 \text{ cm}$$

$$a_2 = 4 \cdot d = 4,80 \text{ cm}$$

$$a_{4,t} = 3 \cdot d = 3,60 \text{ cm}$$

Bemessungswert der Lochleibungsfestigkeit:

$$f_{h,d} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d) \cdot k_{mod} / \gamma_M = 20,48 \text{ N/mm}^2$$

$$0,8/d = 0,67 < 1$$

 \Rightarrow Berechnung wie Bolzen:

$$(0,6 \cdot (t+s) + 4 \cdot d) / t = 1,05 > 1,0$$

$$\Rightarrow d_{ef} = 9 \cdot d = 10,80 \text{ mm}$$

$$M_{y,d} = 0,8 \cdot f_{u,k} \cdot d_{ef}^3 / (6 \cdot \gamma_S) = 45807,7 \text{ N/mm}$$

$$s/(d/2) = 1,00 < 1$$

 \Rightarrow dünnes Blech

$$R_{D1} = (\sqrt{2}-1) \cdot f_{h,d} \cdot (t-1,5 \cdot d) \cdot d \cdot 100 = 9772,52 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 1,1 \cdot \sqrt{20 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,d} \cdot d} = 5219,54 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}) = \underline{\underline{5,22 \text{ kN}}}$$

Bemessungswert für Herausziehen:

$$f_{3,d} = k_{mod}/\gamma_M * (1,5+6*d) * \sqrt{\rho_k} = 121,96 \text{ N/mm}^2$$

$$R_d = f_{3,d} * (0,6*(t+s)-d)*0,01 = \underline{\underline{7,32 \text{ kN}}}$$

Kombinierte Beanspruchung:

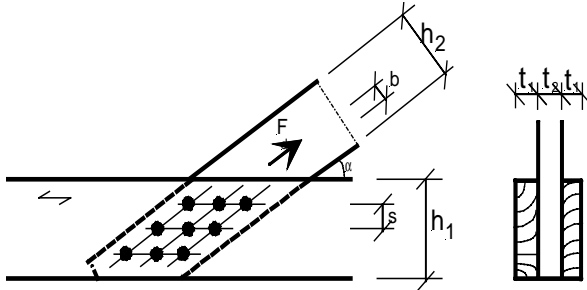
$$(F_d * \sin(\beta)/(4 * R_d))^2 + (F_d * \cos(\beta)/(4 * R_D))^2 = \underline{\underline{0,96 < 1}}$$

Zugstabanschluß

Zugstabanschluß

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.4.6

Ermittlung der notwendigen Nägel eines Zugstabanschlusses.



System:

Holzdicke $t_1 =$	3,80 cm
Holzdicke $t_2 =$	3,80 cm
Holzhöhe $h_1 =$	14,00 cm
Holzhöhe $h_2 =$	10,00 cm
Nagelabstand $s =$	3,50 cm
Nagelabstand $b =$	2,50 cm
Nagelreihen $a =$	3
Nagelspalten $v =$	3

Belastung:

$F_d =$	15 kN
---------	-------

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse

mittel
1

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,80
$\rho_k =$	380,00 kg/m ³
$\gamma_M =$	1,30
$\gamma_S =$	1,10
Nägel: 42x110	
$l_N =$	11,00 cm
$d_N =$	0,42 cm

Berechnung:

$t_3 = (l_N - t_1 - t_2)$	=	3,40 cm
vorgebohrt:		
$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (1 - 0,1 * d_N)$	=	29,85 N/mm ²
nicht vorgebohrt:		
$f_{h,k} = 0,082 * \rho_k * (10 * d_N)^{-0,3}$	=	20,26 N/mm ²

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 10242,81 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 6828,54 \text{ Nmm}$$

$$f_{h,d} = k_{mod} / \gamma_M * f_{h,k} = 12,47 \text{ N/mm}^2$$

$$k_t = \text{MAX}(t_1; t_2) / \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) = 1,12$$

$$k_M = 10 * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) / \sqrt{(M_{y,d} / (f_{h,d} * 10 * d_N))} = 2,98$$

$$R_{D1} = 100 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N = 1780,72 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 100 * 0,5 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N = 890,36 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 36,7 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N * (2 * \sqrt{(1 + 3 / k_M^2)} - 1) = 858,26 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 155,6 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N / k_M = 929,80 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{0,86 \text{ kN}}}$$

$$\text{erforderliche Nagelanzahl } n = F_d / (2 * R_D) = \underline{\underline{8,7}}$$

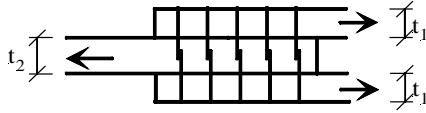
gew.: 3x3=9 Nägel 42x110 DIN 1151

Ermittlung der Nagelanzahl kurz

Zugstoß Anzahl Nägel kurz

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.4.5

Ermittlung der Nagelanzahl bei einem zweischnittigen Zugstoß. Nägel einschnittig

**System:**

Holzdicke $t_1 =$	4,00 cm
Holzdicke $t_2 =$	4,00 cm
Holzbreite $b =$	8,00 cm

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse

ständig
2

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,60
$\rho_k =$	380,00 kg/m ³
$\gamma_M =$	1,30
$\gamma_S =$	1,10
Nägels: 28x65	
$l_N =$	6,50 cm
$d_N =$	0,28 cm

Belastung:

$F_{sd} =$	16,00 kN
------------	----------

Berechnung:

$t_3 = (l_N - t_1)$	=	2,50 cm
Kontrolle der Übergreifungslänge nach 6.3.1.2(10): $4 * d_N / (t_2 - t_3)$	=	0,75 < 1
Mindestholdicke eingehalten nach 6.3.1.2(11): $(MAX(7*d_N; (13*d_N-30)*\rho_k/400))/(MIN(t_1;t_2))$	=	0,49 < 1
Mindesteinschlagtiefe nach 6.3.1.2(4): $(8*d_N)/MIN(t_1;t_2;t_3)$	=	0,90 < 1
Mindestnagelabstände nach Tab.6.3.1.2:		
$a_1 = 10 * d_N$	=	2,80 cm
$a_2 = 5 * d_N$	=	1,40 cm
$a_{3,t} = 15 * d_N$	=	4,20 cm
$a_{4,t} = 5 * d_N$	=	1,40 cm
vorgebohrt $f_{h,k} =$	$0,082 * \rho_k * (1-0,1*d_N)$	= 30,29 N/mm ²
nicht vorgebohrt $f_{h,k} =$	$0,082 * \rho_k * (10*d_N)^{-0,3}$	= 22,88 N/mm ²
$f_{h,d} =$	$k_{mod} / \gamma_M * f_{h,k}$	= 10,56 N/mm ²

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 3569,29 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 * (10 * d_N)^{2,6} / \gamma_S = 2379,53 \text{ Nmm}$$

$$k_t = \text{MAX}(t_1; t_2; t_3) / \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) = 1,60$$

$$k_M = 10 * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) / \sqrt{(M_{y,d} / (f_{h,d} * 10 * d_N))} = 2,79$$

$$R_{D1} = 100 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N = 739,20 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 100 * 0,5 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N * (\sqrt{(3 * k_t^2 + 2 * k_t + 3)} - k_t - 1) = 416,02 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 36,7 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N * (2 * \sqrt{(1 + 3 / k_M^2)} - 1) = 367,34 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 155,6 * f_{h,d} * \text{MIN}(t_1; t_2; t_3) * d_N / k_M = 412,26 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 * \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{0,37 \text{ kN}}}$$

$$\text{erforderliche Nagelanzahl } n = F_{sd} / R_D = \underline{\underline{43,2}}$$

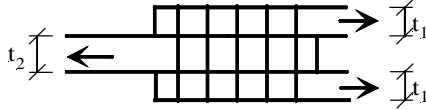
gew.: 2x3x8=48 Nägel 28x65 DIN 1151

Ermittlung der Nagelanzahl lang

Zugstoß Anzahl Nägel lang

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.4.5

Ermittlung der Nagelanzahl bei einem zweischnittigen Zugstoß. Nägel zweischnittig und durchgeschlagen

**System:**

Holzdicke $t_1 = 4,00 \text{ cm}$
 Holzdicke $t_2 = 4,00 \text{ cm}$

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
 Nutzungsklasse

ständig
 2

$\Rightarrow k_{\text{mod}} = 0,60$
 $\rho_k = 380,00 \text{ kg/m}^3$
 $\gamma_M = 1,30$
 $\gamma_S = 1,10$
Nägel: 42x120
 $l_N = 12,00 \text{ cm}$
 $d_N = 0,42 \text{ cm}$

Belastung:

$F_{\text{sd}} = 16,00 \text{ kN}$

Berechnung:

Mindestholdicke eingehalten nach 6.3.1.2(11):

$$\frac{\text{MAX}(7 \cdot d_N; (13 \cdot d_N - 30) \cdot \rho_k / 400)}{\text{MIN}(t_1; t_2)} = 0,73 < 1$$

Mindesteinschlagtiefe nach 6.3.1.2(4):

$$\frac{8 \cdot d_N}{\text{MIN}(t_1; t_2)} = 0,84 < 1$$

Mindestnagelabstände nach Tab.6.3.1.2:

$$a_1 = 10 \cdot d_N = 4,20 \text{ cm}$$

$$a_2 = 5 \cdot d_N = 2,10 \text{ cm}$$

$$a_{3,t} = 15 \cdot d_N = 6,30 \text{ cm}$$

$$a_{4,t} = 5 \cdot d_N = 2,10 \text{ cm}$$

$$\text{vorgebohrt } f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d_N) = 29,85 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{nicht vorgebohrt } f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot (10 \cdot d_N)^{-0,3} = 20,26 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{h,d} = k_{\text{mod}} / \gamma_M \cdot f_{h,k} = 9,35 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristisches Fließmoment für quadratische Nägel

$$M_{y,d} = 270 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 10242,81 \text{ Nmm}$$

Charakteristisches Fließmoment für runde Nägel

$$M_{y,d} = 180 \cdot (10 \cdot d_N)^{2,6} / \gamma_S = 6828,54 \text{ Nmm}$$

$$k_M = 10 \cdot \min(t_1; t_2) / \sqrt{M_{y,d} / (f_{h,d} \cdot 10 \cdot d_N)} = 3,03$$

$$R_{D1} = 100 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N = 1570,80 \text{ N}$$

$$R_{D2} = 100 \cdot 0,5 \cdot f_{h,d} \cdot t_2 \cdot d_N = 785,40 \text{ N}$$

$$R_{D3} = 36,7 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N \cdot (2 \cdot \sqrt{1 + 3 / k_M^2} - 1) = 751,57 \text{ N}$$

$$R_{D4} = 155,6 \cdot f_{h,d} \cdot t_1 \cdot d_N / k_M = 806,66 \text{ N}$$

$$R_D = 0,001 \cdot \min(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}; R_{D4}) = \underline{\underline{0,75 \text{ kN}}}$$

$$\text{erforderliche Nagelanzahl } n = F_{sd} / (2 \cdot R_D) = \underline{\underline{10,7}}$$

gew.: 2x6 Nägel 42x120 DIN 1151

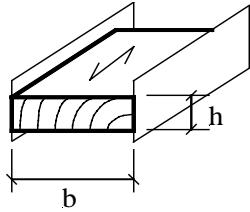
Schwinden und Quellen

Schwinden und Quellen eines Holzes:

_Schwind-Kraftberechnung

Nach Euro-Holzbau Grundlagen Teil 1, Bsp 2.2.3

Spannungsberechnung infolge Schwinden/Quellen.



System:

Es entsteht nur \perp zur Faser eine nennenswerte Spannung.

Breite b =	33,00 cm
Höhe h =	12,00 cm
Rechenwert des Schwind- und Quellmaß β_{90} =	0,24 %
Mittlere E-Modul $E_{90,mean}$ =	370,00 N/mm ²
Holzfeuchte vorher w_1 =	10,00 %
Holzfeuchte nachher w_2 =	15,00 %

Spannung:

$$\sigma_{c,90} = E_{90,mean} \cdot \beta_{90} \cdot (w_2 - w_1) / 200 = 2,22 \text{ N/mm}^2$$

Gesamtkraft:

$$F_{\sigma,90} = \sigma_{c,90} \cdot b \cdot h = 879,12 \text{ N}$$

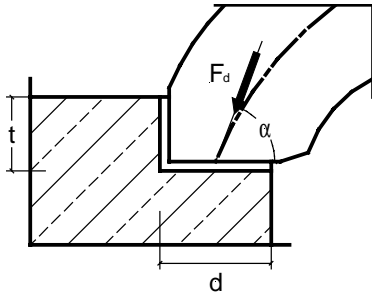
Spannungsnachweise

Bogenträgerauflager:

Bogenträgerauflager

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.5.6

Nachweis eines Bogenträgerauflagers; Nachweis und Ermittlung eines Querschnittes auf Druck senkrecht und parallel zur Faser.

**System:**

Einschnitttiefe t =	12,00 cm
Auflagertiefe d =	24,00 cm
Trägerbreite b =	16,00 cm
Auflagerwinkel α =	55,00 °

Material: BS 14

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

mittel

Nutzungsstufe

1

 $\Rightarrow k_{mod} =$

0,80

 $\gamma_M =$

1,30

 $f_{c,0,k} =$ 27,50 N/mm² $f_{c,90,k} =$ 5,50 N/mm²**Belastung:** $F_d =$

300,00 kN

Berechnung:

$$f_{c,0,d} = f_{c,0,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M = 16,92 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = f_{c,90,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M = 3,38 \text{ N/mm}^2$$

Vertikale Auflagerkraft:

$$\beta = 90 - \alpha = 35,00^\circ$$

$$k_{c,\beta} = 1 / ((f_{c,0,d} / f_{c,90,d}) \cdot (\sin(\beta))^2 + (\cos(\beta))^2) = 0,431$$

$$V_{d,max} = 100 \cdot b \cdot d \cdot k_{c,\beta} \cdot f_{c,0,d} \cdot 0,001 = 280,03 \text{ kN}$$

Horizontale Auflagerkraft:

$$k_{c,\alpha} = 1 / ((f_{c,0,d} / f_{c,90,d}) \cdot (\sin(\alpha))^2 + (\cos(\alpha))^2) = 0,271$$

$$H_{d,max} = 100 \cdot b \cdot d \cdot k_{c,\alpha} \cdot f_{c,0,d} \cdot 0,001 = 176,08 \text{ kN}$$

$$F_{d,h} = F_d \cdot \cos(\alpha) = 172,07 \text{ kN}$$

$$F_{d,v} = F_d \cdot \sin(\alpha) = 245,75 \text{ kN}$$

Nachweise:

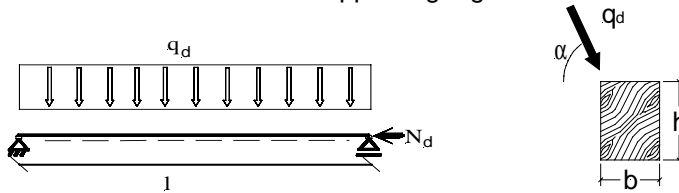
$$F_{d,h} / H_{d,max} = \underline{0,98 < 1}$$

$$F_{d,v} / V_{d,max} = \underline{0,88 < 1}$$

Nachweis Doppelbiegung und Druck:

_Doppelbiegung+Druck

Nachweis eines Querschnittes auf Doppelbiegung mit Druck.

**System:**

Trägerbreite $b =$	18,00 cm
Trägerhöhe $h =$	24,00 cm
Trägerlänge $l =$	3,50 m
Lastwinkel $\alpha =$	75,00 °

Material: NH S 10Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklassemittel
1

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,80
$\gamma_M =$	1,30
$f_{c,0,k} =$	21,00 N/mm ²
$f_{m,k} =$	24,00 N/mm ²

Belastung:

$q_d =$	13,21 kN/m
$N_d =$	94,50 kN

Berechnung:

$q_{d,y} =$	$q_d \cdot \sin(\alpha)$	=	12,76 kN/m
$q_{d,z} =$	$q_d \cdot \cos(\alpha)$	=	3,42 kN/m
$M_{y,d} =$	$q_{d,y} \cdot l^2 / 8$	=	19,54 N/mm ²
$M_{z,d} =$	$q_{d,z} \cdot l^2 / 8$	=	5,24 N/mm ²
$f_{c,0,d} =$	$f_{c,0,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	12,92 N/mm ²
$f_{m,d} =$	$f_{m,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	14,77 N/mm ²
$W_y =$	$b \cdot h^2 / 6$	=	1728,00 cm ³
$W_z =$	$h \cdot b^2 / 6$	=	1296,00 cm ³
$A =$	$b \cdot h / 1$	=	432,00 cm ²

 $k_m =$ 0,70 für Rechteckquerschnittsonst $k_m = 1,0$

$\sigma_{c,0,d} =$	$10 \cdot N_d / A$	=	2,19 N/mm ²
--------------------	--------------------	---	------------------------

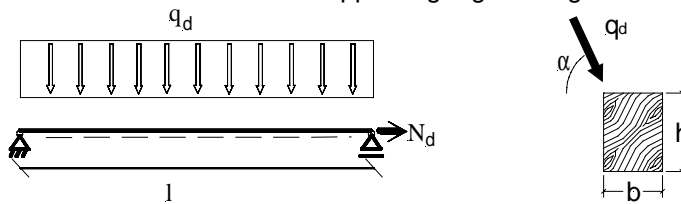
Nachweis:

$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + (M_{y,d} / W_y \cdot 1000 + k_m \cdot M_{z,d} / W_z \cdot 1000) / f_{m,d}$	=	<u>0,99 < 1</u>
$(\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d})^2 + (k_m \cdot M_{y,d} / W_y \cdot 1000 + M_{z,d} / W_z \cdot 1000) / f_{m,d}$	=	<u>0,84 < 1</u>

Nachweis Doppelbiegung und Zug:

_Doppelbiegung+Zug

Nachweis eines Querschnittes auf Doppelbiegung mit Zug.



System:

Trägerbreite $b =$	18,00 cm
Trägerhöhe $h =$	24,00 cm
Trägerlänge $l =$	3,50 m
Lastwinkel $\alpha =$	75,00 °

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse

mittel
1

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,80
$\gamma_M =$	1,30
$f_{t,0,k} =$	14,00 N/mm ²
$f_{m,k} =$	24,00 N/mm ²

Belastung:

$q_d =$	10,21 kN/m
$N_d =$	47,50 kN

Berechnung:

$q_{d,y} =$	$q_d \cdot \sin(\alpha)$	=	9,86 kN/m
$q_{d,z} =$	$q_d \cdot \cos(\alpha)$	=	2,64 kN/m
$M_{y,d} =$	$q_{d,y} \cdot l^2 / 8$	=	15,10 N/mm ²
$M_{z,d} =$	$q_{d,z} \cdot l^2 / 8$	=	4,04 N/mm ²
$f_{t,0,d} =$	$f_{t,0,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	8,62 N/mm ²
$f_{m,d} =$	$f_{m,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	14,77 N/mm ²
$W_y =$	$b \cdot h^2 / 6$	=	1728,00 cm ³
$W_z =$	$h \cdot b^2 / 6$	=	1296,00 cm ³
$A =$	$b \cdot h / 1$	=	432,00 cm ²

$k_m =$ 0,70 für Rechteckquerschnitt
sonst $k_m = 1,0$

Nachweis:

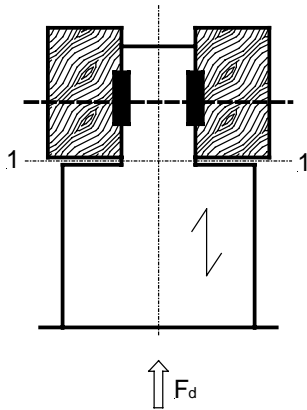
$$10 \cdot N_d / A / f_{t,0,d} + (M_{y,d} / W_y \cdot 1000 + k_m \cdot M_{z,d} / W_z \cdot 1000) / f_{m,d} = \underline{\underline{0,87 < 1}}$$

Druckstabanschluß

_Druckstabanschluß

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.4.4

Nachweis der Druckspannung parallel zur Faser.

**System:**

Querschnittsbreite im Schnitt 1-1 $b =$
 Querschnittstiefe im Schnitt 1-1 $h =$

8,00 cm
 16,00 cm

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
 Nutzungsklasse

mittel
 2

$\Rightarrow k_{mod} =$

0,80

$\rho_{k1} =$

380,00 kg/m³

$\gamma_M =$

1,30

$f_{c,0,k} =$

21,00 N/mm²

Belastung:

$F_d =$

112,00 kN

Berechnung:

$A =$ $b \cdot h$

$=$ 128,00 cm²

$f_{c,0,d} =$ $f_{c,0,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$

$=$ 12,92 N/mm²

$\sigma_{c,0,d} =$ $F_d \cdot 10 / A$

$=$ 8,75 N/mm²

Nachweis:

$\sigma_{c,0,d} / f_{c,0,d}$

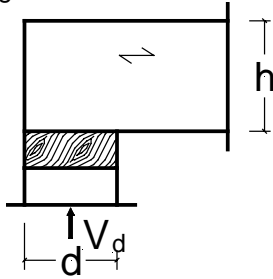
$=$ 0,68 < 1

Endauflager eines Brettschichtholzträgers

_Endauflager

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.5.6

Ermittlung der erforderlichen Auflagertiefe eines Holzträgers am Endauflager.

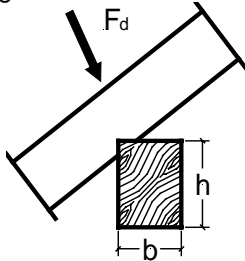
**System:**Brettschichträgerbreite $b = 18,00 \text{ cm}$ **Material: BS 11**Klasse der Lasteinwirkungsdauer: **mittel**Nutzungsklasse **1** $\Rightarrow k_{\text{mod}} = 0,80$ $\gamma_M = 1,30$ $f_{c,90,k} = 5,50 \text{ N/mm}^2$ **Belastung:** $V_d = 98,00 \text{ kN}$ **Berechnung:** $f_{c,90,d} = f_{c,90,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_M = 3,38 \text{ N/mm}^2$ Annahme: $l > 150 \text{ mm}$ sonst $k_{c,90}$ nach Tab. 5.1.5 $\Rightarrow k_{c,90} = 1,0$ $\text{erf}_A = V_d \cdot 10 / (f_{c,90,d} \cdot k_{c,90}) = 289,94 \text{ cm}^2$ $\text{erf}_d = \text{erf}_A / b = 16,11 \text{ cm}$ gew. $d = 17,00 \text{ cm}$ **Nachweis:** $\text{erf}_d / d = \underline{0,95 < 1}$

Mittelpfette bei 2-Achsiger Biegung:

_Mittelpfette

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.6.4

Ermittlung des erforderlichen Querschnittes bei Doppelbiegung am Beispiel einer Mittelpfette.

**Material: NH S 10**Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklassekurz
2

$$\Rightarrow k_{\text{mod}} =$$

0,90

$$\gamma_M =$$

1,30

$$f_{m,k} =$$

24,00 N/mm²**Belastung:**

Momente infolge schräger Last

$$M_{y,d} =$$

20,00 kNm

$$M_{z,d} =$$

5,00 kNm

Berechnung:

$$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_M = 16,62 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Näherung } W_{y,\text{req}} = 1000 \cdot (M_{y,d} + M_{z,d}) / f_{m,d} = 1504,21 \text{ cm}^3$$

gew.: Querschnitt:

$$b =$$

16,00 cm

$$h =$$

24,00 cm

$$W_y = b \cdot h^2 / 6 =$$

1536,00 cm³

$$W_z = h \cdot b^2 / 6 =$$

1024,00 cm³**Nachweis:**

$$k_m =$$

0,70 für Rechteckquerschnitt

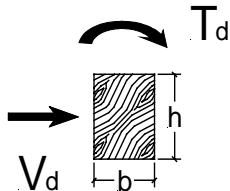
sonst $k_m = 1,0$

$$(M_{y,d}/W_y \cdot 1000 + k_m \cdot M_{z,d}/W_z \cdot 1000) / f_{m,d} = \underline{\underline{0,99 < 1}}$$

Spannungsnachweis Querkraft und Torsion: **_Querkraft und Torsion**

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.10

Nachweis eines Rechteckquerschnitts auf Querkraft und Torsion.

**System:**

Stützenbreite $b =$
 Stützentiefe $h =$

30,00 cm
 14,00 cm

Material: BS 16

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
 Nutzungsklasse

kurz
 3

$\Rightarrow k_{mod} =$

0,70

$\gamma_M =$

1,30

$f_{v,g,k} =$

2,70 N/mm²

Belastung:

maßgebende Querkraft $V_d =$

18,00 kN

maßgebendes Torsionsmoment $T_d =$

1,74 kNm

Berechnung:

$A =$	$b \cdot h$	$=$	420,00 cm ²
$\eta =$	$1 + 0,6 / (b/h)$	$=$	1,28
$\tau_{tor,d} =$	$3000 \cdot T_d \cdot \eta / (b \cdot h^2)$	$=$	1,14 N/mm ²
$\tau_{v,d} =$	$30 \cdot V_d / (2 \cdot A)$	$=$	0,64 N/mm ²
$f_{v,d} =$	$k_{mod} \cdot f_{v,g,k} / \gamma_M$	$=$	1,45 N/mm ²

Nachweise:

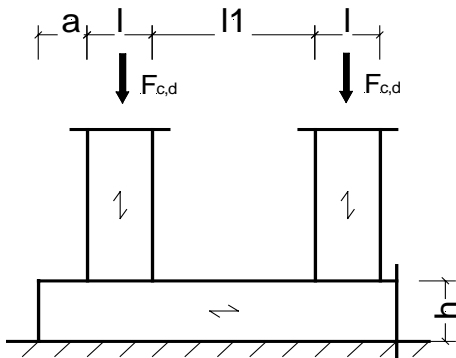
Schub:	$\tau_{v,d} / f_{v,d}$	$=$	0,44 < 1
Torsion:	$\tau_{tor,d} / f_{v,d}$	$=$	0,79 < 1
Kombination:	$\tau_{tor,d} / f_{v,d} + (\tau_{v,d} / f_{v,d})^2$	$=$	<u>0,98 < 1</u>

Wandpfosten:

_Wandpfosten

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.5.6

Nachweis der Druckspannung senkrecht zur Faser am Beispiel eines Wandpfostens.

**System:**

Vorholzlänge a =	6,00 cm
Aufstandsweite l =	6,00 cm
Aufstandstiefe d =	12,00 cm
lichter Pfostenabstand l ₁ =	34,00 cm

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

kurz

Nutzungsstufe

1

⇒ k_{mod} =

0,90

ρ_{k1} =380,00 kg/m³γ_M =

1,30

f_{c,90,k} =5,00 N/mm²**Belastung:**F_{c,d} =

20,00 kN

Berechnung:

$$f_{c,90,d} = k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M = 3,46 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{für: } 15 / l_1 = 0,44 < 1$$

$$\text{und: } l / 15 = 0,40 < 1$$

$$\Rightarrow \text{nach Tab. 5.1.5 } k_{c,90} = 1 + a \cdot (150 - 10 \cdot l) / 1700 = 1,32$$

$$A = l \cdot d = 72,00 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_{c,90,d} = 10 \cdot F_{c,d} / A = 2,78 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis:

$$\sigma_{c,90,d} / (k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}) = \underline{\underline{0,61 < 1}}$$

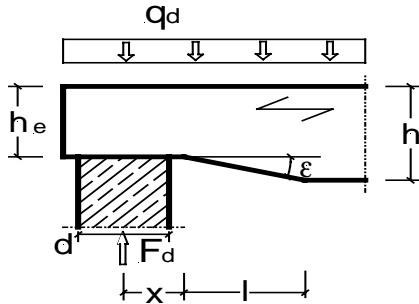
Systeme

Ausgeklinkerter Träger

_Ausklinkung

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.9.5

Nachweis eines ausgeklinkten Trägers am Endauflager.



System:

Querschnittsbreite $b =$	14,00 cm
Auflagertiefe $d =$	18,00 cm
Querschnittshöhe $h =$	88,00 cm
Querschnittshöhe am Auflager $h_e =$	78,00 cm
Ausklinkungsabstand $x =$	13,00 cm
Ausklinkungslänge $l =$	20,00 cm
Trägerlänge $l_1 =$	850,00 cm

Material: BS 14

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse

kurz
2

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,90
$\gamma_M =$	1,30
$f_{v,g,k} =$	2,70 N/mm ²
$f_{c,90,k} =$	5,50 N/mm ²
für Vollholz $k_n =$	5,00
für BSH $k_n =$	6,50

Belastung:

Auflagerkraft $F_d =$	95,30 kN
Linienlast $q_d =$	2,80 kN/m

Berechnung Aufreissen:

Maximale Bemessungquerkraft:

$$\text{bei Gleichstreckenlast } k_r = 1 - 2 \cdot h / l_1 = 0,79$$

$$F_{d,b} = k_r \cdot F_d = 75,29 \text{ kN}$$

bei Einzellast $k_F = (0,5 - h/l_1) \cdot e/h$ mit e Entfernung der Kraft vomk Auflager.

$$\text{und } F_{b,d} = k_F \cdot F_d$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot f_{v,g,k} / \gamma_M = 1,87 \text{ N/mm}^2$$

$$l = \text{MAX}(l; 0,01)$$

$$\varepsilon = \text{ATAN}((h - h_e) / l) = 26,57^\circ$$

$$k_\varepsilon = 1 + (1,1 \cdot (\text{TAN}(\varepsilon))^{-1,5}) / (\sqrt{h \cdot 10}) = 1,105$$

$$\alpha = h_e / h = 0,886$$

$$k_{g0} = k_\eta / (\sqrt{(h \cdot 10) \cdot (\sqrt{\alpha \cdot (1 - \alpha)} + 0,8 \cdot (x/h) \cdot \sqrt{(1/\alpha - \alpha^2)})}) = 0,566$$

$$k_v = \text{MIN}(1; k_{g0} \cdot k_\varepsilon) = 0,63$$

Nachweis:

$$(1500 \cdot F_{d,b} / (100 \cdot b \cdot h_e)) / (k_v \cdot f_{v,d}) = \underline{\underline{0,88 < 1}}$$

Berechnung Auflagerpressung:

$$f_{c,90,d} = f_{c,90,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M = 3,81 \text{ N/mm}^2$$

Annahme: Auflagertiefe $t > 150 \text{ mm}$ sonst $k_{c,90}$ nach Tab. 5.1.5

$$\Rightarrow k_{c,90} = 1,0$$

$$\text{erf}_A = F_d \cdot 10 / (f_{c,90,d} \cdot k_{c,90}) = 250,13 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{erf}_d = \text{erf}_A / b = 17,87 \text{ mm}$$

Nachweis:

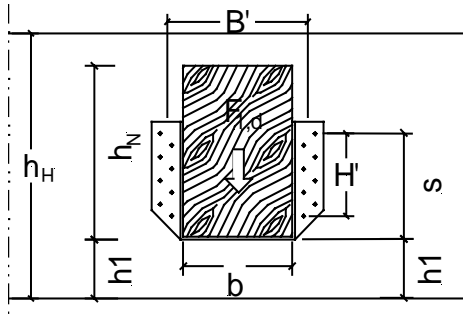
$$\text{erf}_d / d = \underline{\underline{0,99 < 1}}$$

Balkenschuh:

_Balkenschuh

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.10

Nachweis eines Balkenschuhs.

**System:**

Hauptbalkenhöhe $h_H =$	32,00 cm
Nebenbalkenhöhe $h_N =$	24,00 cm
Balkenschuhabstand $h_1 =$	6,00 cm
Nagelabstand $s =$	15,20 cm

Belastung:

$F_{1,d} =$	12,00 kN
-------------	----------

Material:**Hauptträger: 120mm*380mm BSH BS 11****Klasse der Lasteinwirkungsdauer:**

mittel

Nutzungsstufe

2

 $\Rightarrow k_{mod} =$

0,80

 $\gamma_M =$

1,30

 $f_{t,90,g,k} =$ 0,45 N/mm²**Nebenträger: 140mm*240mm NH S 10**

gew.: GH-Balkenschuh 04 140*160 mit 14 RNä 4,0x60

horizontaler Nagelschwerlinienabstand $B' =$

18,60 cm

Vertikaler Nagelabstand $H' =$

12,00 cm

Blakenschuhstärke $d_b =$

0,20 cm

Nageldurchmesser $d_N =$

0,40 cm

Nagellänge $l_N =$

6,00 cm

Nagelanzahl $n_N =$

14

aus Herstellertabelle $R_{0,d} =$

16,40 kN

 $f = \frac{1}{1-0,93 \cdot (s+h_1)/h_H} =$

2,61

 $t_{ef} = \text{MIN}(12 \cdot d_N; l_N - d_b) =$

4,80 cm

 $f_{t,90,d} = k_{mod}/\gamma_M \cdot f_{t,90,g,k} =$ 0,28 N/mm² $R_{t,90,d} = 0,0055 \cdot f \cdot (10 \cdot t_{ef})^{0,8} \cdot (10 \cdot h_H + 4 \cdot \sqrt{(100 \cdot B' \cdot H')})^{0,8} \cdot f_{t,90,d} =$

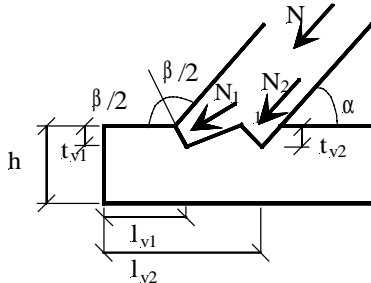
20,86 kN

 $R_d = \text{MIN}(R_{t,90,d}; R_{0,d}) =$ 16,40 kN**Nachweis:** $F_{1,d}/R_d =$ 0,73 < 1

Aufnehmbare Kraft eines Doppelten Versatzes: _DoppelterVersatz

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung und Nachweis eines Doppelten Versatzes mit Näherung und mit dem genauen Verfahren.



System:

Trägerhöhe h =	22,00 cm
Trägerbreite b =	14,00 cm
Vorholzlänge l_{v1} =	22,00 cm
Vorholzlänge l_{v2} =	30,00 cm
Versatztiefe t_{v1} =	3,50 cm
Versatztiefe t_v =	4,50 cm
Winkel α =	45,00 °

Konstruktive Regeln für Versatztiefe und Vorholzlänge beachten.

Material: NH S 13

Klasse der Lasteinwirkungsdauer: mittel

Nutzungsklasse 1

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,80
$f_{v,k} =$	2,50 N/mm ²
$f_{c,0,k} =$	23,00 N/mm ²
$f_{c,90,k} =$	5,00 N/mm ²
$\gamma_M =$	1,30

Belastung:

$N_d =$	86,00 kN
---------	----------

Berechnung:

$f_{v,d} =$	$k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$	=	1,54 N/mm ²
$f_{c,0,d} =$	$k_{mod} \cdot f_{c,0,k} / \gamma_M$	=	14,15 N/mm ²
$f_{c,90,d} =$	$k_{mod} \cdot f_{c,90,k} / \gamma_M$	=	3,08 N/mm ²

mit Näherung:

$k_F =$	$1 / ((f_{c,0,d} / f_{c,90,d}) \cdot (\sin(\alpha))^2 \cdot \cos(\alpha) + \cos(\alpha)^3)$	=	0,51
$k_S =$	$4 / ((f_{c,0,d} / f_{c,90,d}) \cdot (\sin(\alpha))^2 + (\cos(\alpha))^2 + 2 \cdot \cos(\alpha) + 1)$	=	0,77

$l_{v1,min} =$	$10 \cdot N_d / 2 \cdot \cos(\alpha) / (b \cdot f_{v,d})$	=	14,10 cm
$l_{v1,1} =$	$8 \cdot t_v$	=	36,00 cm
$l_{v1,min} / l_{v1,1}$		=	0,39 < 1
$l_{v1,min} / l_{v1}$		=	<u>0,64 < 1</u>

$$\begin{aligned}
 l_{v2,min} &= 10 \cdot N_d / 2 \cdot \cos(\alpha) / (b \cdot f_{v,d}) &= 14,10 \text{ cm} \\
 l_{v2,1} &= 8 \cdot t_v &= 36,00 \text{ cm} \\
 l_{v2,min} / l_{v2,1} & &= 0,39 < 1 \\
 l_{v2,min} / l_{v2} & &= \underline{0,47 < 1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{F,d} &= b \cdot t_v \cdot f_{c,0,d} \cdot k_F / 10 &= \underline{45,46 \text{ kN}} \\
 R_{S,d} &= b \cdot t_v \cdot f_{c,0,d} \cdot k_S / 10 &= \underline{68,64 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

genaue Berechnung:

$$\begin{aligned}
 k_{c,\alpha} &= 1 / ((f_{c,0,d} / f_{c,90,d}) \cdot (\sin(\alpha))^2 + (\cos(\alpha))^2) &= 0,358 \\
 R_{F,d} &= k_{c,\alpha} \cdot f_{c,0,d} \cdot b \cdot t_v / \cos(\alpha) / 10 &= \underline{45,13 \text{ kN}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_{c,\alpha} &= 1 / ((f_{c,0,d} / f_{c,90,d}) \cdot (\sin(\alpha/2))^2 + (\cos(\alpha/2))^2) &= 0,655 \\
 f_{c,0,5\alpha,d} &= k_{c,\alpha} \cdot f_{c,0,d} &= 9,27 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$R_{S,d} = f_{c,0,5\alpha,d} \cdot \alpha \cdot b / ((\cos(\alpha/2))^2) / 100 = \underline{68,42 \text{ kN}}$$

Nachweis:

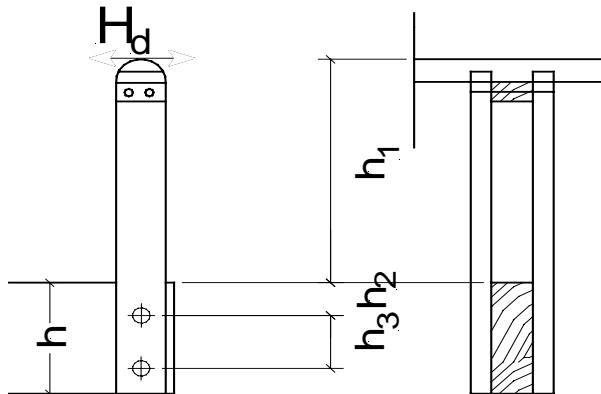
$$N_d / (R_{F,d} + R_{S,d}) = \underline{0,76 < 1}$$

Geländerpfosten:

_Geländerpfosten

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.12

Ermittlung der Dübel eines Geländerpfostens an einem Unterzug.



System:

Pfostenabstand l =	1,70 m
Geländerhöhe h_1 =	100,00 cm
Dübelabstand h_2 =	5,00 cm
Dübelabstand h_3 =	23,00 cm
γ_Q =	1,50

Belastung: Nach DIN 1055-3

H' =	1,00 kN/m
H_d =	$\gamma_Q * l * H'$ = 2,55 kN/m

Material:

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:	kurz
Nutzungs-kategorie	1
$\Rightarrow k_{mod}$ =	0,80
γ_M =	1,30
$f_{t,90,g,k}$ =	0,45 N/mm ²

Berechnung:

$M_{C,d}$ =	$0,01 * H_d * (h_1 + h_2 + h_3 / 2)$	=	2,97 kNm
$F_{1,d}$ =	$H_d / 2 + M_{C,d} / (h_3 * 0,01)$	=	14,19 kN
$F_{2,d}$ =	$M_{C,d} / (h_3 * 0,01) - H_d / 2$	=	11,64 kN

Übergang zu DIN 1052-2:

F_1 =	$MAX(F_{1,d}; F_{2,d}) / 1,4$	=	10,14 kN
---------	-------------------------------	---	----------

gew.: 2 Dü Ø 85 - D

mit zul_{N_c} =	14,50 kN
-------------------	----------

Nachweis:

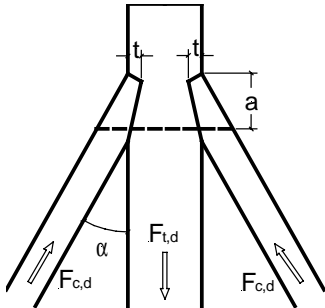
F_1 / zul_{N_c}	=	<u>0,70 < 1</u>
-------------------	---	--------------------

Hängepfosten:

Hängepfosten

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 8.2.4

Ermittlung der maximalen Kraft eines Hängepfostens.



System:

Diagonalholzhöhe $h =$	14,00 cm
Diagonalholzbreite $b =$	14,00 cm
Hängepfostenhöhe $h_H =$	18,00 cm
Hängepfostenbreite $b_H =$	14,00 cm
Versatztiefe $t_v =$	3,00 cm
Bolzendurchmesser $d =$	1,20 cm
Winkel $\alpha =$	45,00 °

Konstruktive Regeln für Versatztiefe und Vorholzlänge beachten.

Material: NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

mittel

Nutzungs-kategorie

1

$\Rightarrow k_{mod} =$

0,80

$f_{t,0,k} =$

14,00 N/mm²

$\gamma_M =$

1,30

Berechnung:

$A_{w,v} =$	$2 \cdot b \cdot t_v$	$=$	84,00 cm ²
$A_{w,bo} =$	$(d+1) \cdot (h_H - 2 \cdot t_v)$	$=$	26,40 cm ²
$A_w =$	$b_H \cdot h_H - \text{MAX}(A_{w,bo}; A_{w,v})$	$=$	168,00 cm ²
$f_{t,0,d} =$	$k_{mod} \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M$	$=$	8,62 N/mm ²

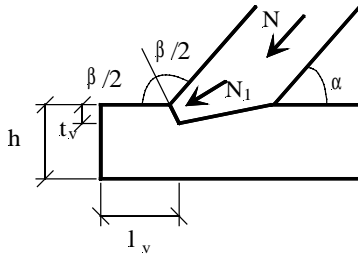
Maximale Kraft, die von der Konstruktion aufgenommen werden kann:

$F_{t,d,max} =$	$f_{t,0,d} \cdot A_w \cdot 0,1$	$=$	144,82 kN
-----------------	---------------------------------	-----	-----------

Aufnehmbare Kraft eines Stirnversatzes: Stirnversatz

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bep.:6.2.4

Ermittlung und Nachweis eines Stirnversatzes mit Näherung und mit dem genauen Verfahren.

**System:**

Trägerhöhe h =	22,00 cm
Trägerbreite b =	14,00 cm
Vorholzlänge l _v =	22,00 cm
Versatztiefe t _v =	4,50 cm
Winkel α =	45,00 °

Konstruktive Regeln für Versatztiefe und Vorholzlänge beachten.

Material: NH S 13

Klasse der Lasteinwirkungsdauer: **mittel**
 Nutzungsklasse **1**

⇒ k _{mod} =	0,80
f _{v,k} =	2,50 N/mm ²
f _{c,0,k} =	23,00 N/mm ²
f _{c,90,k} =	5,00 N/mm ²
γ _M =	1,30

Belastung:

N _d =	63,00 kN
------------------	----------

Berechnung:

f _{v,d} =	k _{mod} * f _{v,k} / γ _M	=	1,54 N/mm ²
f _{c,0,d} =	k _{mod} * f _{c,0,k} / γ _M	=	14,15 N/mm ²
f _{c,90,d} =	k _{mod} * f _{c,90,k} / γ _M	=	3,08 N/mm ²

mit Näherung:

k _s =	4 / ((f _{c,0,d} /f _{c,90,d}) * (SIN(α)) ² + (COS(α)) ² + 2 * COS(α) + 1)	=	0,77
l _{v,min} =	10 * N _d * COS(α) / (b * f _{v,d})	=	20,66 cm
l _{v,1} =	8 * t _v	=	36,00 cm
l _{v,min} / l _{v,1}		=	0,57 < 1
l _{v,min} / l _v		=	<u>0,94 < 1</u>
R _{S,d} =	b * t _v * f _{c,0,d} * k _s / 10	=	<u>68,64 kN</u>

genaue Berechnung:

k _{c,α} =	1 / ((f _{c,0,d} /f _{c,90,d}) * (SIN(α/2)) ² + (COS(α/2)) ²)	=	0,655
f _{c,0,5α,d} =	k _{c,α} * f _{c,0,d}	=	9,27 N/mm ²
R _{S,d} =	f _{c,0,5α,d} * α * b / ((COS(α/2)) ² / 100)	=	<u>68,42 kN</u>

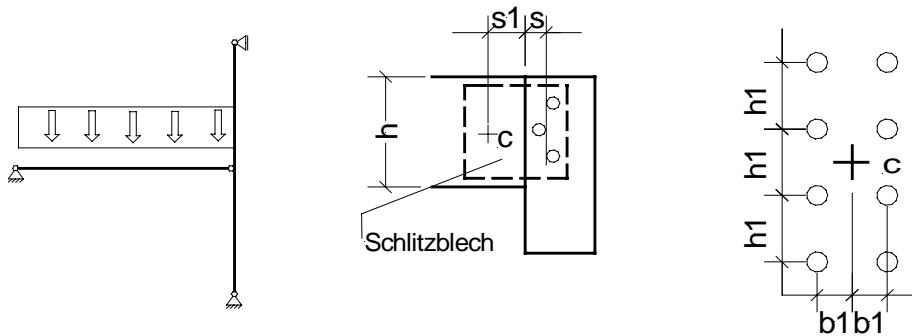
Nachweis:

N _d / R _{S,d}	=	<u>0,92 < 1</u>
-----------------------------------	---	--------------------

Anschluß eines Unterzuges an einer Stütze: **_Unterzug-Stütze**

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 6.12

Bemessung und Nachweis einer Unterzug-Stützenverbindung mittels eines Nagelbleches.

**System:**

Schwerpunktabstand s =	16,00 cm
Schwerpunktabstand s_1 =	5,00 cm
Dübelabstand b_1 =	5,00 cm
Dübelabstand h_1 =	8,00 cm
Schlitzblechdicke m =	1,00 cm
Unterzugbreite b =	16,00 cm

Material:NH S 10

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:

mittel

Nutzungsklasse

1

 $\Rightarrow k_{mod} =$

0,80

 $\rho_k =$ 410,00 kg/m³ $\gamma_M =$

1,30

 $\gamma_S =$

1,10

Belastung am Anschlußpunkt: $V_{c,d} =$

34,60 kN

 $M_{c,d} = 0,01 \cdot V_{c,d} \cdot (s_1 + s)$

= 7,27 kNm

Geometriewerte: $r_1 = \sqrt{(b_1^2 + (h_1/2)^2)}$ = 6,4 cm $r_2 = \sqrt{(b_1^2 + (h_1 \cdot 1,5)^2)}$ = 13,0 cm $\alpha_M = \text{ATAN}(b_1 / (h_1 \cdot 1,5))$ = 22,62 °**Berechnung:**

Stabdübelkräfte:

infolge Querkraft $F_{V,d} = V_{c,d} / 8$ = 4,32 kNinfolge Moment $F_{M,d} = 100 \cdot M_{c,d} \cdot r_2 / (4 \cdot (r_1^2 + r_2^2))$ = 11,25 kN

Komponenten:

 $F_{M2,d,V} = F_{M,d} \cdot \text{SIN}(\alpha_M)$ = 4,33 kN $F_{M2,d,H} = F_{M,d} \cdot \text{COS}(\alpha_M)$ = 10,38 kN $F_{d,max} = \sqrt{(F_{M2,d,V} + F_{V,d})^2 + F_{M2,d,H}^2}$ = 13,51 kN $\alpha = \text{ATAN}((F_{M2,d,V} + F_{V,d}) / F_{M2,d,H})$ = 39,81 °

gew.: Dübel SDü Ø 16mm

d =

1,60 cm

$f_{u,k}$ =

360,0 N/mm²

$$\begin{aligned}
 M_{y,d} &= 0,8 \cdot f_{u,k} \cdot d^3 / (6 \cdot \gamma_S) &= & 178,7 \text{ kNmm} \\
 f_{h,0,d} &= 0,082 \cdot \rho_k \cdot (1 - 0,1 \cdot d) \cdot k_{mod} / \gamma_M &= & 17,38 \text{ N/mm}^2 \\
 k_{90} &= 1,35 + 0,15 \cdot d &= & 1,59 \\
 f_{h,1,d} &= f_{h,0,d} / (k_{90} \cdot (\sin(\alpha))^2 + (\cos(\alpha))^2) &= & 14,00 \text{ N/mm}^2 \\
 t_1 &= (b - m) / 2 &= & 7,50 \text{ cm} \\
 R_{D1} &= 100 \cdot f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d &= & 16800 \text{ N} \\
 R_{D2} &= 110 \cdot f_{h,1,d} \cdot t_1 \cdot d \cdot (\sqrt{2 + 4 \cdot M_{y,d} / (f_{h,1,d} \cdot d \cdot t_1^2)} - 1) &= & 11130,14 \text{ N} \\
 R_{D3} &= 150 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,d} \cdot f_{h,1,d} \cdot d} &= & 13421,24 \text{ N} \\
 R_D &= 0,001 \cdot \text{MIN}(R_{D1}; R_{D2}; R_{D3}) &= & 11,13 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

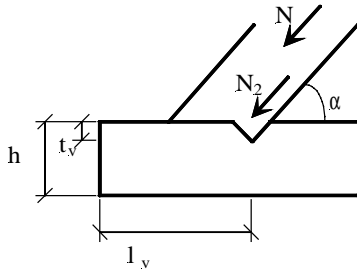
Nachweis:

$$F_{d,max} / (2 \cdot R_D) = \underline{\underline{0,61 < 1}}$$

Aufnehmbare Kraft eines Fersenversatzes: **_Versenversatz**

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen

Ermittlung und Nachweis eines Fersenversatzes mit Näherung und mit dem genauen Verfahren.

**System:**

Trägerhöhe h =	22,00 cm
Trägerbreite b =	14,00 cm
Vorholzlänge l _v =	22,00 cm
Versattiefe t _v =	4,50 cm
Winkel α =	45,00 °

Konstruktive Regeln für Versattiefe und Vorholzlänge beachten.

Material: NH S 13**Klasse der Lasteinwirkungsdauer:** mittel**Nutzungsklasse** 1

⇒ k _{mod} =	0,80
f _{v,k} =	2,50 N/mm ²
f _{c,0,k} =	23,00 N/mm ²
f _{c,90,k} =	5,00 N/mm ²
γ _M =	1,30

Belastung:

N _d =	43,00 kN
------------------	----------

Berechnung:

f _{v,d} =	k _{mod} * f _{v,k} / γ _M	=	1,54 N/mm ²
f _{c,0,d} =	k _{mod} * f _{c,0,k} / γ _M	=	14,15 N/mm ²
f _{c,90,d} =	k _{mod} * f _{c,90,k} / γ _M	=	3,08 N/mm ²

mit Näherung:

k _F =	1 / ((f _{c,0,d} /f _{c,90,d}) * (SIN(α)) ² * COS(α) + COS(α) ³)	=	0,51
l _{v,min} =	10 * N _d * COS(α) / (b * f _{v,d})	=	14,10 cm
l _{v,1} =	8 * t _v	=	36,00 cm
l _{v,min} / l _{v,1}		=	0,39 < 1
l _{v,min} / l _v		=	<u>0,64 < 1</u>
R _{F,d} =	b * t _v * f _{c,0,d} * k _F / 10	=	<u>45,46 kN</u>

genaue Berechnung:

k _{c,α} =	1 / ((f _{c,0,d} /f _{c,90,d}) * (SIN(α)) ² + (COS(α)) ²)	=	0,358
R _d =	k _{c,α} * f _{c,0,d} * b * t _v / COS(α) / 10	=	<u>45,13 kN</u>

Nachweis:

N _d / R _d		=	<u>0,95 < 1</u>
---------------------------------	--	---	--------------------

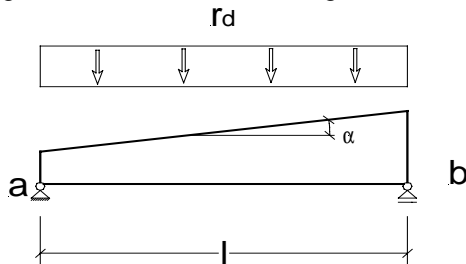
Träger

Pulldach:

Pulldachträger

Euro-Holzbau Teil 1 Grundlagen Bsp 10.3

Tragfähigkeitsnachweis für Pulldach (Schubspannung, Spannung am Faserparallelen Rand, Spannung am Rand mit Faser schräg zum Rand und Auflagerpressung).



System:

Trägerlänge $l =$	7,00 m
Trägerbreite $b =$	14,00 cm
Trägerhöhe an a $h_a =$	26,00 cm
Dachwinkel $\alpha =$	6,00 °
Auflagertiefe $t =$	10,00 cm

Material:BS 14

Klasse der Lasteinwirkungsdauer:
Nutzungsklasse

kurz
1

$\Rightarrow k_{mod} =$	0,90
$\rho_k =$	410,00 kg/m ³
$\gamma_M =$	1,30
$\gamma_S =$	1,10
$f_{m,g,k} =$	28,00 N/mm ²
$f_{v,g,k} =$	2,70 N/mm ²
$f_{t,90,g,k} =$	0,45 N/mm ²
$f_{c,90,k} =$	5,50 N/mm ²
$E_{0,mean} =$	12500,00 N/mm ²
$E_{0,g,05} =$	10000,00 N/mm ²
$G_{g,mean} =$	780,00 N/mm ²

Belastung:

$r_d =$	12,50 kN/m
---------	------------

Berechnung:

$f_{m,g,d} =$	$f_{m,g,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	19,38 N/mm ²
$f_{v,g,d} =$	$f_{v,g,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	1,87 N/mm ²
$f_{c,90,d} =$	$f_{c,90,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	3,81 N/mm ²
$f_{t,90,g,d} =$	$f_{t,90,g,k} \cdot k_{mod} / \gamma_M$	=	0,31 N/mm ²

Schnittgrößen für Tragsicherheitsnachweise:

$$M_d = r_d \cdot l^2 / 8 = 76,56 \text{ kNm}$$

$$V_d = l / 2 \cdot r_d = 43,75 \text{ kN}$$

$$h_{s,req} = 150 \cdot V_d / (b \cdot f_{v,g,d}) = 250,67 \text{ mm}$$

$$h_{s,req} / (10 \cdot h_a) = \underline{0,96 < 1}$$

$$h_b = h_a + l \cdot 100 \cdot \text{TAN}(\alpha) = 99,57 \text{ cm}$$

Stelle der maximalen Spannung:

$$x = l / (1 + h_b / h_a) = 1,45 \text{ m}$$

$$M_{x,d} = V_d \cdot x - r_d \cdot x^2 \cdot 0,5 = 50,30 \text{ kNm}$$

$$W_{x,req} = 1100 \cdot M_{x,d} / f_{m,g,d} = 2855,01 \text{ cm}^3$$

$$h_x = h_a + x \cdot 100 \cdot \text{TAN}(\alpha) = 41,24 \text{ cm}$$

$$W_x = b \cdot h_x^2 / 6 = 3968,39 \text{ cm}^3$$

$$W_{x,req} / W_x = \underline{0,72 < 1}$$

Erforderliches Flächenmoment 2. Grades bei einer Durchbiegung von $l/300$:

$$I_{req} = 3130000 \cdot M_d / 1,4 \cdot l / E_{0,mean} = 95853,12 \text{ cm}^4$$

$$h_{m,req} = 0,1 \cdot (12000 \cdot I_{req} / b)^{1/3} = 43,47 \text{ cm}$$

$$h_m = (h_b - h_a) / 2 + h_a = 62,78 \text{ cm}$$

$$h_{m,req} / h_m = \underline{0,69 < 1}$$

Tragfähigkeitsnachweise:

Schubspannung am Auflager a:

$$\tau_{a,d} = 1,5 \cdot V_d \cdot 10 / (b \cdot h_a) = 1,80 \text{ N/cm}^2$$

$$\tau_{a,d} / f_{v,g,d} = \underline{0,96 < 1}$$

Spannungen im Faserparallelen Rand:

$$\sigma_{m,0,d} = 0,001 \cdot (1 + 4 \cdot (\text{TAN}(\alpha))^2) \cdot 6 \cdot 10^6 \cdot M_{x,d} / (b \cdot h_x^2) = 13,24 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,0,d} / f_{m,g,d} = \underline{0,68 < 1}$$

Spannungen am Rand mit Faserschrag zum Rand:

$$\sigma_{m,\alpha,d} = 0,001 \cdot (1 - 4 \cdot (\text{TAN}(\alpha))^2) \cdot 6 \cdot 10^6 \cdot M_{x,d} / (b \cdot h_x^2) = 12,12 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,\alpha,d} = f_{m,g,d} / (f_{m,g,d} / f_{c,90,d} \cdot (\text{SIN}(\alpha))^2 + (\text{COS}(\alpha))^2) = 18,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{m,\alpha,d} / f_{m,\alpha,d} = \underline{0,65 < 1}$$

Auflagerpressung:

Annahme: $l < 150 \text{ mm}; l_1 > 150 \text{ mm}$; $k_{c,90}$ nach Tab. 5.1.5

$$\Rightarrow k_{c,90} = 1,0$$

$$\text{erf}_A = V_d \cdot 10 / (f_{c,90,d} \cdot k_{c,90}) = 114,83 \text{ cm}^2$$

$$\text{erf}_t = \text{erf}_A / b = 8,20 \text{ cm}$$

$$\text{erf}_t / t = \underline{0,82 < 1}$$