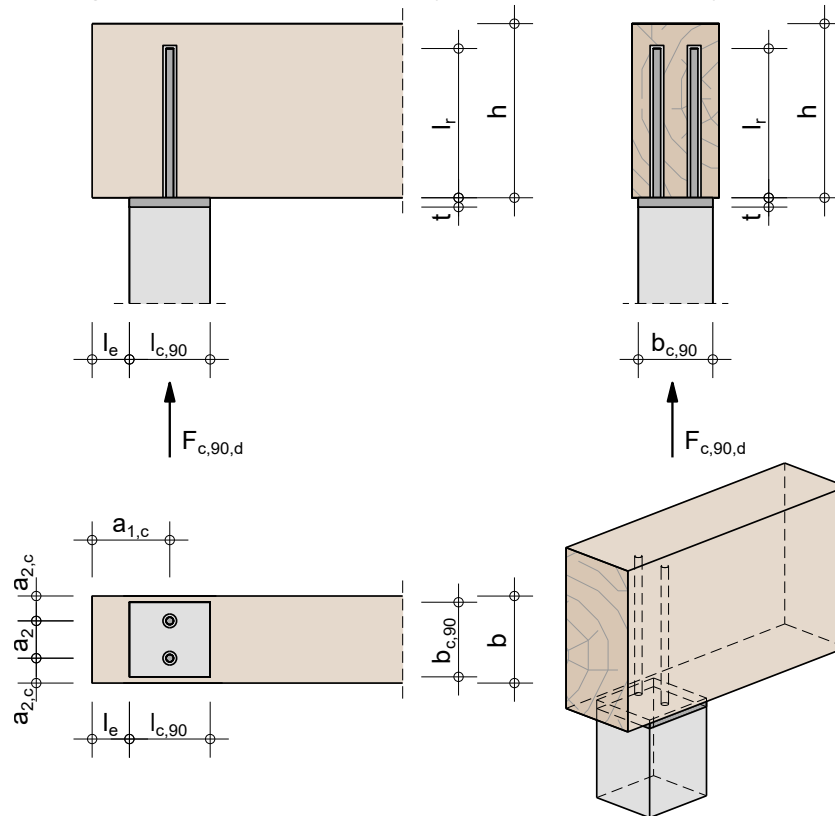


Nachweis Querdruckverstärkung

nach ETA-19/0194 vom 12.09.2019

Anschluss & Geometrie

eingelebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



Bauteile:	Brettschichtholz, GL24c	$b/h = 200/700 \text{ mm}$	$\rho_k = 365 \text{ kg/m}^3$
	$l_e = 20 \text{ mm}$	$l_{c,90} = 100 \text{ mm}$	$b_{c,90} = 180 \text{ mm}$
	Druckverteilerplatte:	$t = 10 \text{ mm}$	$f_{yk} = S235$
Verbinder:	1x2 M16 Hilti AM 5.8	Hilti HIT-RE 500 V3	ETA-19/0194
	$d = 16 \text{ mm}$	$t_b = 1.0 \text{ mm}$	$d_{drill} = 18 \text{ mm}$
	$l_r = 500 \text{ mm}$	$l_{drill} = 510 \text{ mm}$	
	$n_x = 1$	$a_{1,c} = 70.0 \text{ mm}$	
	$n_y = 2$	$a_{2,c} = 40.0 \text{ mm}$	$a_2 = 100.0 \text{ mm}$

Beanspruchung

Nutzungsklasse	NKL2 - Überdachte offene Tragwerke		
$F_{c,90,d} =$	120.00 kN	KLED: mittel	$k_{mod}: 0.8$

Nachweis:	$0.72 \leq 1.00$	Nachweis erfüllt
-----------	------------------	-------------------------

Bemessung

Überprüfung der Mindestabstände

$a_{1,c} = 70.0 \text{ mm} \geq$	$a_{1,c,min} = 2.5d = 40.0 \text{ mm}$	nach DIN EN 1995-1-1:2013-08/NA, Tab. NA.23
$a_2 = 100.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,min} = 4d = 64.0 \text{ mm}$	nach DIN EN 1995-1-1:2013-08/NA, Tab. NA.23
$a_{2,c} = 50.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,c,min} = 2.5d = 40.0 \text{ mm}$	nach DIN EN 1995-1-1:2013-08/NA, Tab. NA.23

Querdrucktragfähigkeit (ohne Verstärkung)

Bauteil:	Brettschichtholz, GL24c	$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$	$k_{c,90} = 1.75$
Auflagerfläche:		$l_{c,90} = 100 \text{ mm}$	$b_{c,90} = 180 \text{ mm}$

$$A_{ef,1} = b_{c,90} * (l_{c,90} + 30 + \min\{30; l_e\}) = 180 * (100 + 30 + \min\{30; 20\}) = 27000 \text{ mm}^2$$

$$f_{c,90,d} = k_{mod} * \frac{f_{c,90,k}}{\gamma_M} = 0.8 * \frac{2.50}{1.30} = 1.54 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{c,90,Rd} = A_{ef,1} * k_{c,90} * f_{c,90,d} = 27000 * 1.75 * 1.54 * 10^{-3} = 72.77 \text{ kN}$$

Nachweis Querdrucktragfähigkeit:	$\frac{F_{c,90,d}}{F_{c,90,Rd}} = \frac{120.00}{72.77} =$	$1.65 \geq 1.00$
Querdruckverstärkung erforderlich!		

Querdrucktragfähigkeit im Bereich der Auflagerung (Bereich 1)

Gewindestange:	1x2 M16 Hilti AM 5.8	$d = 16 \text{ mm}$	$l_r = 500 \text{ mm}$
	$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$	$A_s = 1.570 \text{ cm}^2$	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$
Kleber:	Hilti HIT-RE 500 V3		$f_{vr,k}$ nach ETA-19/0194

Überprüfung der Einklebelänge l_w nach TR 070, Gl. 4.4 und ETA-19/0194:

$$l_{r,min} = \max\{0.5 * d^2; 10 * d; 100 \text{ mm}\} = \max\{128; 160; 100\} = 160 \text{ mm} \leq l_r = 500 \text{ mm}$$

$$l_{r,max} = \min\{40 * d; 750 \text{ mm}\} = \min\{640; 750\} = 640 \text{ mm} \geq l_r = 500 \text{ mm}$$

$$f_{vr,k} = 5.55 - 0.005 * l_r = 5.55 - 0.005 * 500 = 3.05 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{ETA-19/0194})$$

$$f_{vr,d} = k_{mod} * \frac{f_{vr,k}}{\gamma_M} = 0.8 * \frac{3.05}{1.30} = 1.88 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{TR 070, Gl. 4.3})$$

$$E_s * I_s = \frac{210000 * A_s^2}{\pi * 4} = \frac{210000 * 1.57^2 * 10^{-4}}{\pi * 4} = 411916070 \text{ N} * \text{mm}^2 \quad (\text{Z-9.1-791, Gl. 10})$$

$$c_h = (0.19 + 0.012 * d) * \rho_k * \left(\frac{90 + \alpha}{180}\right)$$

$$= (0.19 + 0.012 * 16) * 365 * \left(\frac{90 + 90}{180}\right) = 139.43 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{ETA-22/0772})$$

$$N_{ki,k} = \sqrt{c_h * E_s * I_s} = \sqrt{139.43 * 411916070 * 10^{-3}} = 239.7 \text{ kN} \quad (\text{Z-9.1-791, Gl. 8})$$

$$N_{pl,k} = A_s * f_{y,k} = 1.57 * 400 * 10^{-1} = 62.8 \text{ kN} \quad (\text{Z-9.1-791, Gl. 6})$$

$$N_{pl,d} = \frac{N_{pl,k}}{\gamma_M} = \frac{62.8}{1.1} = 57.1 \text{ kN} \quad (\text{Z-9.1-791, Gl. 7})$$

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{N_{pl,k}}{N_{ki,k}}} = \sqrt{\frac{62.8}{239.7}} = 0.51 \quad (\text{Z-9.1-791, Gl. 5})$$

$$k = 0.5 * [1 + 0.49 * (\bar{\lambda}_k - 0.2) + \bar{\lambda}_k^2] = 0.5 * [1 + 0.49 * (0.51 - 0.2) + 0.51^2] = 0.706 \quad (\text{Z-9.1-791, Gl. 4})$$

$$\kappa_c = \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \bar{\lambda}_k^2}} = \frac{1}{0.706 + \sqrt{0.706^2 - 0.51^2}} = 0.837 \quad (\text{Z-9.1-791, Gl. 3})$$

$$F_{ax,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \text{Klebefugenfestigkeit} \\ \text{Dehnvermögen des Holzes (prEN 1995-1-1, Gl. 11.95)} \\ \text{Widerstand gegen Knicken} \end{array} \right.$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} \pi * d * l_r * f_{vr,d} = \pi * 16 * 500 * 1.88 * 10^{-3} = 47.25 \text{ kN} \\ \frac{k_{mod}}{\gamma_M} * E_s * A_s * \varepsilon_{u,tim} = \frac{0.80}{1.30} * 210000 * 10^{-1} * 1.57 * 2.4 * 10^{-3} = 48.69 \text{ kN} \\ \kappa_c * N_{pl,d} = 0.837 * 57.1 = 47.79 \text{ kN} \end{array} \right.$$

$$= 47.25 \text{ kN}$$

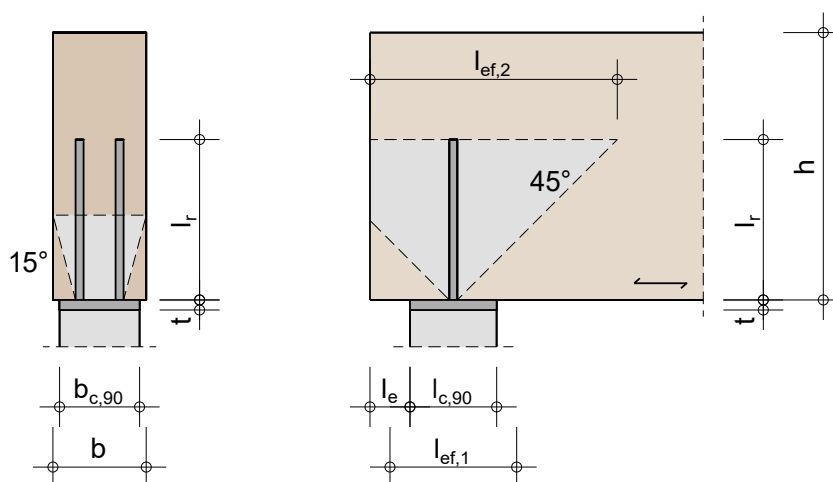
$$F_{1,90,Rd} = F_{c,90,Rd} + n_x * n_y * F_{ax,Rd} = 72.77 + 1 * 2 * 47.25 = 167.27 \text{ kN}$$

Nachweis Querdruck (Bereich 1):

$$\frac{F_{c,90,d}}{F_{1,90,Rd}} = \frac{120.00}{167.27} =$$

$$0.72 \leq 1.00$$

Querdrucktragfähigkeit im Bereich der Gewindestangenenden (Bereich 2)



$$b_{ef,2} = \min \left\{ \begin{array}{l} b = 200 \text{ mm} \\ (n_y - 1) * a_2 + 2 * l_r * \tan 15 = (2 - 1) * 100.0 + 2 * 500 * \tan 15 = 368 \text{ mm} \end{array} \right.$$

$$= 200 \text{ mm}$$

$$l_{ef,2} = l_r + (n_x - 1) * a_1 + \min \{l_r; a_{1,c}\} = 500 + 0 + \min \{500; 70\} = 570 \text{ mm}$$

$$A_{ef,2} = b_{ef,2} * l_{ef,2} = 200 * 570 = 114000 \text{ mm}^2$$

$$F_{2,90,Rd} = A_{ef,2} * f_{c,90,d} = 114000 * 1.54 * 10^{-3} = 175.56 \text{ kN}$$

Nachweis Querdruck (Bereich 2):	$\frac{F_{c,90,d}}{F_{2,90,Rd}} = \frac{120.00}{175.56} =$	$0.68 \leq 1.00$
---------------------------------	--	------------------

Zusammenstellung der Ergebnisse

Nachweis Querdruck (unverstärkt):	$\frac{F_{c,90,d}}{F_{c,90,Rd}} = \frac{120.00}{72.77} =$	$1.65 \geq 1.00$
Nachweis Querdruck (Bereich 1):	$\frac{F_{1,90,Rd}}{F_{c,90,d}} = \frac{167.27}{120.00} =$	$0.72 \leq 1.00$
Nachweis Querdruck (Bereich 2):	$\frac{F_{c,90,d}}{F_{2,90,Rd}} = \frac{120.00}{175.56} =$	$0.68 \leq 1.00$

Nachweis:	$0.98 \leq 1.00$	Nachweis erfüllt
-----------	------------------	-------------------------

Hinweise

- Die Installation erfolgt durch direktes Befüllen der Injektion mit dem Hilti Dosiersystem.

verwendete Normen

DIN EN 14080:2013-09	Holzbauwerke - Brettschichtholz und Balkenschichtholz
DIN EN 1995-1-1:2010-12	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauteilen, Teil 1-1
DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07	Änderung A2 zu EC5
DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08	Nationaler Anhang (EC5)
TR 070 aus Oktober 2019	Design of Glued-in Rods for Timber Connections European Organisation for technical Assessment
ETA-19/0194 vom 12.09.2019	Hilti HIT-RE 500 V3 Glued-in rods for timber connections Hilti Aktiengesellschaft, 9494 Schaan, Fürstentum Liechtenstein
ETA-22/0772 vom 03.04.2023	Hilti Schrauben S-WCF, S-WXF, S-WCP, S-WWP und S-WDF Schrauben als Holzverbindungsmittel Hilti Aktiengesellschaft, 9494 Schaan, Fürstentum Liechtenstein
Z-9.1-791 vom 26.05.2021	Verbindungen mit faserparallel in Brettschichtholz eingeklebten Gewindestangen für den Holzbau Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.