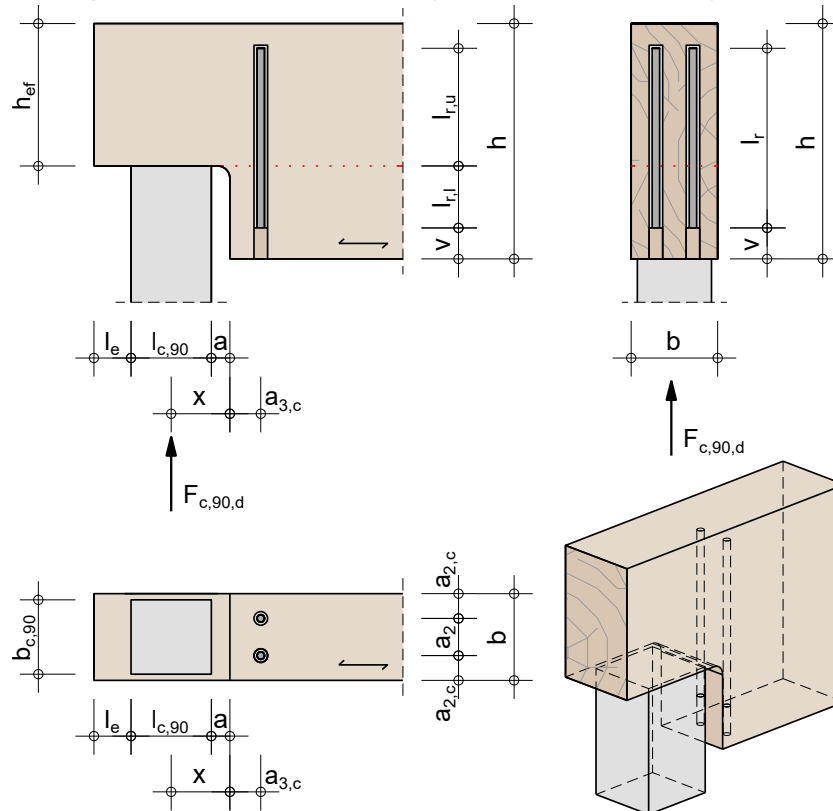


Nachweis Ausklinkung

nach ETA-19/0194 vom 12.09.2019

Anschluss & Geometrie

ingklebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



Bauteile:	Brettschichtholz, GL24c	$b/h = 200/1000 \text{ mm}$	$\rho_k = 365 \text{ kg/m}^3$
	$h_{ef} = 700 \text{ mm}$	$a = 30 \text{ mm}$	$x = 80 \text{ mm}$
	$l_e = 20 \text{ mm}$	$l_{c,90} = 100 \text{ mm}$	$b_{c,90} = 180 \text{ mm}$
Verbinder:	1x2 M12 Hilti AM 5.8	Hilti HIT-RE 500 V3	ETA-19/0194
	$d = 12 \text{ mm}$	$d_{drill} = 14 \text{ mm}$	$v = 0.0 \text{ mm}$
	$l_r = 800 \text{ mm}$	$l_{r,l} = 300 \text{ mm}$	$l_{r,u} = 500 \text{ mm}$
	$n_x = 1$	$a_{3,c} = 50.0 \text{ mm}$	
	$n_y = 2$	$a_{2,c} = 50.0 \text{ mm}$	$a_2 = 100.0 \text{ mm}$

Beanspruchung

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

Nachweis:	$0.84 \leq 1.00$	Nachweis erfüllt
-----------	------------------	-------------------------

Bemessung

Überprüfung der Mindestabstände

$a_{3,c} = 50.0 \text{ mm} \geq$	$a_{1,c,min} = 2.5d = 30.0 \text{ mm}$	nach DIN EN 1995-1-1:2013-08/NA, Tab. NA.23
$a_2 = 100.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,min} = 4d = 48.0 \text{ mm}$	nach DIN EN 1995-1-1:2013-08/NA, Tab. NA.23
$a_{2,c} = 50.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,c,min} = 2.5d = 30.0 \text{ mm}$	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!	

Schubspannung im reduzierten Querschnitt

Bauteil:	Brettschichtholz, GL24c	$b/h_{ef} = 200/700 \text{ mm}$	$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$
-----------------	-------------------------	---------------------------------	---------------------------------

$$k_{cr} = \frac{2.50}{f_{v,k}} = \frac{2.50}{3.50} = 0.71$$

$$A_{red,ef} = k_{cr} * b * h_{ef} = 0.71 * 200 * 700 = 99400 \text{ mm}^2$$

$$\tau_d = 1.5 * \frac{F_{c,90,d}}{A_{red,ef}} = 1.5 * \frac{120.00 * 10^3}{99400} = 1.81 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0.80 * \frac{3.50}{1.30} = 2.15 \text{ N/mm}^2$$

Schubspannungsnachweis red. Querschnitt:	$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1.81}{2.15} =$	$0.84 \geq 1.00$
--	--	------------------

Schubspannungsnachweis am ausgeklinkten Auflager (ohne Verstärkung)

$$i = 0 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h} = \frac{700}{1000} = 0.70$$

$$x = 80 \text{ mm}$$

$$k_n = 6.5 \quad (6.63)$$

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{k_n * \left(1 + \frac{1.1 * i^{1.5}}{\sqrt{h}}\right)}{\sqrt{h} * \left(\sqrt{\alpha * (1 - \alpha)} + 0.8 * \frac{x}{h} * \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2}\right)} \end{array} \right. \quad (6.62)$$

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{6.5 * \left(1 + \frac{1.1 * 0^{1.5}}{\sqrt{1000}}\right)}{\sqrt{1000} * \left(\sqrt{0.70 * (1 - 0.70)} + 0.8 * \frac{80}{1000} * \sqrt{\frac{1}{0.70} - 0.70^2}\right)} \end{array} \right. = 0.40$$

$$= 0.40$$

$$k_{cr} = \frac{2.5}{f_{v,k}} = \frac{2.5}{3.50} = 0.71$$

$$A_{ef} = k_{cr} * b * h_{ef} = 0.71 * 200 * 700 = 99400 \text{ mm}^2$$

$$\tau_d = 1.5 * \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} = 1.5 * \frac{120.00 * 10^3}{99400} = 1.81 \text{ N/mm}^2$$

Schubspannungsnachweis (ohne Verstärkung): $\frac{\tau_d}{k_v * f_{v,d}} = \frac{1.81}{0.40 * 2.15} = 2.10 \geq 1.00$ Verstärkung der Ausklinkung erforderlich!
--

Biegespannungsnachweis am ausgeklinkten Auflager

$$e = x + a_{3,c} = 80 + 50 = 130 \text{ mm}$$

$$M_d = F_{c,90,d} * e = 120.00 * 130 * 10^{-3} = 15.60 \text{ kNm}$$

$$W_{ef} = \frac{b * h_{ef}^2}{6} = \frac{200 * 700^2 * 10^{-3}}{6} = 16333 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_{ef}} = \frac{15.60 * 10^3}{16333} = 0.96 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.80 * \frac{24.00}{1.30} = 14.77 \text{ N/mm}^2$$

Biegespannungsnachweis: $\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.98}{14.77} = 0.07 \leq 1.00$
--

Querzugverstärkung der Ausklinkung

Klebefugenfestigkeit

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h} = \frac{700}{1000} = 0.70$$

$$F_{t,90,d} = 1.3 * F_{c,90,d} * \left[3 * (1 - \alpha)^2 - 2 * (1 - \alpha)^3 \right] \quad (\text{NA.77})$$

$$= 1.3 * 120.00 * \left[3 * (1 - 0.7)^2 - 2 * (1 - 0.7)^3 \right] = 33.70 \text{ kN}$$

$$n = n_x * n_y = 1 * 2 = 2$$

$$n_{ef} = n^{0.9} = 2^{0.9} = 1.87$$

$$l_{ad} = \min \{l_{r,l}; l_{r,u}\} = \min \{300; 500\} = 300 \text{ mm}$$

Überprüfung der Einklebelänge l_{ad} nach TR 070, Gl. 4.4 und ETA-19/0194:

$$l_{ad,min} = \max \{0.5 * d^2; 10 * d; 100 \text{ mm}\} = \max \{72; 120; 100\} = 120 \text{ mm} \leq l_{ad} = 300 \text{ mm}$$

$$l_{ad,max} = \min \{40 * d; 750 \text{ mm}\} = \min \{480; 750\} = 480 \text{ mm} \geq l_{ad} = 300 \text{ mm}$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{n_{ef} * d * \pi * l_{ad}} = \frac{33.70 * 10^3}{1.87 * 12 * \pi * 300} = 1.59 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{NA.79})$$

$$f_{vr,k} = 5.55 - 0.005 * l_{ad} = 5.55 - 0.005 * 300 = 4.05 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{ETA-19/0194})$$

$$f_{vr,d} = k_{mod} * \frac{f_{vr,k}}{\gamma_M} = 0.8 * \frac{4.05}{1.30} = 2.49 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{TR 070, Gl. 4.3})$$

Nachweis der Klebefugenfestigkeit:	$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{vr,d}} = \frac{1.59}{4.05} =$	$0.39 \leq 1.00$
------------------------------------	--	------------------

Stahlzugtragfähigkeit

Verbinder:	1x2 M12 Hilti AM 5.8	Hilti AG	ETA-19/0194
	$f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$	$A_s = A_{ef} = 0.843 \text{ cm}^2$

Stahlzugtragfähigkeit einer Gewindestange:

$$F_{t,d} = f_{yd} * A_{ef} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} * A_{ef} = \frac{400}{1.30} * 0.843 * 10^{-1} = 25.94 \text{ kN} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1/NA, NA.155})$$

Stahlzugtragfähigkeit der Verbindung:

$$F_{t,Rd} = n_{ef} * F_{t,d} = n^{0.9} * F_{t,d} = 2^{0.9} * 25.94 = 48.41 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlzugtragfähigkeit:	$\frac{F_{t,90,d}}{F_{t,Rd}} = \frac{33.70}{48.41} =$	$0.70 \leq 1.00$
---------------------------------	---	------------------

Dehnvermögen des Holzes

$$F_{ax,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} * E_s * A_s * \varepsilon_{u,tim} \quad (\text{prEN 1995-1-1, Gl. 11.95})$$

$$= \frac{0.80}{1.30} * 210000 * 10^{-1} * 0.843 * 2.4 * 10^{-3} = 26.15 \text{ kN}$$

$$F_{ax,Rd} = n_{ef} * F_{ax,d} = n^{0.9} * F_{ax,d} = 2^{0.9} * 26.15 = 48.90 \text{ kN}$$

Dehnvermögen des Holzes:	$\frac{F_{t,90,d}}{F_{ax,Rd}} = \frac{33.70}{48.90} =$	$0.69 \leq 1.00$
--------------------------	--	------------------

Überprüfung Querzug

$$\frac{l_{r,l}}{v + l_{r,l}} = \frac{300}{0 + 300} = 1.00 > 0.70$$

$$\frac{l_{r,u}}{h_{ef}} = \frac{500}{700} = 0.71 > 0.70$$

Gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:20213-08, NCI Zu 8.1.4 (NA.6) ist kein Querzugnachweis erforderlich.

Zusammenstellung der Ergebnisse

Nachweis Querdruck (unverstärkt):	$\frac{F_{c,90,d}}{F_{c,90,Rd}} = \frac{120.00}{72.77} =$	$1.65 \geq 1.00$
Schubspannungsnachweis red. Querschnitt:	$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = \frac{1.81}{2.15} =$	$0.84 \leq 1.00$
Schubspannungsnachweis (unverstärkt):	$\frac{\tau_d}{k_v * f_{v,d}} = \frac{1.81}{0.40 * 2.15} =$	$2.10 \geq 1.00$
Biegespannungsnachweis:	$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.98}{14.47} =$	$0.07 \leq 1.00$
Klebefugenfestigkeit:	$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{vr,d}} = \frac{1.59}{4.05} =$	$0.39 \leq 1.00$
Stahltragfähigkeit:	$\frac{F_{t,Rd}}{F_{t,90,d}} = \frac{48.41}{33.70} =$	$0.70 \leq 1.00$
Dehnvermögen des Holzes:	$\frac{F_{t,Rd}}{F_{ax,Rd}} = \frac{33.70}{48.90} =$	$0.69 \leq 1.00$

Nachweis:	$0.84 \leq 1.00$	Nachweis erfüllt
	Querdruckverstärkung erforderlich!	

Hinweise

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

Ausführung und Überwachung

- Die Installationsanweisungen der ETA sind zu beachten (z.B. die Dokumentation der Holzfeuchte, Temperatur während der Verklebung und Aushärtung, Klebermenge, Anfangs- und Endzeitpunkt der Verklebung etc.).
- Die Klebefugendicke t_b ist einzuhalten.
- Es ist auf saubere und unverbrannte Bohrlochwände zu achten.
- Abstandshalter und Zentrierhilfen sind zu verwenden.

- Die Herstellung von geklebten Verbindungen erfordert in einigen Ländern einen Leimschein. Es ist zu prüfen ob ein Leimschein erforderlich ist und ob das ausführende Unternehmen eine entsprechende Qualifikation vorweisen kann.

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