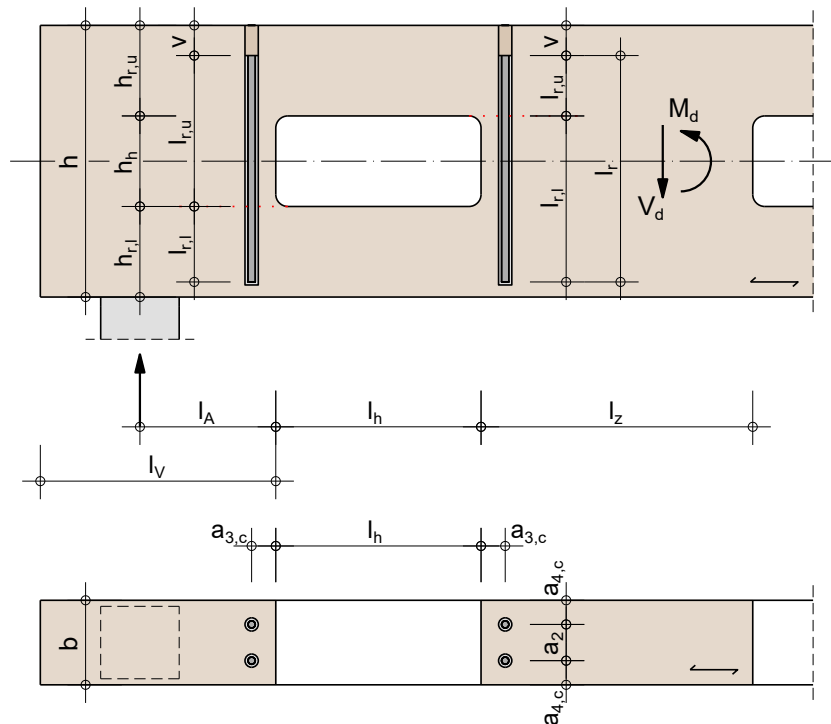


Nachweis rechteckiger Durchbruch

nach ETA-19/0194 vom 12.09.2019

Anschluss & Geometrie

eingeklebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



Bauteile:	Brettschichtholz, GL24c	$b/h = 200/400$ mm	$\rho_k = 365$ kg/m ³
	$h_{r,u} = 130$ mm	$h_h = 120$ mm	$h_{r,l} = 150$ mm
Durchbruch:	$h_h/l_h = 120/300$ mm	$l_A = 450$ mm	$l_V = 500$ mm
	$l_z = 400$ mm		
Verbindungsmittel:	2x2 M12 Hilti AM 5.8	Hilti HIT-RE 500 V3	ETA-19/0194
	$d = 12$ mm	$d_{drill} = 14$ mm	$v = 0.0$ mm
	$l_r = 380$ mm		
	$a_2 = 100.0$ mm	$a_{3,c} = 50.0$ mm	$a_{4,c} = 50.0$ mm

Beanspruchung

Nutzungsklasse	NKL2 - Überdachte offene Tragwerke		
	$V_d = 18.00$ kN	$M_d = 5.00$ kNm	KLED: mittel $k_{mod} = 0.80$

Nachweis: $0.78 \leq 1.00$ **Nachweis erfüllt**

Bemessung

Überprüfung der Mindestabstände

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

Bemessungslasten

$$F_{t,V,d} = \frac{V_d * h_h}{4 * h} * \left[3 - \frac{h_h^2}{h^2} \right] = \frac{18.00 * 120}{4 * 400} * \left[3 - \frac{120^2}{400^2} \right] = 3.93 \text{ kN} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1/NA, NA.67})$$

$$h_r = \min \{h_{r,u}; h_{r,l}\} = \min \{130; 150\} = 130 \text{ mm}$$

$$F_{t,M,d} = 0.008 * \frac{M_d}{h_r} = 0.008 * \frac{5.00}{130 * 10^{-3}} = 0.31 \text{ kN} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1/NA, NA.68})$$

$$F_{t,90,d} = F_{t,V,d} * F_{t,M,d} = 3.93 + 0.31 = 4.24 \text{ kN} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1/NA, NA.66})$$

unverstärkte Durchbrüche

Mindest- und Höchstmaße für unverstärkte Durchbrüche:

$l_V = 500 \text{ mm} \geq$	$h = 400 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.7 erfüllt
$l_z = 400 \text{ mm} \geq$	$1.5 * h = 600 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.7 nicht erfüllt
$l_A = 450 \text{ mm} \geq$	$h/2 = 200 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.7 erfüllt
$h_{r,u(r,l)} = 130 \text{ mm} \geq$	$0.35 * h = 140 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.7 nicht erfüllt
$l_h = 300 \text{ mm} \leq$	$0.4 * h = 160 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.7 nicht erfüllt
$h_h = 120 \text{ mm} \leq$	$0.15 * h = 60 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.7 nicht erfüllt

Mindestens eine der geometrischen Randbedingungen zur Ausführung unverstärkter Durchbrüche ist nicht erfüllt. Der Durchbruch muss verstärkt werden.

verstärkte Durchbrüche

Mindest- und Höchstmaße für verstärkte Durchbrüche nach DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 NCI NA.6.8.4:

$l_V = 500 \text{ mm} \geq$	$h = 400 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.8 erfüllt
$l_z = 400 \text{ mm} \geq$	$h = 400 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.8 erfüllt
$l_A = 450 \text{ mm} \geq$	$h/2 = 200 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.8 erfüllt
$h_{r,u(r,l)} = 130 \text{ mm} \geq$	$0.25 * h = 100 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.8 erfüllt
$l_h = 300 \text{ mm} \leq$	$h = 400 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.8 erfüllt
$l_h/h_h = 2.5 \leq$	2.5	Bedingung nach NCI NA.6.8 erfüllt
$h_h = 120 \text{ mm} \leq$	$0.3 * h = 120 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.8 erfüllt

Biegespannungsnachweis am Durchbruch

Bauteil: Brettschichtholz, GL24c $f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$

$$I_{netto} = \frac{b * h^3}{12} - \left[\frac{b * h_h^3}{12} + h_h * b * \left(\frac{h}{2} - h_{r,u} - \frac{h_h}{2} \right)^2 \right]$$

$$= \frac{200 * 400^3}{12} - \left[\frac{200 * 120^3}{12} + 120 * 200 * \left(\frac{400}{2} - 130 - \frac{120}{2} \right)^2 \right] = 1035466667 \text{ mm}^4$$

$$W_{netto} = \frac{I_{netto}}{\frac{h}{2}} = \frac{1035466667}{\frac{400}{2}} = 5177333 \text{ mm}^3$$

$$A_{r,u} = b * h_{r,u} = 200 * 130 = 26000 \text{ mm}^2$$

$$A_{r,l} = b * h_{r,l} = 200 * 150 = 30000 \text{ mm}^2$$

$$A_r = A_{r,u} + A_{r,l} = 26000 + 30000 = 56000 \text{ mm}^2$$

$$W_{r,u} = \frac{b * h_{r,u}^2}{6} = \frac{200 * 130^2}{6} = 563333 \text{ mm}^3$$

$$W_{r,l} = \frac{b * h_{r,l}^2}{6} = \frac{200 * 150^2}{6} = 750000 \text{ mm}^3$$

$$V_{r,u,d} = \frac{A_{r,u}}{A_r} * V_d = \frac{26000}{56000} * 18.00 = 8.36 \text{ kN}$$

$$V_{r,l,d} = \frac{A_{r,l}}{A_r} * V_d = \frac{30000}{56000} * 18.00 = 9.64 \text{ kN}$$

$$M_{r,u,d} = \frac{V_{r,u,d} * l_h}{2} = \frac{8.36 * 300 * 10^{-3}}{2} = 1.254 \text{ kNm}$$

$$M_{r,l,d} = \frac{V_{r,l,d} * l_h}{2} = \frac{9.64 * 300 * 10^{-3}}{2} = 1.446 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{r,u,m,d} = \frac{M_d}{W_{netto}} + \frac{M_{r,u,d}}{W_{r,u}} = \frac{5.00 * 10^6}{5177333} + \frac{1.254 * 10^6}{563333} = 3.19 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{r,l,m,d} = \frac{M_d}{W_{netto}} + \frac{M_{r,l,d}}{W_{r,l}} = \frac{5.00 * 10^6}{5177333} + \frac{1.446 * 10^6}{750000} = 2.89 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{h,r,u} = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{600}{h_{r,u}} \right)^{0,1} = \left(\frac{600}{130} \right)^{0,1} = 1.17 \\ 1.1 \end{array} \right. = 1.10 \quad (\text{Gl. 3.2})$$

$$k_{h,r,l} = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{600}{h_{r,l}} \right)^{0,1} = \left(\frac{600}{150} \right)^{0,1} = 1.15 \\ 1.1 \end{array} \right. = 1.10 \quad (\text{Gl. 3.2})$$

$$f_{r,u,m,d} = k_{mod} * \frac{k_{h,r,u} * f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.80 * \frac{1.10 * 24.0}{1.30} = 16.25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{r,l,m,d} = k_{mod} * \frac{k_{h,r,l} * f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.80 * \frac{1.10 * 24.0}{1.30} = 16.25 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis Biegespannung:

$$\max \left\{ \frac{\sigma_{r,u,m,d}}{f_{r,u,m,d}}; \frac{\sigma_{r,l,m,d}}{f_{r,l,m,d}} \right\} = \frac{3.19}{16.25} = 0.20 \leq 1.00$$

Schubspannung am Durchbruch

$$k_{rad} = 1.8$$

$$k_{\tau} = k_{rad} * \left(1 + \frac{l_h}{h}\right) * \left(\frac{h_h}{h}\right)^{0.2} = 1.8 * \left(1 + \frac{300}{400}\right) * \left(\frac{120}{400}\right)^{0.2} = 2.48 \quad (\text{prEN 1995-1-1:20XX (E), Gl. 8.100})$$

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

$$b_{ef} = k_{cr} * b = 0.71 * 200 = 142 \text{ mm}$$

$$\tau_{max,d} = k_{\tau} * \frac{1.5 * V_d}{b_{ef} * (h - h_h)} = 2.48 * \frac{1.5 * 18.00 * 10^3}{142 * (400 - 120)} = 1.68 \text{ N/mm}^2$$

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

Schubspannungsnachweis:	$\frac{\tau_{max,d}}{f_{v,d}} = \frac{1.68}{2.15} =$	$0.78 \leq 1.00$
-------------------------	--	------------------

Klebefugenfestigkeit

links des Durchbruchs:

$$l_{r,l} = 130 \text{ mm}$$

$$l_{r,u} = 250 \text{ mm}$$

rechts des Durchbruchs:

$$l_{r,l} = 250 \text{ mm}$$

$$l_{r,u} = 130 \text{ mm}$$

$$l_{ad} = \min \{l_{r,l}; l_{r,u}\} = \min \{130; 250\} = 130 \text{ mm}$$

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

$$l_{ad,min} = \max \{0.5 * d^2; 10 * d; 100 \text{ mm}\} = \max \{72; 120; 100\} = 120 \text{ mm} \leq l_{ad} = 130 \text{ mm}$$

$$l_{ad,max} = \min \{40 * d; 750 \text{ mm}\} = \min \{480; 750\} = 480 \text{ mm} \geq l_{ad} = 130 \text{ mm}$$

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

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{n_{ef} * d * \pi * l_{ad}} = \frac{4.24 * 10^3}{1.87 * 12 * \pi * 130} = 0.46 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{NA.86})$$

$$f_{vr,k} = 4.30 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{ETA-19/0194})$$

$$f_{vr,d} = k_{mod} * \frac{f_{vr,k}}{\gamma_M} = 0.8 * \frac{4.30}{1.30} = 2.65 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis der Klebefugenfestigkeit:	$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{vr,d}} = \frac{0.46}{2.65} =$	$0.17 \leq 1.00$
------------------------------------	--	------------------

Stahlzugtragfähigkeit

Verbindungsmittel: 2x2 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:

$$\frac{F_{t,90,d}}{F_{t,Rd}} = \frac{4.24}{48.41} =$$

$$0.09 \leq 1.00$$

Dehnvermögen des Holzes

$$F_{ax,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} * E_s * A_s * \varepsilon_{u,tim}$$

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

(prEN 1995-1-1, Gl. 11.95)

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

Dehnvermögen des Holzes:

$$\frac{F_{t,90,d}}{F_{ax,Rd}} = \frac{4.24}{48.90} =$$

$$0.09 \leq 1.00$$

Zusammenstellung der Ergebnisse

Nachweis Biegespannung:

$$\max \left\{ \frac{\sigma_{r,u,m,d}}{f_{r,u,m,d}}; \frac{\sigma_{r,l,m,d}}{f_{r,l,m,d}} \right\} = \frac{3.19}{16.25} = 0.20 \leq 1.00$$

Schubspannungsnachweis:

$$\frac{\tau_{max,d}}{f_{v,d}} = \frac{1.68}{2.15} = 0.78 \leq 1.00$$

Nachweis der Klebefugenfestigkeit:

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{vr,d}} = \frac{0.46}{2.65} = 0.17 \leq 1.00$$

Nachweis Stahlzugtragfähigkeit:

$$\frac{F_{t,90,d}}{F_{t,Rd}} = \frac{4.24}{48.41} = 0.09 \leq 1.00$$

Dehnvermögen des Holzes:

$$\frac{F_{t,90,d}}{F_{ax,Rd}} = \frac{4.24}{48.90} = 0.09 \leq 1.00$$

Nachweis:

$$0.78 \leq 1.00$$

Nachweis erfüllt

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