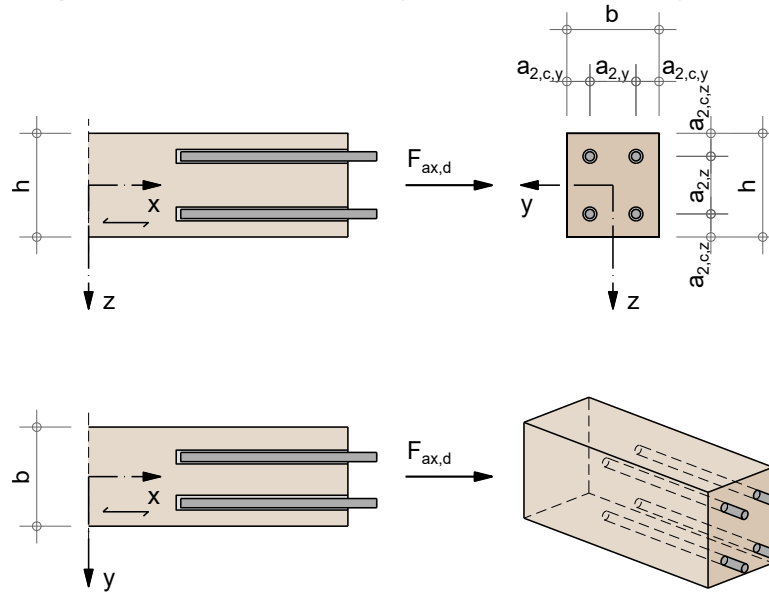


Nachweis Hilti eingeklebte Gewindestange

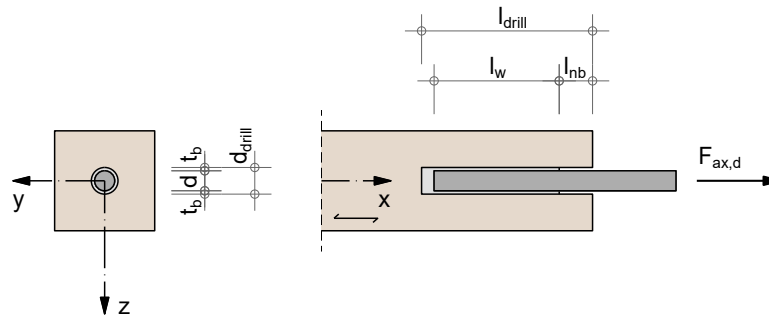
nach ETA-20/0834 vom 16.11.2020

Anschluss & Geometrie

eingeklebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



Bauteile:	Brettschichtholz, GL24h	b/h = 200/160 mm	$\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$
Verbinder:	2x2 M16 Hilti AM 5.8	Hilti HIT-RE 500 V4	ETA-20/0834
	$d = 16 \text{ mm}$	$t_b = 1.0 \text{ mm}$	$d_{drill} = 18 \text{ mm}$
	$l_w = 300 \text{ mm}$	$l_{nb} = 0 \text{ mm}$	$l_{drill} = 310 \text{ mm}$
	$n_y = 2$	$a_{2,c,y} = 40.0 \text{ mm}$	$a_{2,y} = 120.0 \text{ mm}$
	$n_z = 2$	$a_{2,c,z} = 40.0 \text{ mm}$	$a_{2,z} = 80.0 \text{ mm}$



Beanspruchung

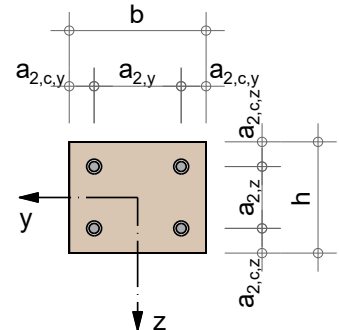
Nutzungsklasse	NKL1 - beheizte Innenräume		
$F_{ax,d} =$	160.00 kN	KLED: kurz / sehr kurz	$k_{mod} = 1.00$

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

Bemessung

Überprüfung der Mindestabstände

$a_{2,c,y} = 40.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,c,min} = 2.5d = 40.0 \text{ mm}$	nach TR 070
$a_{2,y} = 120.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,min} = 5d = 80.0 \text{ mm}$	nach TR 070
$a_{2,c,z} = 40.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,c,min} = 2.5d = 40.0 \text{ mm}$	nach TR 070
$a_{2,z} = 80.0 \text{ mm} \geq$	$a_{2,min} = 5d = 80.0 \text{ mm}$	nach TR 070



Stahlzugtragfähigkeit

Verbinder:	2x2 M16 Hilti AM 5.8	Hilti AG	ETA-20/0834
	$f_{uk} = 500 \text{ N/mm}^2$	$f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$	$A_s = A_{ef} = 1.570 \text{ cm}^2$

Stahlzugtragfähigkeit einer Gewindestange:

$$F_{t,d} = f_{yd} * A_{ef} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} * A_{ef} = \frac{400}{1.30} * 1.570 * 10^{-1} = 48.31 \text{ kN} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1/NA, NA.155})$$

Stahlzugtragfähigkeit der Verbindung:

$$F_{t,Rd} = n_{ef} * F_{t,d} = n^{0.9} * F_{t,d} = 3.48^{0.9} * 48.31 = 168.23 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlzugtragfähigkeit:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{t,Rd}} = \frac{160.00}{168.23} =$	$0.95 \leq 1.00$
---------------------------------	---	------------------

Klebefugenfestigkeit

Gewindestange:	2x2 M16 Hilti AM 5.8	$d = 16 \text{ mm}$	$l_w = l_a = 300 \text{ mm}$
Kleber:	Hilti HIT-RE 500 V4		$f_{vr,k}$ nach ETA-20/0834

Überprüfung der Einklebelänge l_w nach TR 070, Gl. 4.4 und ETA-20/0834:

$$l_{w,min} = \max \{0.5 * d^2; 10 * d; 100 \text{ mm}\} = \max \{128; 160; 100\} = 160 \text{ mm} \leq l_w = 300 \text{ mm}$$

$$l_{w,max} = \min \{40 * d; 750 \text{ mm}\} = \min \{640; 750\} = 640 \text{ mm} \geq l_w = 300 \text{ mm}$$

$$f_{vr,k} = 5.55 - 0.005 * l_a = 5.55 - 0.005 * 300 = 4.05 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{ETA-20/0834})$$

$$f_{vr,d} = k_{mod} * \frac{f_{vr,k}}{\gamma_M} = 1.00 * \frac{4.05}{1.30} = 3.12 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{TR 070, Gl. 4.3})$$

Klebefugentragfähigkeit je Klebefuge:

$$\begin{aligned}
 F_{w,d} &= \min \left\{ \begin{array}{l} \text{Klebefugenfestigkeit} \\ \text{Dehnvermögen des Holzes} \end{array} \right. \\
 &= \min \left\{ \begin{array}{l} \pi * d * l_a * f_{vr,d} = \pi * 16 * 300 * 3.12 * 10^{-3} \\ (\text{prEN 1995-1-1, Gl. 11.95}) \frac{k_{mod}}{\gamma_M} * E_s * A_s * \varepsilon_{u,tim} = \frac{1.00}{1.30} * 210000 * 10^{-1} * 1.570 * 2.40 * 10^{-3} \end{array} \right. \\
 &= \min \left\{ \begin{array}{l} 47.05 \text{ kN} \\ 60.87 \text{ kN} \end{array} \right. \\
 &= 47.05 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

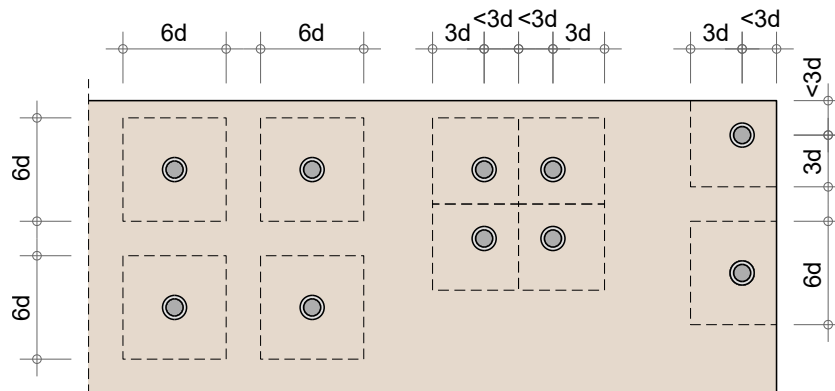
Klebefugentragfähigkeit der Verbindung:

$$F_{w,Rd} = n_{ef} * F_{w,d} = n^{0.9} * F_{w,d} = 4^{0.9} * 47.05 = 163.84 \text{ kN}$$

Nachweis Klebefugentragfähigkeit:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{w,Rd}} = \frac{160.00}{163.84} =$	$0.98 \leq 1.00$
-----------------------------------	---	------------------

Holztragfähigkeit

Zugtragfähigkeit im Nettoquerschnitt



Bauteile:	Brettschichtholz, GL24h	$f_{t,0,k} = 19.2 \text{ N/mm}^2$	$f_{v,k} = 3.5 \text{ N/mm}^2$
Abstände:	$a_{2,c,y} = 40.0 \text{ mm} <$	$3d = 48.0 \text{ mm}$	$e_{2,c,y} = 40.0 \text{ mm}$
	$a_{2,y} = 120.0 \text{ mm} \geq$	$6d = 96.0 \text{ mm}$	$e_{2,y} = 48.0 \text{ mm}$
	$a_{2,c,z} = 40.0 \text{ mm} <$	$3d = 48.0 \text{ mm}$	$e_{2,c,z} = 40.0 \text{ mm}$
	$a_{2,z} = 80.0 \text{ mm} <$	$6d = 96.0 \text{ mm}$	$e_{2,z} = 40.0 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{ef} &= \frac{n_{ef}}{n} * \left(n * (e_{2,c,y} + e_{2,y}) * (e_{2,c,z} + e_{2,z}) - n * \pi * \left(\frac{d_{drill}}{2} \right)^2 \right) \\
 &= \frac{3.48}{4} * \left(4 * (40.0 + 48.0) * (40.0 + 40.0) - 4 * \pi * \left(\frac{18}{2} \right)^2 \right) = 23614 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

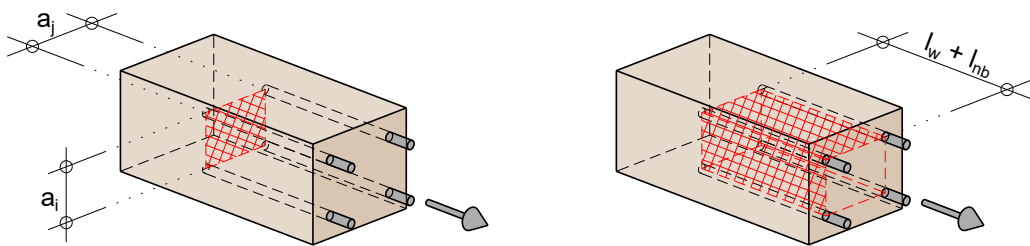
$$F_{t,0,Rk} = f_{t,0,k} * A_{ef} = 19.2 * 23614 * 10^{-3} = 453.39 \text{ kN}$$

$$F_{t,0,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{t,0,Rk}}{\gamma_M} = 1.00 * \frac{453.39}{1.30} = 348.76 \text{ kN}$$

Nachweis Holzzugtragfähigkeit:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{t,0,Rd}} = \frac{160.00}{348.76} =$	$0.46 \leq 1.00$
--------------------------------	---	------------------

Blockscheren

Bauteile:	Brettschichtholz, GL24h	$f_{t,0,k} = 19.2 \text{ N/mm}^2$	$f_{v,k} = 3.5 \text{ N/mm}^2$
Abstände:	$a_i = 80.0 \text{ mm}$	$a_j = 120.0 \text{ mm}$	$l_w = 300 \text{ mm}$
			$l_{nb} = 0 \text{ mm}$



$$A_{net,t} = \sum a_i * \sum a_j = \sum 80.0 * \sum 120.0 = 9600 \text{ mm}^2$$

$$A_{net,v} = 2 * (\sum a_i + \sum a_j) * (l_w + l_{nb}) = 2 * (\sum 80.0 + \sum 120.0) * (300 + 0) = 120000 \text{ mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 1.00 * \frac{19.2}{1.30} = 14.77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 1.00 * \frac{3.5}{1.30} = 2.69 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{block,Rd} = \max \begin{cases} 1.5 * f_{t,0,d} * A_{net,t} = 1.5 * 14.77 * 9600 * 10^{-3} = 212.69 \text{ kN} \\ 0.7 * f_{v,d} * A_{net,v} = 0.7 * 2.69 * 120000 * 10^{-3} = 225.96 \text{ kN} \end{cases} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1, A.1})$$

$$= 225.96 \text{ kN}$$

Nachweis Blockversagen:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{block,Rd}} = \frac{160.00}{225.96} =$	$0.71 \leq 1.00$
-------------------------	---	------------------

Duktilität

$$k_{brittle} \geq 1.50$$

$$F_{t,Rd} * k_{brittle} = 168.23 * 1.50 = 252.35 \text{ kN} > \min \begin{cases} F_{w,Rd} = 163.84 \text{ kN} \\ F_{t,0,Rd} = 348.76 \text{ kN} \\ F_{block,Rd} = 225.96 \text{ kN} \end{cases}$$

$$> 163.84 \text{ kN}$$

Nach dem vereinfachten Nachweis gilt die Verbindung nicht als duktil. Ein sprödes Verhalten kann somit nicht ausgeschlossen werden. Duktiles Verhalten kann vereinfacht nachgewiesen werden, wenn die Bedingung $F_{t,Rd} * k_{brittle} \leq \min \{F_{w,Rd}; F_{t,0,Rd}; F_{block,Rd}\}$ erfüllt ist.

Duktilitätsnachweis:	$\frac{\min \{F_{w,Rd}; F_{t,0,Rd}; F_{block,Rd}\}}{F_{t,Rd}} = \frac{163.84}{168.23} =$	$0.97 \leq 1.50$
	Verbindung gilt nicht als duktil	

Zusammenstellung der Ergebnisse

Nachweis Stahlzugtragfähigkeit:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{t,Rd}} = \frac{160.00}{168.23} =$	$0.95 \leq 1.00$
Nachweis Klebefugentragfähigkeit:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{w,Rd}} = \frac{160.00}{163.84} =$	$0.98 \leq 1.00$
Nachweis Holzzugtragfähigkeit:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{t,0,Rd}} = \frac{160.00}{348.76} =$	$0.46 \leq 1.00$
Nachweis Blockversagen:	$\frac{F_{ax,d}}{F_{block,Rd}} = \frac{160.00}{225.96} =$	$0.71 \leq 1.00$
Duktilitätsnachweis:	Verbindung gilt nicht als duktil	

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

Hinweise

- Die Installation erfolgt durch direktes Befüllen der Injektion mit dem Hilti Dosiersystem. Werden Bypass-Bohrungen erstellt sind diese beim Nachweis der Holztragfähigkeit gesondert nachzuweisen.

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.
- Ein gleichmäßiges Verschrauben der Gewindestangen ist sicher zu stellen, ein Überdrehen ist zu vermeiden.
- 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-20/0834 vom 16.11.2020	Hilti HIT-RE 500 V4 Glued-in rods for timber connections Hilti Aktiengesellschaft, 9494 Schaan, Fürstentum Liechtenstein