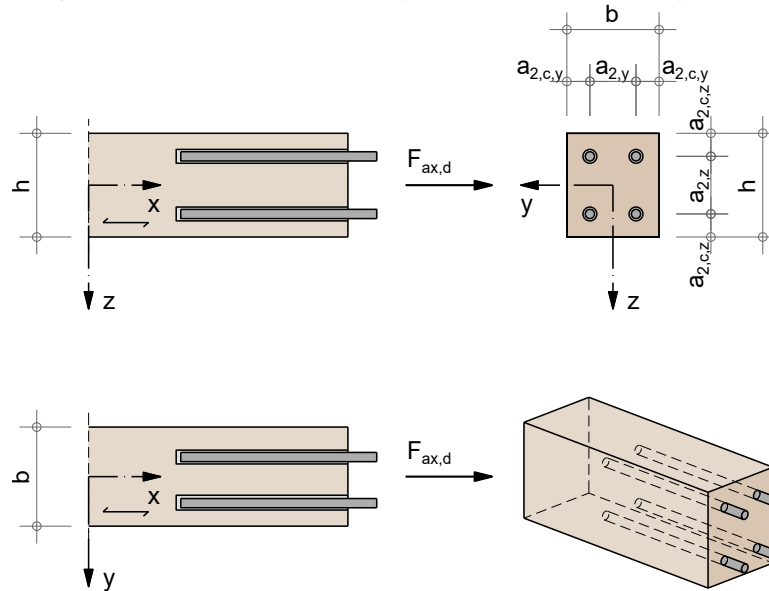


## Nachweis Hilti eingeklebte Gewindestange

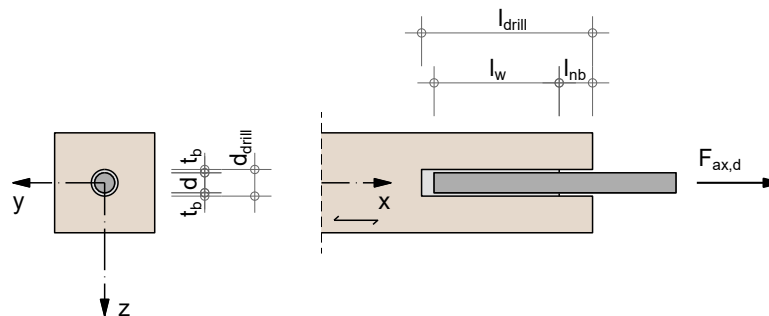
nach ETA-20/0834 vom 16.11.2020

### Anschluss & Geometrie

eingeklebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



<b>Bauteile:</b>	Brettschichtholz, GL24h	b/h = 200/160 mm	$\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$
<b>Verbinder:</b>	<b>2x2 M16 Hilti AM 5.8</b>	<b>Hilti HIT-RE 500 V4</b>	ETA-20/0834
	$d = 16 \text{ mm}$	$t_b = 1.00 \text{ mm}$	$d_{drill} = 18 \text{ mm}$
	$l_w = 300 \text{ mm}$	$l_{nb} = 0 \text{ mm}$	$l_{drill} = 300 \text{ mm}$
	$n_y = 2$	$a_{2,c,y} = 40.0 \text{ mm}$	$a_{2,y} = 120.0 \text{ mm}$
	$n_z = 2$	$a_{2,c,z} = 40.0 \text{ mm}$	$a_{2,z} = 80.0 \text{ mm}$



### Beanspruchung

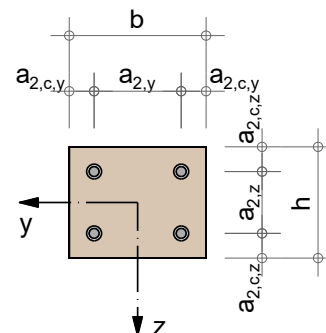
Nutzungsklasse	NKL1 - beheizte Innenräume		
$F_{ax,d} =$	160.00 kN	KLED: kurz / sehr kurz	$k_{mod} = 1.00$

Nachweis:	$0.98 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
-----------	------------------	-------------------------

## 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

<b>Verbinder:</b>	<b>2x2 M16 Hilti AM 5.8</b>	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:

$$F_{t,Rd} = n_{ef} * F_{t,d} = n^{0.9} * F_{t,d} = 4^{0.9} * 48.31 = 168.23 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlzugtragfähigkeit:

$$\frac{F_{ax,d}}{F_{t,Rd}} = \frac{160.00}{168.23} =$$

$$0.95 \leq 1.00$$

### Klebefugenfestigkeit

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

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

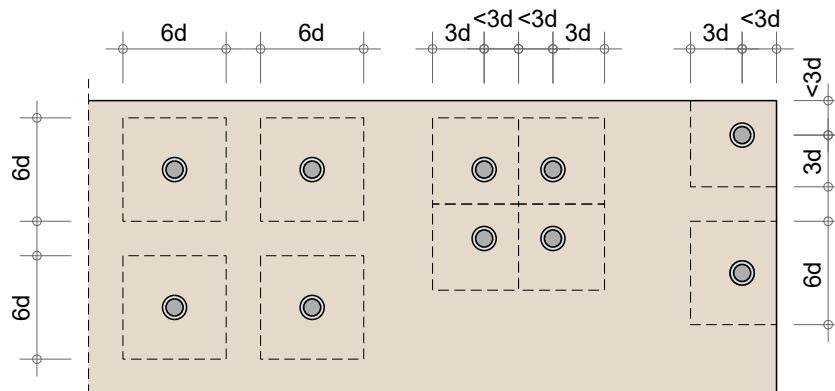
Klebefugentragfähigkeit der Verbindung:

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

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

### Holztragfähigkeit

#### Zugtragfähigkeit im Nettoquerschnitt



<b>Bauteile:</b>	Brettschichtholz, GL24h	$f_{t,0,k} = 19.20 \text{ N/mm}^2$	$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$
<b>Abstände:</b>	$a_{2,c,y} = 40.0 \text{ mm} <$	$3d = 48.0 \text{ mm}$	$e_{2,c,y} = 40.0 \text{ mm}$
	$a_{2,y} = 120.0 \text{ mm} \geq$	$6d = 96.0 \text{ mm}$	$e_{2,y} = 48.0 \text{ mm}$
	$a_{2,c,z} = 40.0 \text{ mm} <$	$3d = 48.0 \text{ mm}$	$e_{2,c,z} = 40.0 \text{ mm}$
	$a_{2,z} = 80.0 \text{ mm} <$	$6d = 96.0 \text{ mm}$	$e_{2,z} = 40.0 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 A_{ef} &= \frac{n_{ef}}{n} * \left( n * (e_{2,c,y} + e_{2,y}) * (e_{2,c,z} + e_{2,z}) - n * \pi * \left( \frac{d_{drill}}{2} \right)^2 \right) \\
 &= \frac{3.48}{4} * \left( 4 * (40.0 + 48.0) * (40.0 + 40.0) - 4 * \pi * \left( \frac{18}{2} \right)^2 \right) = 23,614.00 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

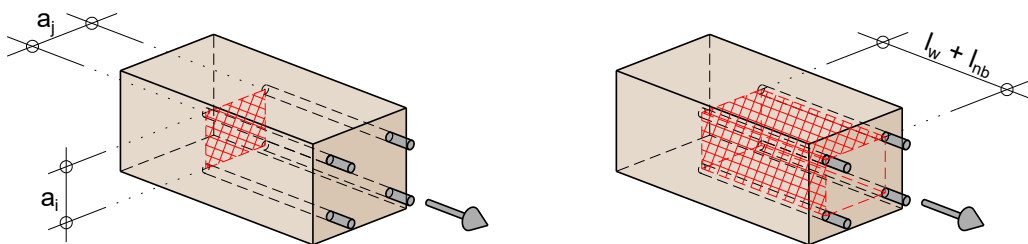
$$F_{t,0,Rk} = f_{t,0,k} * A_{ef} = 19.20 * 23,614.00 * 10^{-3} = 453.39 \text{ kN}$$

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

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

**Blockscheren**

<b>Bauteile:</b>	Brettschichtholz, GL24h	$f_{t,0,k} = 19.20 \text{ N/mm}^2$	$f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$
<b>Abstände:</b>	$a_i = 80.0 \text{ mm}$	$a_j = 120.0 \text{ mm}$	$l_w = 300 \text{ mm}$
			$l_{nb} = 0 \text{ mm}$



$$A_{net,t} = \sum a_i * \sum a_j = \sum 80.0 * \sum 120.0 = 9,600.00 \text{ mm}^2$$

$$A_{net,v} = 2 * (\sum a_i + \sum a_j) * (l_w + l_{nb}) = 2 * (\sum 80.0 + \sum 120.0) * (300 + 0) = 120,000.00 \text{ mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} * \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_M} = 1.00 * \frac{19.20}{1.30} = 14.77 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 1.00 * \frac{3.50}{1.30} = 2.69 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{block,Rd} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1.5 * f_{t,0,d} * A_{net,t} = 1.5 * 14.77 * 9,600.00 * 10^{-3} = 212.69 \text{ kN} \\ 0.7 * f_{v,d} * A_{net,v} = 0.7 * 2.69 * 120,000.00 * 10^{-3} = 225.96 \text{ kN} \end{array} \right. \quad (\text{DIN EN 1995-1-1, A.1})$$

$$= 225.96 \text{ kN}$$

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

**Duktilität**

$$k_{brittle} \geq 1.50$$

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

$$> 163.84 \text{ kN}$$

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:	$0.98 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
-----------	------------------	-------------------------

## 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 eine Bescheinigung über den Nachweis der Eignung zum Kleben tragender Holzbauteile gemäß DIN 1052-10:2012, Tabelle 2. Es ist zu prüfen ob diese Bescheinigung 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