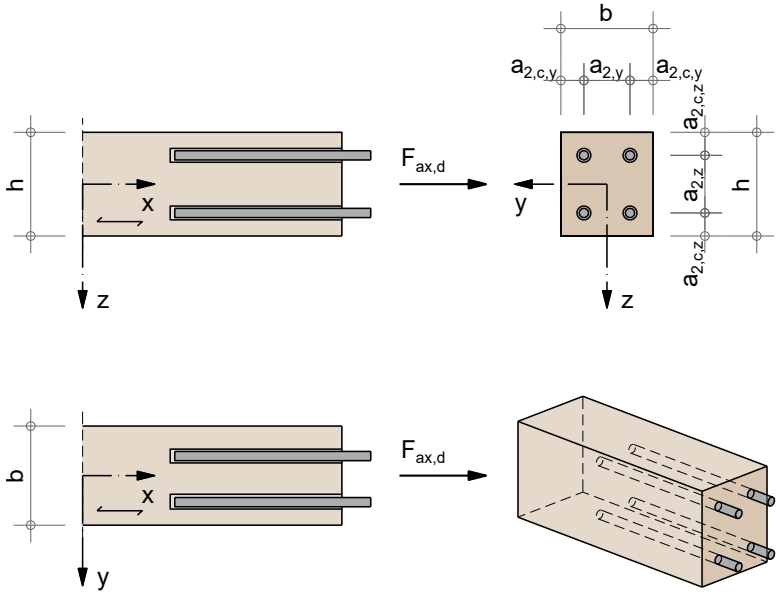
Nachweis Hilti eingeklebte Gewindestange

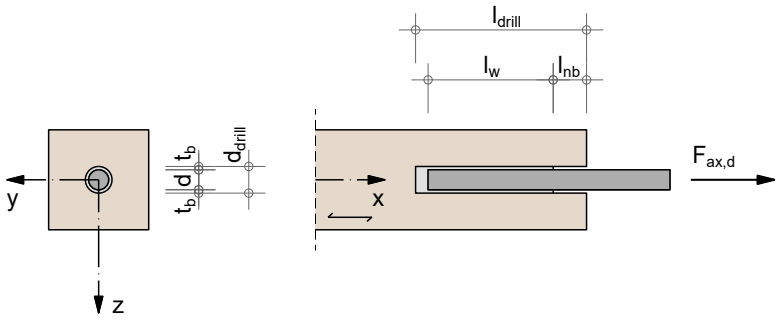
nach ETA-20/0834 vom 13.11.2023

Anschluss & Geometrie

eingeklebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



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



Beanspruchung

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

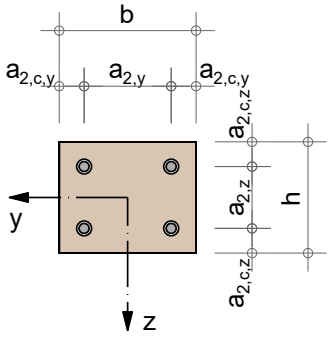
Nachweis:	0.98 $\leq$ 1.00	**Nachweis erfüllt**

Bemessungsmodul: T16 - Hilti GIR | Version 1.0.0:1373 | www.ing-tools.de

Bemessung

Überprüfung der Mindestabstände

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



Stahlzugtragfähigkeit

Verbinder:	**2x2 M16 Hilti AM 5.8**	Hilti AG	ETA-20/0834
	f_{uk} = 500 N/mm²	f_{yk} = 400 N/mm²	$A_s = A_{ef}$ = 1.570 cm²

Stahlzugtragfähigkeit einer Gewindestange:

$$F_{t,d} = f_{yd} * A_{ef} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} * A_{ef} = \frac{400}{1.30} * 1.570 * 10^{-1} = 48.31 \text{ kN}$$ (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 ≤ 1.00

Klebefugenfestigkeit

Gewindestange:	**2x2 M16 Hilti AM 5.8**	d = 16 mm	$l_w = l_a$ = 300 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:

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

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

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

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

Klebefugentragfähigkeit je Klebefuge:

$$F_{w,d} = min \begin{cases} \text{Klebefugenfestigkeit} \\ \text{Dehnvermögen des Holzes} \end{cases}$$

$$= min \begin{cases} \pi * d * l_a * f_{vr,d} = \pi * 16 * 300 * 3.12 * 10^{-3} \\ \text{(FprEN 1995-1-1, Gl. 11.85) } \frac{k_{mod}}{\gamma_M} * E_s * A_s * \varepsilon_{u,tim} = \frac{1.00}{1.30} * 210000 * 10^{-1} * 1.570 * 2.20 * 10^{-3} \end{cases}$$

$$= min \begin{cases} 47.05 \text{ kN} \\ 55.80 \text{ kN} \end{cases}$$

$$= 47.05 \text{ kN}$$

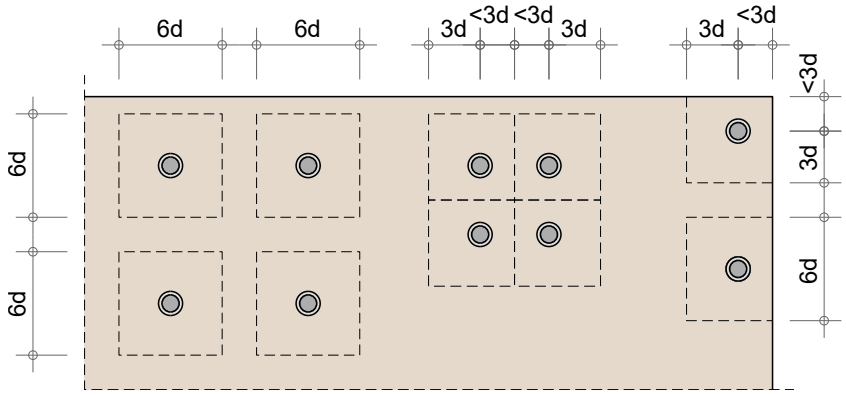
Klebefugentragfähigkeit der Verbindung:

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

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	$f_{t,0,k}$ = 19.20 N/mm²	$f_{v,k}$ = 3.50 N/mm²
Abstände:	$a_{2,c,y}$ = 40.0 mm <	$3d$ = 48.0 mm	$e_{2,c,y}$ = 40.0 mm
	$a_{2,y}$ = 120.0 mm ≥	$6d$ = 96.0 mm	$e_{2,y}$ = 48.0 mm
	$a_{2,c,z}$ = 40.0 mm <	$3d$ = 48.0 mm	$e_{2,c,z}$ = 40.0 mm
	$a_{2,z}$ = 80.0 mm <	$6d$ = 96.0 mm	$e_{2,z}$ = 40.0 mm

$$A_{ef} = \frac{n_{ef}}{n} * \left(n * (e_{2,c,y} + e_{2,y}) * (e_{2,c,z} + e_{2,z}) - n * \pi * \left(\frac{d_{drill}}{2} \right)^2 \right)$$

$$= \frac{3.48}{4} * \left(4 * (40.0 + 48.0) * (40.0 + 40.0) - 4 * \pi * \left(\frac{18}{2} \right)^2 \right) = 23,614.00 \text{ mm}^2$$

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

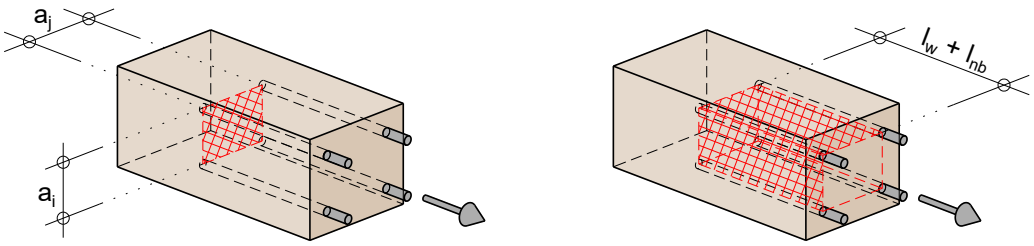
Bemessungsmodul: T16 - Hilti GIR | Version 1.0.0:1373 | www.ing-tools.de

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

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

Blockscheren

Bauteile:	Brettschichtholz, GL24h	$f_{t,0,k}$ = 19.20 N/mm²	$f_{v,k}$ = 3.50 N/mm²
Abstände:	a_i = 80.0 mm	a_j = 120.0 mm	l_w = 300 mm
			l_{nb} = 0 mm



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

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

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

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

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

$$= 225.96 \text{ kN}$$

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

Duktilität

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, mit

$k_{brittle} \geq 1.50$

$$F_{t,Rd} * k_{brittle} = 196.81 * 1.50 = 295.22 \text{ kN} > min \begin{cases} F_{w,Rd} = 163.84 \text{ kN} \\ F_{t,0,Rd} = 348.76 \text{ kN} \\ F_{block,Rd} = 225.96 \text{ kN} \end{cases}$$

$$> 163.84 \text{ kN}$$

Bemessungsmodul: T16 - Hilti GIR | Version 1.0.0:1373 | www.ing-tools.de

Nach dem vereinfachten Nachweis gilt die Verbindung nicht als duktil.

Die Stahlzugtragfähigkeit wird für den Duktilitätsnachweis nach FprEN 1995-1-1, Gl. 11.93 ermittelt.

Stahlzugtragfähigkeit einer Gewindestange:

$$F_{t,d} = min\left\{\frac{A_s * f_{y,k}}{\gamma_{M0}}; \frac{0.9 * A_s * f_{u,k}}{\gamma_{M2}}\right\} = min\left\{\frac{1.570 * 400}{1.00} * 10^{-1}; \frac{0.9 * 1.570 * 500}{1.25} * 10^{-1}\right\} = 56.52 \text{ kN}$$

Stahlzugtragfähigkeit der Verbindung:

$$F_{t,Rd} = n_{ef} * F_{t,d} = n^{0.9} * F_{t,d} = 4^{0.9} * 56.52 = 196.81 \text{ kN}$$

Duktilitätsnachweis:	$\frac{min\{F_{w,Rd}; F_{t,0,Rd}; F_{block,Rd}\}}{F_{t,Rd}} = \frac{163.84}{196.81}$ =	0.83 ≤ 1.50
	Verbindung gilt nicht als duktil	
Sicherheits-Bewertung der Einwirkungen gegenüber sprödem Versagen:		
	$\frac{min\{F_{w,Rd}; F_{t,0,Rd}; F_{block,Rd}\}}{F_{ax,d}} = \frac{163.84}{160.00}$ =	1.02 ≤ 1.50

Zusammenstellung der Ergebnisse

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

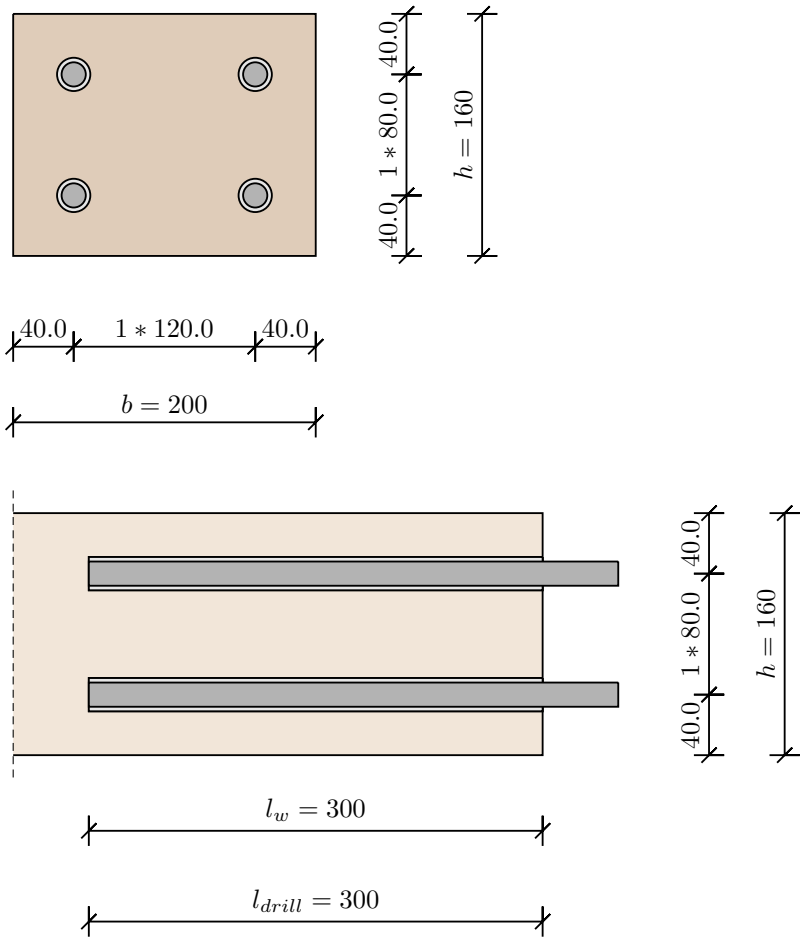
- Die Installationsanweisungen der ETA sind zu beachten (z.B. die Dokumentation der Holzfeuchte, Temperatur während der Verklebung und Aushärtung, Klebermenge, Anfangs- und Endzeitpunkt der Verklebung etc.).
- Die Klebefugendicke t_b ist einzuhalten.
- Es ist auf saubere und unverbrannte Bohrlochwände 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 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)
prEN 1995-1-1:20XX (E)	Eurocode 5: Design of timber structures , Part 1-1 Draft Version 2023-04-13
TR 070 aus Oktober 2019	Design of Glued-in Rods for Timber Connections European Organisation for technical Assessment
ETA-20/0834 vom 13.11.2023	Hilti HIT-RE 500 V4 Glued-in rods for timber connections Hilti Aktiengesellschaft, 9494 Schaan, Fürstentum Liechtenstein

maßstäbliche Zeichnung



Zur besseren Sichtbarkeit der Klebefuge wird der Bohrdurchmesser in der Zeichnung vergrößert dargestellt.

Bauteile:	Brettschichtholz, GL24h	b/h = 200/160 mm	ρ_k = 385 kg/m^3
Verbinder:	**2x2 M16 Hilti AM 5.8**	**Hilti HIT-RE 500 V4**	ETA-20/0834
	d = 16 mm	t_b = 1.00 mm	d_{drill} = 18 mm

Bemerkungen und Ihre Mitwirkungspflichten

- Sämtliche in den Programmen enthaltenen Informationen und Daten beziehen sich ausschließlich auf die Verwendung von Hilti-Produkten und basieren auf den Grundsätzen, Formeln und Sicherheitsbestimmungen gem. den technischen Anweisungen und Bedienungs-, Setz- und Montageanleitungen usw. von Hilti, die vom Anwender strikt eingehalten werden müssen. Sämtliche enthaltenen Werte sind Durchschnittswerte; daher sind vor Anwendung des jeweiligen Hilti-Produkts stets einsatzspezifische Tests durchzuführen. Die Ergebnisse der mittels der Software durchgeführten Berechnungen beruhen maßgeblich auf den von Ihnen einzugebenden Daten. Sie tragen daher die alleinige Verantwortung für die Fehlerfreiheit, Vollständigkeit und Relevanz der von Ihnen einzugebenden Daten. Sie sind weiterhin alleinig dafür verantwortlich, die erhaltenen Ergebnisse der Berechnung vor der Verwendung für Ihre spezifische(n) Anlage(n) durch einen Fachmann überprüfen und freigeben zu lassen, insbesondere hinsichtlich der Konformität mit geltenden Normen und Zulassungen. Die Software dient lediglich als Hilfsmittel zur Auslegung von Normen und Zulassungen ohne jegliche Gewährleistung auf Fehlerfreiheit, Richtigkeit und Relevanz der Ergebnisse oder Geeignetheit für eine bestimmte Anwendung.
- Sie haben alle erforderlichen und zumutbaren Maßnahmen zu ergreifen, um Schäden durch die Software zu verhindern oder zu begrenzen. Insbesondere müssen Sie für die regelmäßige Sicherung von Daten sorgen. Soweit Sie diese Verpflichtung schuldhaft verletzen, haftet die NR Ingenieurgesellschaft holztragwerke mbH nicht für daraus entstehende Folgen, insbesondere nicht für die Wiederbeschaffung verlorener oder beschädigter Daten.