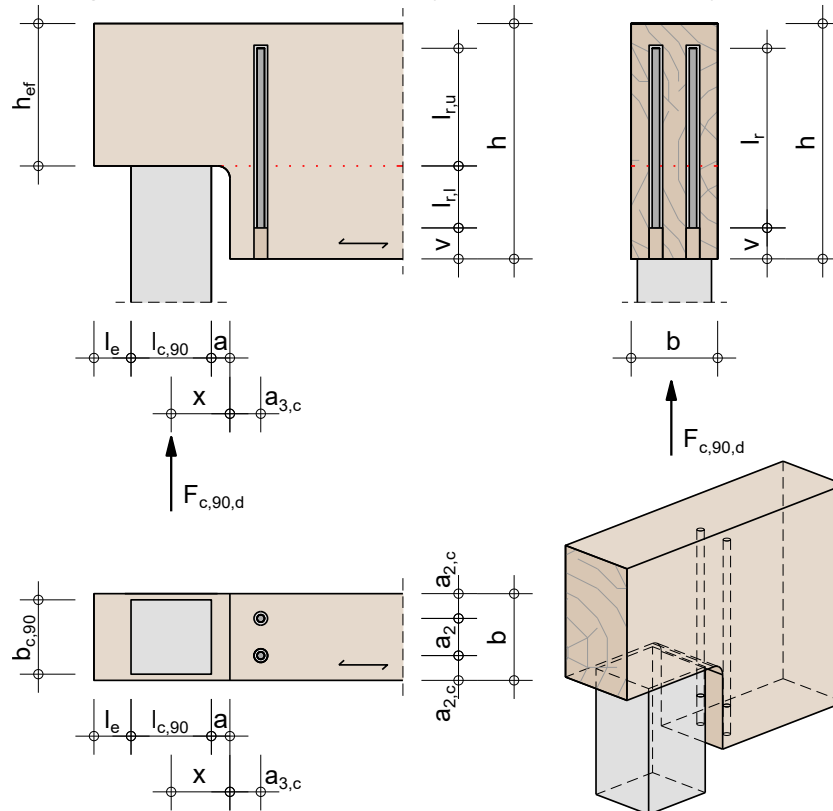


## Nachweis Ausklinkung

nach ETA-19/0194 vom 12.09.2019

### Anschluss & Geometrie

ingklebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



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

### Beanspruchung

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

Nachweis:	$0.84 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
-----------	------------------	-------------------------

## 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)

<b>Bauteil:</b>	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

<b>Bauteil:</b>	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)

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

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

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

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

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

$$= \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{6.5 * \left(1 + \frac{1.1 * 0^{1.5}}{\sqrt{1000}}\right)}{\sqrt{1000} * \left(\sqrt{0.70} * (1 - 0.70) + 0.8 * \frac{80}{1000} * \sqrt{\frac{1}{0.70} - 0.70^2}\right)} = 0.40 \end{array} \right. \quad (6.62)$$

$$= 0.40$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left(\frac{600}{h_{ef}}\right)^{0,1} = \left(\frac{600}{700}\right)^{0,1} = 0.98 \\ 1.1 \end{array} \right. = 0.98 \quad (\text{Gl. 3.2})$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{k_h * f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.80 * \frac{0.98 * 24.00}{1.30} = 14.47 \text{ N/mm}^2$$

Biegespannungsnachweis:  $\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.98}{14.47} = 0.07 \leq 1.00$

## Querzugverstärkung der Ausklinkung

### Klebefugenfestigkeit

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

$$\begin{aligned} F_{t,90,d} &= 1.3 * F_{c,90,d} * \left[ 3 * (1 - \alpha)^2 - 2 * (1 - \alpha)^3 \right] \\ &= 1.3 * 120.00 * \left[ 3 * (1 - 0.7)^2 - 2 * (1 - 0.7)^3 \right] = 33.70 \text{ kN} \end{aligned} \quad (\text{NA.77})$$

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

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

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

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

<b>Verbinder:</b>	<b>1x2 M12 Hilti AM 5.8</b>	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

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

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

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

### 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:	$\frac{F_{t,90,d}}{F_{t,Rd}} = \frac{33.70}{48.41} =$	$0.70 \leq 1.00$
Dehnvermögen des Holzes:	$\frac{F_{t,90,d}}{F_{ax,Rd}} = \frac{33.70}{48.90} =$	$0.69 \leq 1.00$

Nachweis:	$0.84 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
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