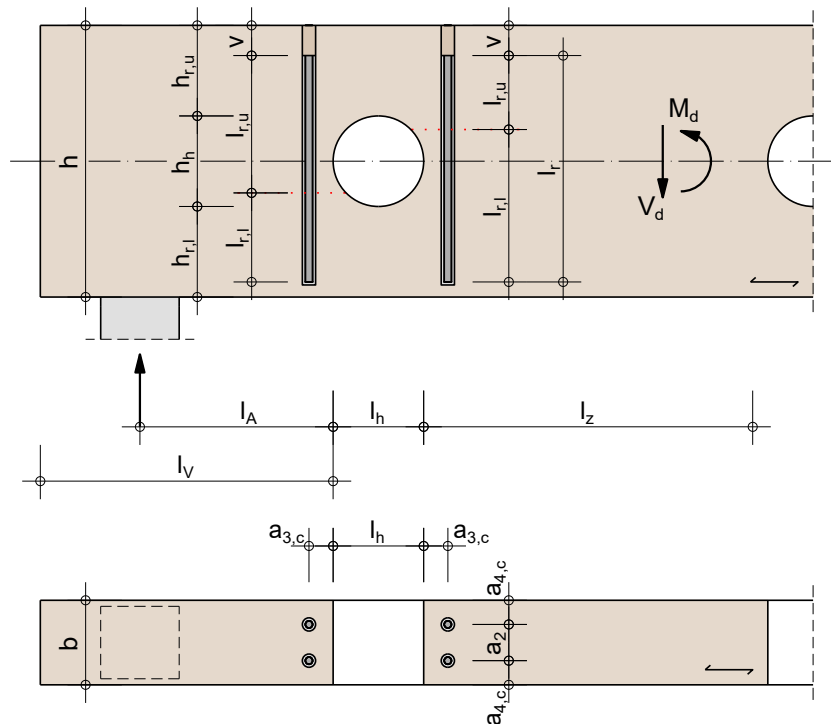


## Nachweis kreisförmiger Durchbruch

nach ETA-19/0194 vom 12.09.2019

### Anschluss & Geometrie

eingeklebte Gewindestangen - direktes Befüllen der Injektion mit Hilti Dosiersystem



<b>Bauteile:</b>	Brettschichtholz, GL24c	$b/h = 200/400$ mm	$\rho_k = 365$ kg/m <sup>3</sup>
	$h_{r,u} = 130$ mm	$h_h = 120$ mm	$h_{r,l} = 150$ mm
<b>Durchbruch:</b>	$h_h/l_h = 120/120$ mm	$l_A = 450$ mm	$l_V = 500$ mm
	$l_z = 400$ mm		
<b>Verbindungsmittel:</b>	<b>2x2 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
	$l_r = 380$ 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:	$0.58 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
-----------	------------------	-------------------------

## 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

$$F_{t,V,d} = \frac{V_d * 0.7 * h_h}{4 * h} * \left[ 3 - \frac{(0.7 * h_h)^2}{h^2} \right] = \frac{18.00 * 0.7 * 120}{4 * 400} * \left[ 3 - \frac{(0.7 * 120)^2}{400^2} \right] = 2.79 \text{ kN} \quad (\text{NA.67})$$

$$h_r = \min \{ h_{r,u} + 0.15 * h_h; h_{r,l} + 0.15 * h_h \} = \min \{ 130 + 0.15 * 120; 150 + 0.15 * 120 \} = 148 \text{ mm}$$

$$F_{t,M,d} = 0.008 * \frac{M_d}{h_r} = 0.008 * \frac{5.00}{148 * 10^{-3}} = 0.27 \text{ kN} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1/NA, NA.68})$$

$$F_{t,90,d} = F_{t,V,d} * F_{t,M,d} = 2.79 + 0.27 = 3.06 \text{ kN} \quad (\text{DIN EN 1995-1-1/NA, NA.66})$$

### 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
$l_h = 120 \text{ mm} \leq$	$0.4 * h = 160 \text{ mm}$	Bedingung nach NCI NA.6.7 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
$l_h = 120 \text{ mm} \leq$	$h = 400 \text{ mm}$	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  $f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$   $f_{m,k} = 24.00 \text{ N/mm}^2$

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

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

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

$$\sigma_{m,d} = \frac{M_d}{W_{netto}} = \frac{5.00 * 10^6}{5177333} = 0.97 \text{ N/mm}^2$$

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{600}{h} \right)^{0,1} = \left( \frac{600}{400} \right)^{0,1} = 1.04 \\ 1.1 \end{array} \right. = 1.04 \quad (\text{Gl. 3.2})$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{k_h * f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.80 * \frac{1.04 * 24.0}{1.30} = 15.36 \text{ N/mm}^2$$

Nachweis Biegespannung:	$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.97}{15.36} =$	$0.06 \leq 1.00$
-------------------------	---	------------------

### Schubspannung am Durchbruch

$$k_{rad} = 1.8$$

$$k_{\tau} = k_{rad} * \left( 1 + \frac{l_h}{h} \right) * \left( \frac{h_h}{h} \right)^{0.2} = 1.8 * \left( 1 + \frac{120}{400} \right) * \left( \frac{120}{400} \right)^{0.2}$$

(prEN 1995-1-1:20XX (E), Gl. 8.100)

$$= 1.84$$

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

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

$$\tau_{max,d} = k_{\tau} * \frac{1.5 * V_d}{b_{ef} * (h - h_h)} = 1.84 * \frac{1.5 * 18.00 * 10^3}{142 * (400 - 120)} = 1.25 \text{ N/mm}^2$$

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

Schubspannungsnachweis:	$\frac{\tau_{max,d}}{f_{v,d}} = \frac{1.25}{2.15} =$	$0.58 \leq 1.00$
-------------------------	--	------------------

### Klebefugenfestigkeit

**links des Durchbruchs:**  $l_{r,l} = 148 \text{ mm}$   $l_{r,u} = 232 \text{ mm}$

**rechts des Durchbruchs:**  $l_{r,l} = 232 \text{ mm}$   $l_{r,u} = 148 \text{ mm}$

$$l_{ad} = \min \{ l_{r,l}; l_{r,u} \} = \min \{ 148; 232 \} = 148 \text{ mm}$$

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

$$l_{ad,min} = \max \{0.5 * d^2; 10 * d; 100 \text{ mm}\} = \max \{72; 120; 100\} = 120 \text{ mm} \leq l_{ad} = 148 \text{ mm}$$

$$l_{ad,max} = \min \{40 * d; 750 \text{ mm}\} = \min \{480; 750\} = 480 \text{ mm} \geq l_{ad} = 148 \text{ mm}$$

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

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{n_{ef} * d * \pi * l_{ad}} = \frac{3.08 * 10^3}{1.87 * 12 * \pi * 148} = 0.30 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{NA.86})$$

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

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

Nachweis der Klebefugenfestigkeit:	$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{vr,d}} = \frac{0.30}{2.65} =$	$0.11 \leq 1.00$
------------------------------------	--	------------------

### 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

$$F_{ax,d} = \frac{k_{mod}}{\gamma_M} * E_s * A_s * \varepsilon_{u,tim} = \frac{0.80}{1.30} * 210000 * 10^{-1} * 0.843 * 2.4 * 10^{-3} = 26.15 \text{ kN} \quad (\text{prEN 1995-1-1, Gl. 11.95})$$

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

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:	$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{0.97}{15.36} =$	$0.06 \leq 1.00$
Schubspannungsnachweis:	$\frac{\tau_{max,d}}{f_{v,d}} = \frac{1.25}{2.15} =$	$0.58 \leq 1.00$
Nachweis der Klebefugenfestigkeit:	$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{vr,d}} = \frac{0.30}{2.65} =$	$0.11 \leq 1.00$
Nachweis Stahlzugtragfähigkeit:	$\frac{F_{t,Rd}}{F_{t,90,d}} = \frac{48.41}{4.24} =$	$0.09 \leq 1.00$
Dehnvermögen des Holzes:	$\frac{F_{t,90,d}}{F_{ax,Rd}} = \frac{4.24}{48.90} =$	$0.09 \leq 1.00$

Nachweis:	$0.58 \leq 1.00$	<b>Nachweis erfüllt</b>
-----------	------------------	-------------------------

## 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