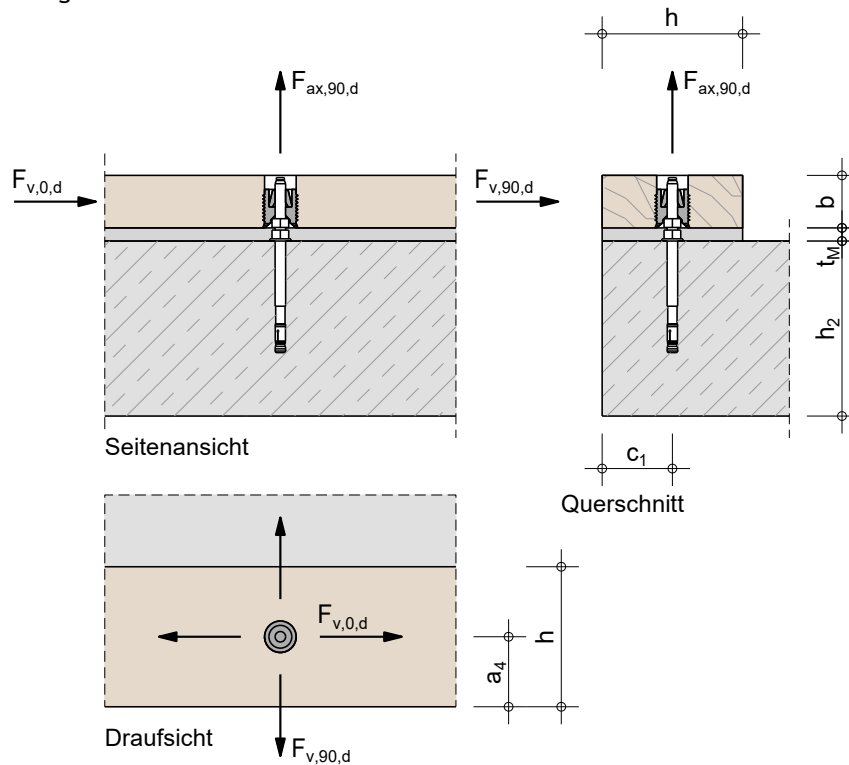


Nachweis Hilti HCW

nach ETA-21/0357 vom 01.03.2024

Anschluss & Geometrie

Holz-Beton Verbindung



Bauteile:	Nadelholz, C24	$b/h = 60/160 \text{ mm}$	$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
	Beton: C20/25	gerissener Beton	$a_4 = 80 \text{ mm}$
	$h_2 = 200 \text{ mm}$	$c_1 = 80 \text{ mm}$	
	Mörtelbett:	$t_M = 20 \text{ mm}$	
Verbinder:	HCW 37x45 M12	Hilti AG	ETA-21/0357
	mit Bolzenanker HST3	M12x185 110/90	ETA-98/0001
	$h_{ef} = 70 \text{ mm}$	$h_{nom} = 80 \text{ mm}$	$T_{inst} = 60 \text{ Nm}$
	Bohrloch: hammergebohrt	Installationsbedingung:	trocken

Beanspruchung

Nutzungsklasse	NKL1 - beheizte Innenräume		
$F_{v,0,d} =$	6.00 kN	KLED: kurz	$k_{mod}: 0.90$
$F_{v,90,d} =$	2.00 kN	KLED: kurz	$k_{mod}: 0.90$

Nachweis:	$0.99 \leq 1.00$	Nachweis erfüllt
-----------	------------------	-------------------------

Bemessung

Verbindungsmittelnachweis in Holzbauteil

Beanspruchbarkeit in Faserrichtung

$$F_{v,0,Rk} = 28.20 \text{ kN}$$

(ETA-21/0357, Tab. C.1)

$$F_{v,0,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,0,Rk}}{\gamma_M} = 0.90 * \frac{28.20}{1.30} = 19.52 \text{ kN}$$

Nachweis HCW in Faserrichtung:	$\frac{F_{v,0,d}}{F_{v,0,Rd}} = \frac{6.00}{19.52} =$	$0.31 \leq 1.00$
--------------------------------	---	------------------

Beanspruchbarkeit senkrecht zur Faserrichtung

$$F_{v,90,Rk} = 14.80 \text{ kN}$$

(ETA-21/0357, Tab. C.1)

$$F_{v,90,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,90,Rk}}{\gamma_M} = 0.90 * \frac{14.80}{1.30} = 10.25 \text{ kN}$$

Nachweis HCW senkrecht zur Faserrichtung:	$\frac{F_{v,90,d}}{F_{v,90,Rd}} = \frac{2.00}{10.25} =$	$0.20 \leq 1.00$
---	---	------------------

Kombinierte Beanspruchung

HCW (Kombinierte Beanspruchung):	$\left(\frac{F_{ax,90,d}}{F_{ax,90,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,0,d}}{F_{v,0,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,90,d}}{F_{v,90,Rd}}\right)^2 =$	$0.13 \leq 1.00$
----------------------------------	---	------------------

Verbindungsmittelnachweis im Betonbauteil

Bemessung gemäß DIN EN 1992-4:2019-04

Querbeanspruchung

Stahlversagen ohne Hebelarm

Beanspruchbarkeit:

$$V_{Rk,s}^0 = 35.4 \text{ kN}$$

(ETA-98/0001, Tab. C4)

$$V_{Rk,s} = k_7 * V_{Rk,s}^0 = 1.00 * 35.4 = 35.40 \text{ kN}$$

(Gl. 7.35)

$$V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{Ms}} = \frac{35.40}{1.25} = 28.32 \text{ kN}$$

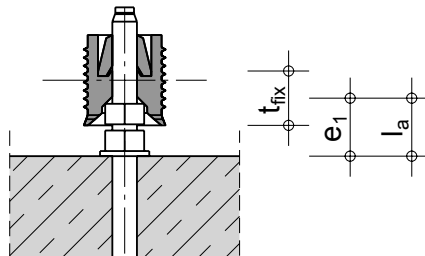
Beanspruchung:

$$V_{Ed} = \sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2} = \sqrt{6.00^2 + 2.00^2} = 6.32 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlversagen ohne Hebelarm:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{6.32}{28.32} =$	$0.22 \leq 1.00$
---------------------------------------	--	------------------

Stahlversagen mit Hebelarm

Beanspruchbarkeit:



$$e_1 = \frac{t_{fix}}{2} + t_M = \frac{27.5}{2} + 20 = 33.80 \text{ mm}$$

$$l_a = e_1 = 33.80 \text{ mm} \quad (\text{Gl. 6.2})$$

$$\alpha_M = 2.00$$

$$M_{Rk,s} = M_{Rk,s}^0 \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{Rd,s}}\right) = 105 \cdot \left(1 - \frac{0.00}{32.21}\right) = 105.00 \text{ Nm} \quad (\text{Gl. 7.38})$$

Bemessung nach der Hilti SOFA Methode [2]:

$$\alpha_{s,M} = \frac{1.5 \cdot l_a}{\alpha_M \cdot d} = \frac{1.5 \cdot 33.80}{2.00 \cdot 12} = 2.11$$

$$V_{Rk,s,M} = \left(\sqrt{\alpha_{s,M}^2 + 1} - \alpha_{s,M}\right) \cdot V_{Rk,s} = \left(\sqrt{2.11^2 + 1} - 2.11\right) \cdot 35.40 \text{ kN} = 7.96 \text{ kN} \quad ([2], \text{Gl. 3})$$

$$V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}} = \frac{7.96}{1.25} = 6.37 \text{ kN}$$

Beanspruchung:

$$V_{Ed} = \sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2} = \sqrt{6.00^2 + 2.00^2} = 6.32 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlversagen mit Hebelarm:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s,M}} = \frac{6.32}{6.37} =$	$0.99 \leq 1.00$
--------------------------------------	---	------------------

Betonausbruch auf der lastabgewandten Seite

Beanspruchbarkeit:

$$k_1 = k_{cr,N} = 7.70 \quad (\text{DIN EN 1992-4:2019-04, 7.2.1.4})$$

$$h_{ef} = 70 \text{ mm} \quad (\text{ETA-98/0001})$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 7.70 \cdot \sqrt{20} \cdot 70^{1.5} \cdot 10^{-3} = 20.17 \text{ kN} \quad (\text{Gl. 7.2})$$

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 3 \cdot 70 = 210 \text{ mm}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 210 \cdot 210 \cdot 10^{-2} = 441.00 \text{ cm}^2 \quad (\text{Gl. 7.3})$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0.5 \cdot s_{cr,N}) \cdot (2 \cdot 0.5 \cdot s_{cr,N}) = (80 + 0.5 \cdot 210) \cdot (2 \cdot 0.5 \cdot 210) \cdot 10^{-2} = 388.50 \text{ cm}^2$$

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 * \frac{c}{c_{cr,N}} = 0.7 + 0.3 * \frac{80}{105.00} = 0.93 \leq 1.0 \quad (\text{Gl. 7.4})$$

$$\psi_{re,N} = 1.00 \quad (\text{Gl. 7.5})$$

$$\psi_{ec,N} = 1.00 \quad (\text{Gl. 7.6})$$

$$\psi_{M,N} = 1.00 \quad (\text{Gl. 7.7})$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{M,N} = 20.17 * \frac{388.50}{441.00} * 0.93 * 1.00 * 1.00 * 1.00 = 16.51 \text{ kN}$$

$$k_8 = 2.78 \quad (\text{ETA-98/0001, Tab. C4})$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 * N_{Rk,c} = 2.78 * 16.51 = 45.90 \text{ kN} \quad (\text{Gl. 7.39a})$$

$$V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{Mc}} = \frac{45.90}{1.50} = 30.60 \text{ kN}$$

Beanspruchung:

$$V_{Ed} = \sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2} = \sqrt{6.00^2 + 2.00^2} = 6.32 \text{ kN}$$

Nachweis Betonausbruch:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,cp}} = \frac{6.32}{30.60} =$	$0.21 \leq 1.00$
-------------------------	---	------------------

Betonkantenbruch

Beanspruchbarkeit:

$$k_9 = 1.70 \quad (\text{DIN EN 1992-4:2019-04})$$

$$d_{nom} = 12 \text{ mm} \quad (\text{ETA-98/0001, Tab. C4})$$

$$l_f = 70 \text{ mm} \quad (\text{ETA-98/0001, Tab. C4})$$

$$\alpha = 0.1 * \left(\frac{l_f}{c}\right)^{0.5} = 0.1 * \left(\frac{70}{80}\right)^{0.5} = 0.09 \quad (\text{Gl. 7.42})$$

$$\beta = 0.1 * \left(\frac{d_{nom}}{c}\right)^{0.2} = 0.1 * \left(\frac{12}{80}\right)^{0.2} = 0.07 \quad (\text{Gl. 7.43})$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 * d_{nom}^\alpha * l_f^\beta * \sqrt{f_{ck}} * c^{1.5} = 1.70 * 12^{0.09} * 70^{0.07} * \sqrt{20} * 80^{1.5} * 10^{-3} = 9.17 \text{ kN} \quad (\text{Gl. 7.41})$$

$$A_{c,V}^0 = 4.5 * c^2 = 4.5 * 80^2 * 10^{-2} = 288.00 \text{ cm}^2 \quad (\text{Gl. 7.44})$$

$$A_{c,V} = (2 * 1.5 * c) * 1.5 * c = (2 * 1.5 * 80) * 1.5 * 80 * 10^{-2} = 288.00 \text{ cm}^2$$

$$C = 0.21 \frac{1}{\text{mm}^{0.25}} \quad ([2], 2.3.5)$$

$$\psi_{b,u} = \frac{1}{1 + \frac{C}{d^{3/4}} * \frac{l_a}{\alpha_M}} = \frac{1}{1 + \frac{0.21}{12^{3/4}} * \frac{33.80}{2.00}} = 0.64 \quad ([2], \text{Gl. 5})$$

$$\psi_{s,V} = 1.00 \quad (\text{Gl. 7.45})$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1.5 * c}{h_2}\right)^{0.5} = \left(\frac{1.5 * 80}{200}\right)^{0.5} \geq 1.0 \quad (\text{Gl. 7.46})$$

$$\psi_{ec,V} = 1.00 \quad (\text{Gl. 7.47})$$

$$\alpha_V = \arccos \left(\frac{F_{v,90,d}}{\sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2}} \right) = 71.57$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0.5 * \sin \alpha_V)^2}} = 1.75 \geq 1.0 \quad (\text{Gl. 7.48})$$

$$\psi_{re,V} = 1.00$$

$$\begin{aligned} V_{Rk,c} &= V_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \psi_{b,u} * \psi_{s,V} * \psi_{h,V} * \psi_{ec,V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} \\ &= 9.17 * \frac{288.00}{288.00} * 0.64 * 1.00 * 1.00 * 1.00 * 1.75 * 1.00 = 10.33 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} = \frac{10.33}{1.50} = 6.89 \text{ kN}$$

Nachweis Betonkantenbruch:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = \frac{6.32}{6.89} =$$

0.92 ≤ 1.00

Zusammenstellung der Ergebnisse

Nachweis HCW in Faserrichtung:

$$\frac{F_{v,0,d}}{F_{v,0,Rd}} = \frac{6.00}{19.52} =$$

0.31 ≤ 1.00

Nachweis HCW senkrecht zur Faserrichtung:

$$\frac{F_{v,90,d}}{F_{v,90,Rd}} = \frac{2.00}{10.25} =$$

0.20 ≤ 1.00

HCW (Kombinierte Beanspruchung):

0.13 ≤ 1.00

Nachweis Stahlversagen ohne Hebelarm:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{6.32}{28.32} =$$

0.22 ≤ 1.00

Nachweis Stahlversagen mit Hebelarm:

$$\frac{V_{Rd,s,M}}{V_{Ed}} = \frac{6.37}{6.32} =$$

0.99 ≤ 1.00

Nachweis Betonausbruch:

$$\frac{V_{Rd,cp}}{V_{Ed}} = \frac{30.60}{6.32} =$$

0.21 ≤ 1.00

Nachweis Betonkantenbruch:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = \frac{6.32}{6.89} =$$

0.92 ≤ 1.00

Nachweis:

$$0.99 \leq 1.00$$

Nachweis erfüllt

verwendete Normen

DIN EN 338:2016-07	Bauholz für tragende Zwecke
DIN EN 1992-4:2019-04	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken, Teil 4
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)
ETA-98/0001 vom 04.05.2021	Hilti Metallspreizanker HST, HST-R, HST-HCR, HST3, HST3-R Hilti Aktiengesellschaft, 9494 Schaan, Fürstentum Liechtenstein
ETA-21/0357 vom 01.03.2024	Fastening element Hilti HCW, HCW L Hilti Aktiengesellschaft, 9494 Schaan, Fürstentum Liechtenstein
[2]	Hilti method for anchor design in ungrouted stand-off connections Kenton McBride, Daphne Rocha, Riccardo Figoli Version 1.2, July 2023