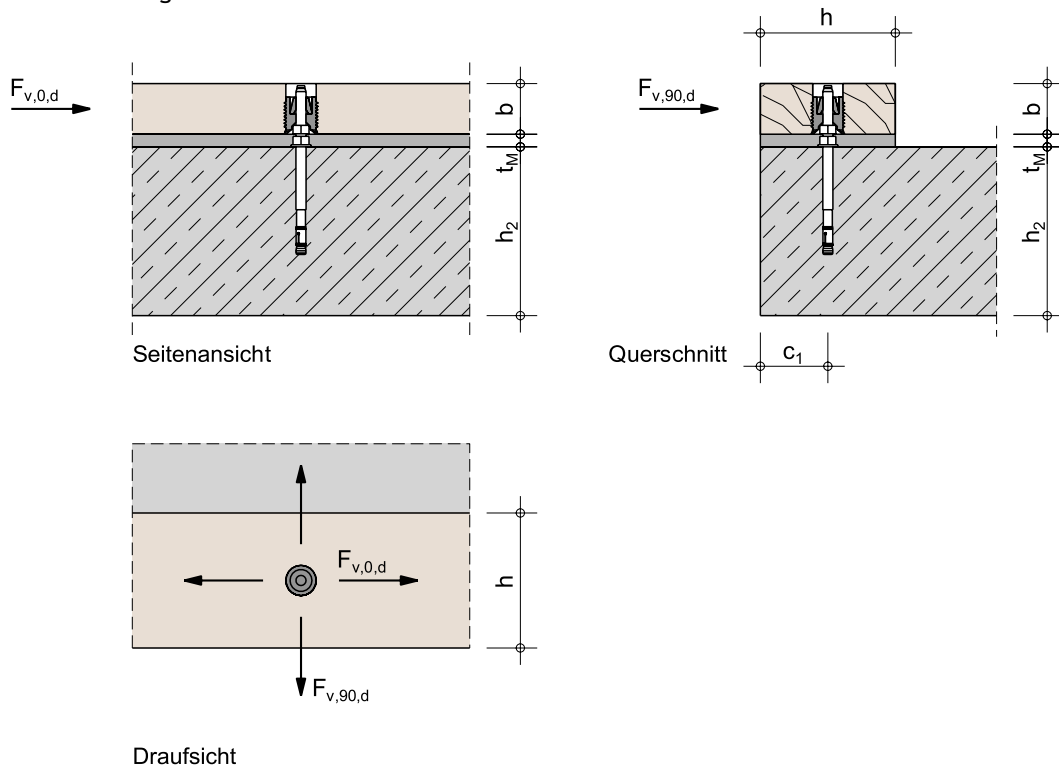


Nachweis Hilti HCW

nach ETA-21/0357 vom 19.04.2021

Anschluss & Geometrie

Holz-Beton Verbindung



Bauteile:	Nadelholz, C24	b/h = 60/160 mm	$\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$
	Beton: C20/25	gerissener Beton	
	$h_2 = 200 \text{ mm}$	$c_1 = 80 \text{ mm}$	
Verbinder:	Mörtelbett:	$t_M = 20 \text{ mm}$	
	HCW 37x45 M12	Hilti AG	ETA-21/0357
	mit Bolzenanker HST3	M12x185 110/90	ETA-98/0001
	Bohrloch: hammergebohrt	$h_{ef,1} = 70 \text{ mm}$	$T_{inst} = 60 \text{ Nm}$
		Installationsbedingung:	trocken

Beanspruchung

Nutzungsklasse	NKL1 - beheizte Innenräume		
$F_{v,0,d} =$	4.50 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

$$F_{v,0,Rk} = 28.80 \text{ kN}$$

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

$$F_{v,0,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,0,Rk}}{\gamma_M} = 0.90 * \frac{28.80}{1.30} = 19.94 \text{ kN}$$

HCW in Faserrichtung:	$\frac{F_{v,0,d}}{F_{v,0,Rd}} = \frac{4.50}{19.94} =$	$0.23 \leq 1.00$
-----------------------	---	------------------

Beanspruchbarkeit senkrecht zur Faserrichtung

$$F_{v,90,Rk} = 12.50 \text{ kN}$$

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

$$F_{v,90,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,90,Rk}}{\gamma_M} = 0.90 * \frac{12.50}{1.30} = 8.65 \text{ kN}$$

HCW senkrecht zur Faserrichtung:	$\frac{F_{v,90,d}}{F_{v,90,Rd}} = \frac{2.00}{8.65} =$	$0.23 \leq 1.00$
----------------------------------	--	------------------

Kombinierte Beanspruchung

HCW (Kombinierte Beanspruchung):	$\left(\frac{F_{v,0,Ed}}{F_{v,0,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,90,Ed}}{F_{v,90,Rd}}\right)^2 =$	$0.10 \leq 1.00$
----------------------------------	---	------------------

Verbindungsmittelnachweis im Betonbauteil

Bemessung gemäß DIN EN 1992-4:2019-04

Stahlversagen ohne Hebelarm

Beanspruchbarkeit:

$$V_{Rk,s}^0 = 35.40 \text{ kN}$$

(ETA-98/0001, Tab. C4)

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

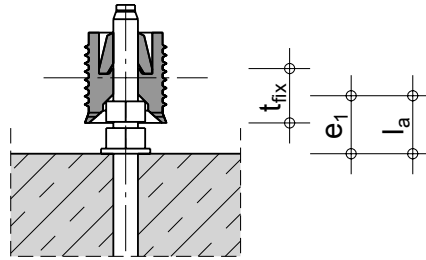
(Gl. 7.35)

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

Beanspruchung:

$$V_{Ed} = \sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2} = \sqrt{4.50^2 + 2.00^2} = 4.92 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlversagen ohne Hebelarm:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{4.92}{28.32} =$	$0.17 \leq 1.00$
---------------------------------------	--	------------------



Stahlversagen mit Hebelarm

Beanspruchbarkeit:

$$e_1 = \frac{t_{fix}}{2} + t_M = \frac{27.5}{2} + 20 = 33.8 \text{ mm}$$

$$l_a = e_1 = 33.8 \text{ mm} \quad (\text{Gl. 6.2})$$

$$\alpha_M = 2.0$$

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

$$V_{Rk,s,M} = \frac{\alpha_M \cdot M_{Rk,s}}{l_a} = \frac{2.0 \cdot 105.00}{33.8} = 6.21 \text{ kN} \quad (\text{Gl. 7.37})$$

$$V_{Rd,s,M} = \frac{V_{Rk,s,M}}{\gamma_{Ms}} = \frac{6.21}{1.25} = 4.97 \text{ kN}$$

Beanspruchung:

$$V_{Ed} = \sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2} = \sqrt{4.50^2 + 2.00^2} = 4.92 \text{ kN}$$

Nachweis Stahlversagen mit Hebelarm:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s,M}} = \frac{4.92}{4.97} =$	$0.99 \leq 1.00$
--------------------------------------	---	------------------

Betonausbruch

Beanspruchbarkeit:

$$k_1 = k_{cr,N} = 7.7 \quad (\text{DIN EN 1992-4:2019-04, 7.2.1.4})$$

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

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} = 7.7 \cdot \sqrt{20} \cdot 70^{1.5} \cdot 10^{-3} = 20.17 \text{ kN} \quad (\text{Gl. 7.2})$$

$$s_{cr,N} = 3 \cdot h_{ef} = 3 \cdot 70 = 210.0 \text{ mm}$$

$$A_{c,N}^0 = s_{cr,N} \cdot s_{cr,N} = 210.0 \cdot 210.0 \cdot 10^{-2} = 441.00 \text{ cm}^2 \quad (\text{Gl. 7.3})$$

$$A_{c,N} = (c_1 + 0.5 \cdot s_{cr,N}) \cdot (2 \cdot 0.5 \cdot s_{cr,N}) = (80 + 0.5 \cdot 210.0) \cdot (2 \cdot 0.5 \cdot 210.0) \cdot 10^{-2} = 388.50 \text{ cm}^2$$

$$\psi_{s,N} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{c}{c_{cr,N}} = 0.7 + 0.3 \cdot \frac{80}{105} = 0.93 \leq 1.0 \quad (\text{Gl. 7.4})$$

$$\psi_{re,N} = 1.0 \quad (\text{Gl. 7.5})$$

$$\psi_{ec,N} = 1.0 \quad (\text{Gl. 7.6})$$

$$\psi_{M,N} = 1.0 \quad (\text{Gl. 7.7})$$

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 * \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} * \psi_{s,N} * \psi_{re,N} * \psi_{ec,N} * \psi_{M,N} = 20.17 * \frac{388.50}{441.00} * 0.93 * 1.0 * 1.0 * 1.0 = 16.51 \text{ kN}$$

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

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

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

Beanspruchung:

$$V_{Ed} = \sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2} = \sqrt{4.50^2 + 2.00^2} = 4.92 \text{ kN}$$

Nachweis Betonausbruch:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,cp}} = \frac{4.92}{30.60} =$	$0.16 \leq 1.00$
-------------------------	---	------------------

Betonkantenbruch

Beanspruchbarkeit:

$$k_9 = 1.7 \quad (\text{DIN EN 1992-4:2019-04})$$

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

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

$$\alpha = 0.1 * \left(\frac{l_f}{c}\right)^{0.5} = 0.1 * \left(\frac{70}{80}\right)^{0.5} = 0.094 \quad (\text{Gl. 7.42})$$

$$\beta = 0.1 * \left(\frac{d_{nom}}{c}\right)^{0.2} = 0.1 * \left(\frac{12}{80}\right)^{0.2} = 0.068 \quad (\text{Gl. 7.43})$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 * d_{nom}^\alpha * l_f^\beta * \sqrt{f_{ck}} * c^{1.5} = 1.7 * 12^{0.094} * 70^{0.068} * \sqrt{20} * 80^{1.5} * 10^{-3} = 9.17 \text{ kN} \quad (\text{Gl. 7.41})$$

Abminderung des Bemessungswertes des Widerstandes gemäß [1]:

$$a_3 = \frac{d_{nom}}{2} = \frac{12}{2} = 6 \text{ mm}$$

$$V_{Rk,c,h}^0 = V_{Rk,c}^0 * \frac{(h_{ef} - a_3)}{(e_1 + h_{ef})} = 9.17 * \frac{(70 - 6)}{(33.8 + 70)} = 9.17 * 0.62 = 5.65 \text{ kN} \quad (\text{Gl. 4.8 in [1]})$$

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

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

$$\psi_{s,V} = 1.000 \quad (\text{Gl. 7.45})$$

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

$$\psi_{ec,V} = 1.000 \quad (\text{Gl. 7.47})$$

$$\alpha_V = \arccos\left(\frac{F_{v,90,d}}{\sqrt{F_{v,0,d}^2 + F_{v,90,d}^2}}\right) = 66.04$$

$$\psi_{\alpha,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_V)^2 + (0.5 * \sin \alpha_V)^2}} = 1.636 \geq 1.0 \quad (\text{Gl. 7.48})$$

$$\psi_{re,V} = 1.000$$

$$V_{Rk,c} = V_{Rk,c,h}^0 * \frac{A_{c,V}}{A_{c,V}^0} * \psi_{s,V} * \psi_{h,V} * \psi_{ec,V} * \psi_{\alpha,V} * \psi_{re,V} = 5.65 * \frac{288.00}{288.00} * 1.000 * 1.000 * 1.000 * 1.636 * 1.000 = 9.24 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{Mc}} = \frac{9.24}{1.50} = 6.16 \text{ kN}$$

Nachweis Betonkantenbruch:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = \frac{4.92}{6.16} =$	$0.80 \leq 1.00$
----------------------------	---	------------------

Zusammenstellung der Ergebnisse

Nachweis HCW in Faserrichtung:	$\frac{F_{v,0,d}}{F_{v,0,Rd}} = \frac{4.50}{19.94} =$	$0.23 \leq 1.00$
Nachweis HCW senkrecht zur Faserrichtung:	$\frac{F_{v,90,d}}{F_{v,90,Rd}} = \frac{2.00}{8.65} =$	$0.23 \leq 1.00$
HCW (Kombinierte Beanspruchung):	$\left(\frac{F_{v,0,Ed}}{F_{v,0,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,90,Ed}}{F_{v,90,Rd}}\right)^2 =$	$0.10 \leq 1.00$
Nachweis Stahlversagen ohne Hebelarm:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s}} = \frac{4.92}{28.32} =$	$0.17 \leq 1.00$
Nachweis Stahlversagen mit Hebelarm:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,s,M}} = \frac{4.92}{4.97} =$	$0.99 \leq 1.00$
Nachweis Betonausbruch:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,cp}} = \frac{4.92}{30.60} =$	$0.16 \leq 1.00$
Nachweis Betonkantenbruch:	$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd,c}} = \frac{4.92}{6.16} =$	$0.80 \leq 1.00$

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 19.04.2021	Fastening element Hilti HCW, HCW L Hilti Aktiengesellschaft, 9494 Schaan, Fürstentum Liechtenstein
[1]	Heft 615 - Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin 2019 Erläuterung zu DIN EN 1992-4 Bemessung der Verankerung von Befestigungen in Beton