

ifb	Projekt Fahrradparkhaus Fürstenwalde	Projekt-Nr.	24-094	Seite	C-1
		Datum		Position	

C) Dächer und Decken

Angaben zu Expositionsklassen, Feuchtigkeitsklassen, Betongüten und Betonüberdeckung bzw. Brandschutz sind in den einzelnen Unterkapiteln zu finden.

Regelnachweis Verbundfuge

Zeitabhängigkeit Materialkennwerte

Die Bemessung für GZT und GZG werden zur Berücksichtigung des Zeitabhängigen Materialverhaltens sowohl für den Beton wie auch für das Holz zu drei Zeitpunkten durchgeführt. Die Steifigkeiten der Verbundpartner werden wie folgt bestimmt:

$$E_{\text{conc,fin}} = \frac{E_{\text{conc,t}_0}}{1 + \psi_{\text{conc}} \varphi(\infty, t_0)}$$

$$E_{\text{tim,fin}} = \frac{E_{\text{tim}}}{1 + \psi_{\text{tim}} k_{\text{def}}}$$

$$K_{\text{ser,fin}} = \frac{K_{\text{ser}}}{1 + \psi_{\text{conn}} k_{\text{def}}'}$$

$$K_{\text{u,fin}} = \frac{K_{\text{u}}}{1 + \psi_{\text{conn}} k_{\text{def}}'}$$

Die Eingangswerte für die Steifigkeitsberechnung sind in der unteren Tabelle zusammengetragen.

	bei $t = \infty$	bei $t = 3$ bis 7 Jahre
Beton, $\varphi = 2.5$:		
und $k_{\text{def}} = 0,6$	$\psi_{\text{conc}} = 2,0 - 0,5 \gamma_1^{1,9}$	$\psi_{\text{conc}} = 1,9 - 0,6 \gamma_1^{1,1}$
und $k_{\text{def}} = 0,8$	$\psi_{\text{conc}} = 1,8 - 0,3 \gamma_1^{2,5}$	$\psi_{\text{conc}} = 1,7 - 0,5 \gamma_1^{1,1}$
Holz:		
alle Fälle	$\psi_{\text{tim}} = 1,0$	$\psi_{\text{tim}} = 0,5$
Verbindung:		
alle Fälle	$\psi_{\text{conn}} = 1,0$	$\psi_{\text{conn}} = 0,65$
ANMERKUNG Bei $t = 0$ sind die Werte von ψ_{conc} , ψ_{tim} und ψ_{conn} gleich 0.		
^a Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.		

Mit dem Verbundfaktor:

$$\gamma_1 = \frac{E_t \cdot A_t \cdot E_t \cdot I_t \cdot N_t}{E_c \cdot A_c \cdot (E_t \cdot A_t \cdot M_t \cdot z - E_t \cdot I_t \cdot N_t)} = \frac{1100 \cdot 4840 \cdot 1100 \cdot 78090 \cdot 110}{3300 \cdot 2640 \cdot (1100 \cdot 4840 \cdot 540 \cdot 17 - 1100 \cdot 78090 \cdot 110)} = 0,148$$

Für die zeitabhängigen Materialparameter und die Nutzungsklasse 2 ergeben sich folgende Steifigkeiten in kN/cm².

Beton $\varphi = 2,5$	$t = 0$	$t = \infty$	$t = 3 - 7$ Jahre
$k_{\text{def}} = 0,8$	$\psi_{\text{conc}} = 0$	$\psi_{\text{conc}} = 1,8$	$\psi_{\text{conc}} = 1,64$
E_{conc}	3300	1353	1428
E_{tim}	1100	611	786
$K_{\text{ser,fin}}$	1500	915	1059
$K_{\text{u,fin}}$	1154	704	815

ifb	Projekt	Fahrradparkhaus Fürstenwalde	Projekt-Nr.	24-094	Seite	C-4

$$f_{vcd} = \frac{0,528 \cdot 17}{(\cot\theta + \tan\theta)} = 1,73$$

$$F_{Rd,1} = 1,73 \frac{N}{mm^2} \cdot 1000mm \cdot 250mm = 346000N = 432kN/m$$

$$F_{Rd,2} = f_{cd} \cdot b_n \cdot h_n = 17 \cdot 1000 \cdot 40 = 680kN/m$$

Holzversagen

$$f_{vtd} = f_{vk} \cdot k_{mod} / \gamma_t = 2,5 * \frac{0,6}{1,3} = 1,15$$

$$f_{c0d} = f_{ck} \cdot k_{mod} / \gamma_t = 21 * \frac{0,6}{1,3} = 9,69$$

$$F_{Rd,3} = k_{cr} \cdot f_{vtd} \cdot b_n \cdot l_{min} = 1,0 \cdot 1,15 \cdot 1000 \cdot 8 \cdot 40 = 368kN/m \text{ (KLED ständig)}$$

$$F_{Rd,3} = 368kN/m \text{ (KLED ständig); } F_{Rd,3} = 490,7kN/m \text{ (KLED mittel); } F_{Rd,3} = 552kN/m \text{ (KLED kurz)}$$

$$F_{Rd,4} = f_{c0d} \cdot b_n \cdot h_n = 9,69 \cdot 1000 \cdot 40 = 387,6kN/m \text{ (KLED ständig)}$$

$$F_{Rd,4} = 387kN/m \text{ (KLED ständig); } F_{Rd,3} = 516kN/m \text{ (KLED mittel); } F_{Rd,3} = 580kN/m \text{ (KLED kurz)}$$

Gesamt Tragfähigkeit pro Kerve

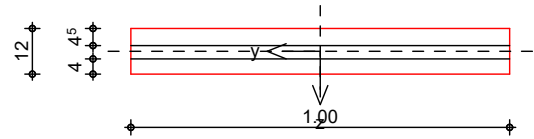
$$F_{min} = 368kN/m \text{ (KLED ständig); } F_{min} = 432kN/m \text{ (KLED mittel); } F_{min} = 432kN/m \text{ (KLED kurz);}$$

Pos. RND RBB 12

Stahlbeton-Rissbreitenbeschränkung

System
M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	b =	100.00	cm
Höhe	h =	12.00	cm
Bewehrungsabstände	d _o =	4.50	cm
	d _u =	4.00	cm
mittlere Stabdurchmesser	d _{m,1} =	10.00	mm
	d _{m,2} =	10.00	mm
Stahlflächen	A _{s1} =	5.24	cm ²
	A _{s2} =	5.24	cm ²
gesamte Stahlfläche	A _s =	10.48	cm ²
Bewehrungsgrad	ρ =	0.87	%

Expositionsklassen

XC3 und XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

C 30/37

mittlere Zugfestigkeit

f_{ctm} = 2.90 N/mm²

Zugfest. Zeitpunkt Zwang

f_{ct,eff,0} = 1.89 N/mm²

Zugfest. Zeitpunkt Last

f_{ct,eff,1} = 2.90 N/mm²

Elastizitätsmodul

E_{cm} = 33000 N/mm²

Betonstahl

B 500SA

char. Streckgrenze

f_{yk} = 500.00 N/mm²

Elastizitätsmodul

E_s = 200000 N/mm²

Grenzwert für die Rissbreite

w_{max} = 0.30 mm

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

erf. Mindestbewehrung

A_{s,min} = 6.95 cm²

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.

Grundbewehrung

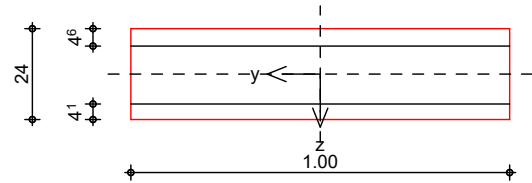
gewählt: Ø10/15

Pos. RND RBB 24

Stahlbeton-Rissbreitenbeschränkung

System
M 1:20

Platte (Rechteckquerschnitt)



Breite	b =	100.00	cm
Höhe	h =	24.00	cm
Bewehrungsabstände	d _o =	4.60	cm
	d _u =	4.10	cm
mittlere Stabdurchmesser	d _{m,1} =	12.00	mm
	d _{m,2} =	12.00	mm
Stahlflächen	A _{s1} =	7.54	cm ²
	A _{s2} =	7.54	cm ²
gesamte Stahlfläche	A _s =	15.08	cm ²
Bewehrungsgrad	ρ =	0.63	%

Expositionsklassen

XC3 und XC4

Nachweise (GZG)

gemäß DIN EN 1992-1-1, 7.3

Material:

Normalbeton

mittlere Zugfestigkeit	f _{ctm} =	2.60	N/mm ²
Zugfest. Zeitpunkt Zwang	f _{ct,eff,0} =	1.69	N/mm ²
Zugfest. Zeitpunkt Last	f _{ct,eff,1} =	2.60	N/mm ²
Elastizitätsmodul	E _{cm} =	31000	N/mm ²

Betonstahl

char. Streckgrenze	f _{yk} =	500.00	N/mm ²
Elastizitätsmodul	E _s =	200000	N/mm ²

Grenzwert für die Rissbreite	w _{max} =	0.30	mm
------------------------------	--------------------	------	----

DIN EN 1992-1-1, 7.3.2

Mindestbewehrung für die Begrenzung der Rissbreite

Nachweis bei reinem Zug aus 'innerem' Zwang

erf. Mindestbewehrung	A _{s,min} =	14.41	cm ²
-----------------------	----------------------	-------	-----------------

Die geforderte Mindestbewehrung wird eingehalten.

Grundbewehrung
gewählt: Ø12/15

Pos. RND SP 01

Holz-Auflager mit Querdruckverstärkung

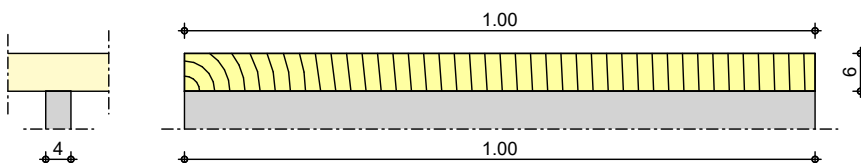
Geometrie M 1:14	Holz-Auflagernachweis nach DIN EN 1995-1-1						
Mat./Querschnitt	Bauteil	Material	Querschnitt [cm]				
	Träger	NH C24	100.0/8.0				
	Stütze	-	27.0/100.0				
	Nutzungsklasse 2						
Belastungen	Belastungen auf das System						
Auflagerlasten	Komm.				F _z [kN]		
Einw. Gk				50.00			
Einw. Qk.N				50.00			
Kombinationen	Kombinationsbildung nach DIN EN 1990 Darstellung der maßgebenden Kombinationen						
ständig/vorüberg.	Ek	KLED	Σ (γ*ψ*EW)				
	2	ku	1.35*Gk	+1.50*Qk.N			
	ku:	kurz					
Mat./Querschnitt	nach DIN EN 1995-1-1						
Nachweise (GZT)	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1995-1-1						
Querdruck	vertikale Druckkraft						
	EK	k _{mod} [-]	F _{c,90,d} [kN]	Bauteil	k _{c,90} [-]	F _{c,90,Rd} [kN]	η [-]
	2	0.90	142.50	Träger	1.00	571.15	0.25
Zusammenfassung	Zusammenfassung der Nachweise						
Nachweise (GZT)	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit						
	Nachweis	Bauteil			η [-]		
	Querdruck	Träger			OK	0.25	

Pos. RN D SP 02

Holz-Auflager mit Querdruckverstärkung

Geometrie
M 1:12

Holz-Auflagernachweis nach DIN EN 1995-1-1



Mat./Querschnitt

Bauteil	Material	Querschnitt [cm]
Träger	NH C24	100.0/6.0
Stütze	-	4.0/100.0

Nutzungsklasse 2

Belastungen

Belastungen auf das System

Auflagerlasten

Komm.	F_z [kN]
Einw. G_k	50.00
Einw. $Q_k.N$	50.00

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	E_k	KLED	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot E_W)$
ständig/vorüberg.	2	k_{u1}	$1.35 \cdot G_k + 1.50 \cdot Q_k.N$
		k_{u2}	kurz

Mat./Querschnitt

nach DIN EN 1995-1-1

Nachweise (GZT)

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach DIN EN 1995-1-1

Querdruck

vertikale Druckkraft

EK	k_{mod} [-]	$F_{c,90,d}$ [kN]	Bauteil	$k_{c,90}$ [-]	$F_{c,90,Rd}$ [kN]	η [-]
2	0.90	142.50	Träger	1.00	173.08	0.82

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Bauteil	η [-]
Querdruck	Träger	OK 0.82

ifb	Projekt FPH Fürstenwalde	Projekt-Nr. 24-094	Seite C-9
		Datum	Position RN-AS-01

Abhebesicherung Verbundfuge

nachfolgend wird ein Regelnachweis für eine Schraube zur Abhebesicherung für die Einleitung der Schubkräfte in der Verbundfuge der Holz-Beton Verbundträger geführt.

KVB-Verbinder

Reisser Schrauben als Abhebesicherung für Holz-Beton-Verbunddecken mit Kernen

#UNKNOWN!

Die Bemessung erfolgt nach Z-9.1-916 vom 06.08.2024 und DIN EN 1992-4:2019-04.

Allgemein

Nutzungsklasse	2
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	mittel
Modifikationsbeiwert	$k_{mod} = 0,80$

Angaben zum Betonbauteil

Festigkeitsklasse	C30/37	#UNKNOWN!
Betonzustand	gerissen	
char. Zylinderdruckfestigkeit	$f_{ck} = 30,0 \text{ N/mm}^2$	

Angaben zum Holzbauteil

Typ	Brettschichtholz
Festigkeitsklasse	
char. Rohdichte	
	GL24h
	$\rho_k = 385 \text{ kg/m}^3$

Angaben zur Schraubverbindung

Schraubentyp	Reisser KVB-Verbinder, d = 8 mm		
(nach ETA-23/0589 und Z-9.1-916, mit Hülse und Unterlegscheibe)			
Einbindelänge im Holz	l_{ef} =	160	mm
Einbindelänge im Beton	h_{nom} =	100	mm
Effektive Höhe im Beton	h_{ef} =	91	mm
#UNKNOWN!			
Schraubenanzahl...			
... in Elementspannrichtung	n_1 =	1	-
... quer zur Elementspannrichtung	n_2 =	1	-
Schraubenabstand untereinander...			
... in Elementspannrichtung	s_1 =	0	mm
... quer zur Elementspannrichtung	s_2 =	300	mm
Abstand Betonrand zu Schraube...			
... quer zur Elementspannrichtung	c_2 =	150	mm
		$\geq c_{cr,N} = 0,5 \times s_{cr,N} = 136,5$	mm
Schraubenparameter	d =	8,0	mm
	d_h =	25,0	mm
	d_s =	11,0	mm
	$f_{ax,k}$ =	13,1	N/mm²
	$f_{tens,k}$ =	24.100	N
Berücksichtigung von n_{ef} im Holzbauteil	Ja		

ifb	Projekt FPH Fürstenwalde	Projekt-Nr. 24-094	Seite C-10
		Datum	Position RN-AS-01

KVB-Verbinder

Reisser Schrauben als Abhebesicherung für Holz-Beton-Verbunddecken mit Kernen

#UNKNOWN!

Bemessung der Abhebesicherung

a) Ausziehversagen der REISSER-Schrauben aus dem Holzbauteil (Z-9.1-916, Abs. 2.3 a))

Charakteristische Ausziehtragfähigkeit einer Schraube aus dem Holz

#UNKNOWN!

$$\begin{aligned}
 n_{\text{ef,Holz}} &= 0,90 & - \\
 n_{\text{ges}} &= 1,00 & - \\
 f_{\text{ax,k}} &= 13,1 & \text{N/mm}^2 \\
 d &= 8 & \text{mm} \\
 l_{\text{ef}} &= 160 & \text{mm} \\
 \rho_k &= 385 & \text{kg/m}^3 \\
 F_{\text{ax,Rk}} &= 16.759 & \text{N} \quad (\text{reduziert um Verhältnis } n_{\text{ef,Holz}} / n_{\text{ges}})
 \end{aligned}$$

Bemessungswert der Ausziehtragfähigkeit einer Schraube aus dem Holz

$$\begin{aligned}
 k_{\text{mod}} &= 0,80 & - \\
 \gamma_M &= 1,30 & - \\
 F_{\text{ax,Rd}} &= 10.313 & \text{N} \quad (\text{reduziert um Verhältnis } n_{\text{ef,Holz}} / n_{\text{ges}})
 \end{aligned}$$

b) Stahlzugversagen der REISSER-Schrauben (Z-9.1-916, Abs. 2.3 b))

Charakteristische Zugtragfähigkeit einer Schraube

$$f_{\text{tens,k}} = 24.100 \text{ N}$$

Bemessungswert der Zugtragfähigkeit einer Schraube

$$\begin{aligned}
 \gamma_{\text{Ms}} &= 1,30 & - \\
 f_{\text{tens,d}} &= 18.538 & \text{N}
 \end{aligned}$$

ifb	Projekt FPH Fürstenwalde	Projekt-Nr. 24-094	Seite C-11
		Datum	Position RN-AS-01

KVB-Verbinder

Reisser Schrauben als Abhebesicherung für Holz-Beton-Verbunddecken mit Kerfen

#UNKNOWN!

c) Kegelförmiger Betonausbruch (Z-9.1-916, Abs. 2,3 c) mit DIN EN 1992-4:2019-04, Abs. 7.2.1.4)

Charakteristischer Widerstand Kegelausbruch einer Schraube ohne Gruppeneffekt

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1,5}$$

$$k_1 = 8,9 \quad -$$

$$f_{ck} = 30,0 \quad \text{N/mm}^2$$

$$h_{ef} = 91 \quad \text{mm}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 42.317 \quad \text{N}$$

Charakteristischer Randabstand

$$c_{cr,N} = 136,5 \quad \text{mm}$$

Charakteristischer Achsabstand

$$s_{cr,N} = 273,0 \quad \text{mm}$$

Randeffekt

$$c_2 = 150,0 \geq c_{cr,N} \rightarrow \text{Kein Randeffekt quer zur Elementspannrichtung}$$

Gruppeneffekt

$$s_1 = - \geq s_{cr,N} \rightarrow \text{Kein Gruppeneffekt in Elementspannrichtung}$$

$$s_2 = - \geq s_{cr,N} \rightarrow \text{Kein Gruppeneffekt quer zur Elementspannrichtung}$$

Charakteristischer Widerstand Kegelausbruch der Schraubengruppe

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0}$$

$$N_{Rk,c}^0 = 42.317 \quad \text{N}$$

$$L_{c,N,1} = 273 \quad \text{mm}^2$$

$$L_{c,N,2} = 273 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{c,N} = 74.529 \quad \text{mm}^2$$

$$A_{c,N}^0 = 74.529 \quad \text{mm}^2$$

$$N_{Rk,c} = 42.317 \quad \text{N}$$

Charakteristischer Widerstand Kegelausbruch einer Schraube mit Gruppeneffekt

$$n_{ges} = 1,00 \quad -$$

$$N_{Rk,c} = 42.317 \quad \text{N}$$

Bemessungswiderstand Kegelausbruch einer Schraube mit Gruppeneffekt

$$\gamma_{Mc} = 1,50 \quad -$$

$$N_{Rd,c} = 28.211 \quad \text{N}$$

Informativ: Effektive Anzahl der Schrauben unter Berücksichtigung des Gruppeneffekts

$$n_{ef,Kegel} = 1,00 \quad -$$

KVB-Verbinder

Reisser Schrauben als Abhebesicherung für Holz-Beton-Verbunddecken mit Kernen

#UNKNOWN!

d) Herausziehen der REISSER-Schrauben aus dem Beton (Z-9.1-916, Abs. 2.3 d))

Charakteristische Auszugtragfähigkeit einer Schraube aus dem Beton

$$N_{Rk,p}^0 = k_2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (d_h^2 - d_s^2) \cdot f_{ck}$$

$$\begin{aligned} k_2 &= 7,5 && - \\ d_h &= 25,0 && \text{mm} \\ d_s &= 11,0 && \text{mm} \\ f_{ck} &= 30,0 && \text{N/mm}^2 \\ N_{Rk,p}^0 &= 89.064 && \text{N} \end{aligned}$$

Bemessungswert der Auszugtragfähigkeit einer Schraube aus dem Beton

$$\begin{aligned} \gamma_{Mp} &= 1,50 && - \\ N_{Rd,p}^0 &= 59.376 && \text{N} \end{aligned}$$

Zusammenfassung: Ermittlung der maßgebenden Tragfähigkeit

Tragfähigkeit für eine Schraube (unter Berücksichtigung des Gruppeneffekts)

a) Ausziehtragfähigkeit aus dem Holz	$F_{ax,Rk} = 16,8$	kN	$F_{ax,Rd} = 10,3$	kN
b) Zugtragfähigkeit	$f_{tens,k} = 24,1$	kN	$f_{tens,d} = 18,5$	kN
c) Kegelausbruch	$N_{Rk,c} = 42,3$	kN	$N_{Rd,c} = 28,2$	kN
d) Auszugtragfähigkeit aus dem Beton	$N_{Rk,p}^0 = 89,1$	kN	$N_{Rd,p}^0 = 59,4$	kN
Maßgebende Tragfähigkeit	$Z_{Rk} = 16,8$	kN	$Z_{Rd} = 10,3$	kN

Gesamttragfähigkeit der oben eingegebenen Verbindungsmittelgruppe

a) Ausziehtragfähigkeit aus dem Holz	$F_{ax,Rk,ges} = 16,8$	kN	$F_{ax,Rd,ges} = 10,3$	kN
b) Zugtragfähigkeit	$f_{tens,k,ges} = 24,1$	kN	$f_{tens,d,ges} = 18,5$	kN
c) Kegelausbruch	$N_{Rk,c,ges} = 42,3$	kN	$N_{Rd,c,ges} = 28,2$	kN
d) Auszugtragfähigkeit aus dem Beton	$N_{Rk,p,ges}^0 = 89,1$	kN	$N_{Rd,p,ges}^0 = 59,4$	kN
Maßgebende Tragfähigkeit	$Z_{Rk,ges} = 16,8$	kN	$Z_{Rd,ges} = 10,3$	kN

ifb	Projekt FPH Fürstenwalde	Projekt-Nr. 24-094	Seite C-13
		Datum	Position RN-AS-01

KVB-Verbinder
Reisser Schrauben als Abhebesicherung für
Holz-Beton-Verbunddecken mit Kerven

#UNKNOWN!

Gewährleistung

Es wird darauf hingewiesen, dass Fehler in Bemessungshilfen trotz sorgfältiger Überprüfungen nicht ausgeschlossen werden können. Die Anwendenden sind dafür verantwortlich, die Eingabedaten und die daraus resultierenden Ergebnisse auf Basis geltender Normen, Zulassungen oder dem Stand der Technik zu überprüfen. Die Anwendenden sind für die Verwendung der durch die Bemessungshilfe erzeugten Bemessungsergebnisse allein verantwortlich.

Herausgeber

REISSER Schraubentechnik GmbH
Fritz-Müller-Straße 10
74653 Ingelfingen-Criesbach
Deutschland

Entwickler

BE Ingenieure GmbH
An der Raumfabrik 33b
76227 Karlsruhe
Deutschland