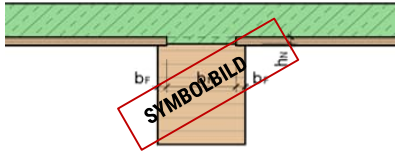
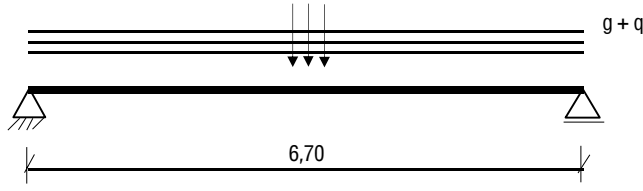




HBV-RIPPENDECKE

Material und Geometrie

STRUCTURAL SYSTEM				
	$l_{eff}$	= 6,70 [m]	Effektive Spannweite in Haupttragrichtung	

CONCRETE		C30/37		Betongüte	
		S		Zementklasse	
	$h_{conc}$	= 14	[cm]	Dicke Aufbeton	2
	$h_{cr}$	= 5	[cm]	Höhe der gerissenen Betonschicht wird als nichttragend angesetzt	
	$h_{cr,fire}$	= 5,5	[cm]	und ist iterativ zu bestimmen nach DIN GEN TS 19103 7.1.1 (10)	3
	$b_{conc,eff}$	= 203,5	[cm]	Effektive Breite Beton (Plattenbalken)	4
	$c_{nom}$	= 3	[cm]	Mindestbetondeckung (Annahme 2 cm bei XC1)	
		oben & unten	Dem Trocknen ausgesetzte Querschnittsflächen	7	
RH	= 50	[%]	Relative Luftfeuchte der Umgebung		
$t_0$	= 28	[d]	Tatsächliches Betonalter bei Belastungsbeginn		

TIMBER		GL24c		Holzgüte	
	$h_{tim}$	= 48	[cm]	Höhe Holzrippe	
	$b_{tim}$	= 40	[cm]	Breite Holzrippe	
	$e_{tim}$	= 270	[cm]	Rippenabstand	
	$b_f$	= 2,0	[cm]	Erforderlicher Rand Holzträger im Kervenbereich (konstruktiv bedingt)	

Belastung

SURFACE LOAD	$g_{0,conc}$	= 3,50	[kN/m <sup>2</sup> ]	Eigengewicht Aufbeton	
	$g_{0,tim}$	= 0,36	[kN/m <sup>2</sup> ]	Eigengewicht Holz	
	$g_{1,o}$	= 2,00	[kN/m <sup>2</sup> ]	Ausbaulast auf der Decke (Fußbodenaufbau, Estrich, ggf. Schüttungen)	
	$g_{1,u}$	= 0,00	[kN/m <sup>2</sup> ]	Ausbaulast unter der Decke (Abhangdecke, Haustechnik, ...)	
	$q$	= 3,50	[kN/m <sup>2</sup> ]	Nutzlast	
	$\psi_2$	= 0,30		Kombinationsbeiwert	

LINE LOAD	$g_{0,conc}$	= 9,45	[kN/m]	Eigengewicht Aufbeton	
	$g_{0,tim}$	= 0,96	[kN/m]	Eigengewicht Holz	
	$g_{1,o}$	= 5,40	[kN/m]	Ausbaulast auf der Decke (Fußbodenaufbau, Estrich, ggf. Schüttungen)	
	$g_{1,u}$	= 0,00	[kN/m]	Ausbaulast unter der Decke (Abhangdecke, Haustechnik, ...)	
	$q$	= 9,45	[kN/m]	Nutzlast	

Nutzungs-klasse

SERVICE CLASS	NKL	= 1		Nutzungs-klasse	
	KLED	= mittel		Klasse der Lasteinwirkungsdauer	
	$k_{mod}$	= 0,8		Modifikationsbeiwert	
	$k_{def}$	= 0,6		Verformungsbeiwert des Holzes	

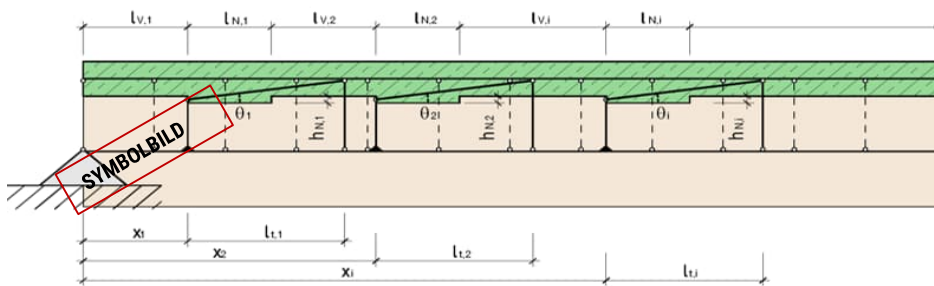
**HBV-RIPPENDECKE**

KerVen

GEOMETRY	$b_n$	=	36	[cm]	KerVenbreite	
	$h_n$	=	3,5	[cm]	KerVentiefe ( $\geq 2$ cm)	(Gl. 10.5.)
	$l_n$	=	15	[cm]	KerVenlänge ( $\geq 15$ cm)	(Gl. 10.6.)
	$l_v$	=	45	[cm]	Vorholzlänge ( $\geq 12,5 \cdot h_n$ )	(Gl. 10.7.)
	$l_x$	=	26	[cm]	Position der Schraube ab KerVenanfang	9

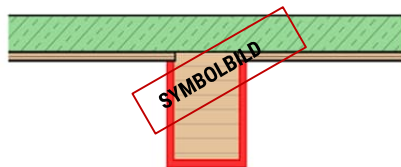
UNIT	$n$	=	5,01	[Stk.]	Abschätzung zur Anzahl der KerVen nach Schönborn pro Seite	5
	$n$	=	5	[Stk.]	Anzahl der KerVen, gewählt pro Seite	8

NOTCH POSITION	$l_{K1}$	=	0,45	[m]	SPA	MOD	MIN	6					
					$l_{K2}$	=	1,05		[m]	0,45	0,34	1,03	(Gl. 10.8.)
					$l_{K3}$	=	1,65		[m]	0,79	0,67	1,61	(Gl. 10.8.)
					$l_{K4}$	=	2,25		[m]	1,19	1,05	2,20	(Gl. 10.8.)
					$l_{K5}$	=	2,85		[m]	1,68	1,50	2,79	(Gl. 10.8.)
					$l_{K6}$	=			[m]			3,38	(Gl. 10.8.)



Feuerwiderstand

FIRE PROTECTION	R90					
	$\beta_n$	=	0,7	[mm/min]	Ideelle Abbrandrate gemäß EC5	
	$d_{ef}$	=	7,00	[cm]	Effektive Abbrandtiefe	
	$b_{n'}$	=	26,00	[cm]	Breite der KerVe im Brandfall	
	$h_{tim'}$	=	41,00	[cm]	Höhe Holz nach Abbrand	
	$b_{tim'}$	=	26,00	[cm]	Breite Holz nach Abbrand	



Verformung und Schwingungen

w	$w_c$	=	0	[mm]	Überhöhung
Hz	DKL	=	1		Deckenklasse
	$h_{Estrich}$	=	80	[mm]	Höhe Estrich
	D	=	0,035		Dämpfungsmaß

V2 6.70 m

HBV-RIPPENDECKE

**Belastung aus Lastfallkombinationen für GZT und GZG, t = 0**

nur Informativ, Kombinatorik erfolgt in RFEM

t = 0

<u>STÄNDIG UND VORÜBERGEHEND</u>			
GZT	Belastung Obergurt	34,22	[kN/m]
	Belastung Untergurt	1,30	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	[-]

<u>AUSSERGEWÖHNLICH (BRAND)</u>			
GZT	Belastung Obergurt	17,69	[kN/m]
	Belastung Untergurt	0,96	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	[-]

<u>CHARAKTERISTISCH (w<sub>inst.</sub>)</u>			
GZG	Belastung Obergurt	24,30	[kN/m]
	Belastung Untergurt	0,96	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	[-]

**Belastung aus Lastfallkombinationen für Überlagerung gem. DIN CN/TS**

nur Informativ, Kombinatorik erfolgt in RFEM

t = 0

t = 3 bis 7 a<sup>1</sup>

t = ∞

<u>STÄNDIG UND VORÜBERGEHEND</u>		t = 0	t = 3 bis 7 a <sup>1</sup>	t = ∞	
GZT	Belastung Obergurt	16,54*	17,69	17,69	[kN/m]
	Belastung Untergurt	0,34*	0,96	0,96	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	-3,17E-04	-4,76E-04	[-]

<u>AUSSERGEWÖHNLICH (BRAND)</u>		t = 0	t = 3 bis 7 a <sup>1</sup>	t = ∞	
GZT	Belastung Obergurt	-	17,69	17,69	[kN/m]
	Belastung Untergurt	-	0,96	0,96	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	-2,35E-04	-3,53E-04	[-]

<u>CHARAKTERISTISCH (w<sub>fin.</sub>)</u>		t = 0	t = 3 bis 7 a <sup>1</sup>	t = ∞	
GZG	Belastung Obergurt	6,62*	-	17,69	[kN/m]
	Belastung Untergurt	-	-	0,96	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	-	-3,53E-04	[-]


<u>STÄNDIG (1,0-fach ohne Schwinden)</u>		t = 0	t = 3 bis 7 a <sup>1</sup>	t = ∞	
t=0	Belastung Obergurt	14,85	-	-	[kN/m]
	Belastung Untergurt	0,96	-	-	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	-	-	[-]

\* kurzzeitige Spannungen gem. DIN CN/TS


## ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

V2 6.70 m

## NACHWEISE IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

Nachweise im Holzquerschnitt


Biegung im Holzquerschnitt	$\sigma_{m,Ed} =$	5,82 N/mm <sup>2</sup>	39%
Schubspannungen im Holzquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,82 N/mm <sup>2</sup>	38%
Zugspannungen im Holzquerschnitt	$\sigma_{t,0,Ed} =$	2,50 N/mm <sup>2</sup>	24%
Kombination aus Biegung und Normalkraft	$\sigma_{m+t,Ed} =$	7,71 N/mm <sup>2</sup>	57%

Nachweise im Betonquerschnitt


Normalspannungen im Betonquerschnitt	$\sigma_{Ed,oben} =$	-4,09 N/mm <sup>2</sup>	29%
	$\sigma_{Ed,unten} =$	1,14 N/mm <sup>2</sup>	
Schubspannungen im Betonquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,19 N/mm <sup>2</sup>	21%
Mindestbewehrung gem. DIN CEN/TS 19103	d6/15	$a_{s,vor} =$	1,88 cm <sup>2</sup> /m
Biegebemessung in Quertragrichtung		$a_{s,erf} =$	2,60 cm <sup>2</sup> /m
Längsschubbemessung		$a_{s,erf} =$	2,50 cm <sup>2</sup> /m
Risstiefenberechnung Betonquerschnitt		$h_{cr,calc} =$	53 mm


Verbindung zwischen Holz und Beton


Nachweis der Kerne	$F_{Ed,K,max} =$	156,3 kN	101%
Abhebende Kraft auf Schraube	$F_{t,Ed} =$	52,6 kN	

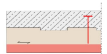
## NACHWEISE IM BRANDFALL (von unten)

Nachweise im Holzquerschnitt


Biegung im Holzquerschnitt	$\sigma_{m,Ed} =$	0,89 N/mm <sup>2</sup>	26%
Schubspannungen im Holzquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,08 N/mm <sup>2</sup>	23%
Zugspannungen im Holzquerschnitt	$\sigma_{t,0,Ed} =$	0,27 N/mm <sup>2</sup>	16%
Kombination aus Biegung und Normalkraft	$\sigma_{m+t,Ed} =$	0,89 N/mm <sup>2</sup>	41%

Nachweise im Betonquerschnitt


Normalspannungen im Betonquerschnitt	$\sigma_{Ed,oben} =$	-2,59 N/mm <sup>2</sup>	16%
	$\sigma_{Ed,unten} =$	0,83 N/mm <sup>2</sup>	
Schubspannungen im Betonquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,13 N/mm <sup>2</sup>	12%
Mindestbewehrung gem. DIN CEN/TS 19103	d6/15	$A_{s,vor} =$	1,88 cm <sup>2</sup> /m
Brandschutznachweis in Quertragrichtung		$REI_{erf} =$	R90
Risstiefenberechnung Betonquerschnitt		$h_{cr,fire,calc} =$	53 mm

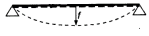
Verbindung zwischen Holz und Beton


Nachweis der Kerne	$F_{Ed,K,max} =$	94,3 kN	49%
Abhebende Kraft auf Schraube	$F_{t,Ed} =$	31,7 kN	

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

V2 6.70 m

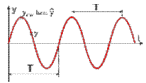
## NACHWEISE IM GRENZZUSTAND DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

VerformungenAnfangsverformung  $w_{inst}$  $w_{inst} = 4,80 \text{ m m}$ 

21%

Endverformung  $w_{fin,TS}$  $w_{fin,TS} = 12,90 \text{ m m}$ 

48%

Schwingungen

Eigenfrequenz

 $f_1 = 10,28 \text{ Hz}$ 

44%

Grenzdurchbiegung

 $w_{grenz} = 0,02 \text{ m m}$ 

6%

Beschleunigung

 $a_{rms} = 0,00 \text{ m/s}^2$ 

8%

## Verbindungsmittelnachweis

Kervenverbindung nach DIN CEN/TS 19103, 10.3.4

V2 6.70 m

Abhebende Kraft infolge Verbindungsmittel:

GZT

Brand

$F_{t,Ed}$	=	Zugkraft (auf Abhebesicherung) <sup>1</sup>	52,6	31,7	[kN]	CEN, GL. (10.19)
------------	---	---	------	------	------	------------------

Einwirkungen

GZT

Brand

$F_{Ed,K1}$	=	Kraft in Kerbe 1 <sup>2</sup>	156,3	94,3	[kN]	
$F_{Ed,K2}$	=	Kraft in Kerbe 2 <sup>2</sup>	120,1	71,9	[kN]	
$F_{Ed,K3}$	=	Kraft in Kerbe 3 <sup>2</sup>	87,6	52,2	[kN]	
$F_{Ed,K4}$	=	Kraft in Kerbe 4 <sup>2</sup>	56,2	33,5	[kN]	
$F_{Ed,K5}$	=	Kraft in Kerbe 5 <sup>2</sup>	25,3	15,1	[kN]	

Nachweis Kerbe (Schubverbinder)

GZT

Brand

$\theta_{max}$	=	max. Druckstrebenneigungswinkel	45,0	45,0	[°]	EC2-1-1 6.2.3 (2)
$l_{s,min}$	=	vorh. min. Abstand zwischen den Kerven	45	45	[cm]	
$\theta_{min}$	=	min. Druckstrebenneigungswinkel	13,1	13,1	[°]	CEN, GL. (10.18)
$\theta$	=	Druckstrebenneigungswinkel gewählt <sup>3,4</sup>	18,6	18,6	[°]	10.3.4.3 (2) & (4)
$v$	=		0,53	0,53		CEN, GL. (10.17)
$f_{v,c,d}$	=		3,7	5,5	[N/mm <sup>2</sup> ]	CEN, GL. (10.16)
	=	Schubversagen des Betons	199,6	216,2	[kN]	CEN, GL. (10.14a)
	=	Druckversagen des Betons	176,4	191,1	[kN]	CEN, GL. (10.14b)
$k_{cr}$	=	Beiwert für Einwirkungen rechth. zur Rissebene	0,7	0,7		
$l_{min}$	=	Mindestwert der Schublänge im Holz	28,0	28,0	[cm]	CEN, GL. (10.15)
	=	Schubversagen des Holzes	155,1	209,3	[kN]	CEN, GL. (10.14c)
	=	Druckversagen des Holzes	166,7	225,0	[kN]	CEN, GL. (10.14d)
$F_{Rd}$	=	MIN	155,1	191,1	[kN]	CEN, GL. (10.14)
			1,01	0,49	$\leq 1,0$	CEN, GL. (10.13)

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

$$W_c = \text{Überhöhung} \quad 0 \quad [\text{mm}]$$

## Verformungen

$W_{\text{inst,zul}}$	= zulässige Durchbiegung	I/ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">300</span>	22,3	[mm]	
$W_{\text{inst}}$	= vorhandene Durchbiegung		4,8	[mm]	
			0,21		$\leq 1,0$
$W_{\text{net,fin,z}}$	= zulässiger Durchhang	I/ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">300</span>	22,3	[mm]	
$W_{\text{net,fin}}$	= vorhandene Durchhang		11,6	[mm]	
			0,52		$\leq 1,0$
$W_{\text{fin,zul}}$	= zulässige Durchbiegung	I/ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">200</span>	33,5	[mm]	
$W_{\text{fin}}$	= vorhandene Durchbiegung		11,6	[mm]	
			0,35		$\leq 1,0$
$W_{\text{fin,gren.}}$	= zulässige Durchbiegung	I/ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">250</span>	26,8	[mm]	<sup>4</sup>
$W_{\text{fin,TS}}$	= vorhandene Durchbiegung		12,9	[mm]	
			0,48		$\leq 1,0$

## Schwingungen

	Deckenklasse		1	DKL	3
$EI_{\text{HBV},0}$	= Biegesteifigkeit der HBV-Decke zum Zeitpunkt $t=0$		1,38E+08	[Nm <sup>2</sup> /m]	<sup>1</sup>
$EI_{\text{HBV},\infty}$	= Biegesteifigkeit der HBV-Decke zum Zeitpunkt $t=\infty$		57136462	[Nm <sup>2</sup> /m]	<sup>1</sup>
$h_{\text{Estrich}}$	= Höhe Estrich		80	[mm]	
$D$	= Dämpfungsmaß		0,035	[-]	<sup>2</sup>
$EI_{\text{Estrich}}$	= Biegesteifigkeit Estrich		1066667	[Nm <sup>2</sup> /m]	
$(EI)_i$	= Biegesteifigkeit Gesamtaufbau		1,39E+08	[Nm <sup>2</sup> /m]	
$(EI)_b$	= Biegesteifigkeit quer zur Spannrichtung (Aufbeton)		7546000	[Nm <sup>2</sup> /m]	
$f_1$	= Eigenfrequenz (ohne Querverteilungswirkung)		10,28	[Hz]	
$f_{\text{grenz}}$	= Grenzfrequenz		4,50	[Hz]	
			0,44		$\leq 1,0$
$b_F$	= Mitwirkende Breite		2,94	[m]	
$w$	= Durchbiegung infolge Einzellast von 1kN		0,02	[mm]	
$w_{\text{grenz}}$	= Grenzdurchbiegung		0,25	[mm]	
			0,06		$\leq 1,0$
$M^*$	= Modale Masse		15869	[kg]	
$\alpha$	= Fourierkoeffizient		0,016	[-]	
$a_{\text{rms}}$	= Effektivwert der Beschleunigung		0,004	[m/s <sup>2</sup> ]	
$a_{\text{grenz}}$	= Grenzwert der Beschleunigung		0,050	[m/s <sup>2</sup> ]	
			0,08		$\leq 1,0$

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



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

### Allgemein

Nutzungsklasse	1
Klasse der Lasteinwirkungsdauer	mittel
Modifikationsbeiwert	$k_{mod} = 0,80$

### Angaben zum Betonbauteil

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

### Angaben zum Holzbauteil

Typ	Brettschichtholz
Festigkeitsklasse	GL24c
char. Rohdichte	$\rho_k = 365 \text{ kg/m}^3$

### Angaben zur Schraubverbindung

Schraubentyp Reisser KVB-Verbinder,  $d = 8 \text{ mm}$

(nach ETA-23/0589 und Z-9.1-916, mit Hülse und Unterlegscheibe)

Einbindelänge im Holz  $l_{ef} = 220 \text{ mm}$

Einbindelänge im Beton  $h_{nom} = 80 \text{ mm}$

Effektive Höhe im Beton  $h_{ef} = 71 \text{ mm}$

Schraubenanzahl...

... in Elementspanrichtung  $n_1 = 2$  -

... quer zur Elementspanrichtung  $n_2 = 4$  -

Schraubenabstand untereinander...

... in Elementspanrichtung  $s_1 = 85 \text{ mm}$

... quer zur Elementspanrichtung  $s_2 = 85 \text{ mm}$

Abstand Betonrand zu Schraube...

... quer zur Elementspanrichtung  $c_2 = 50 \text{ mm}$

Schraubenparameter  $d = 8,0 \text{ mm}$

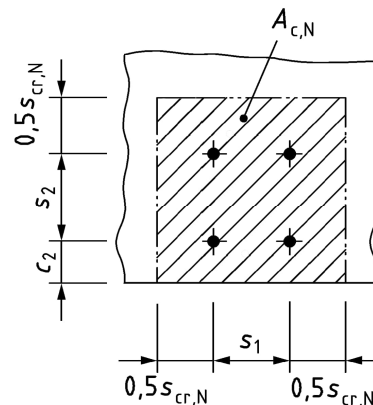
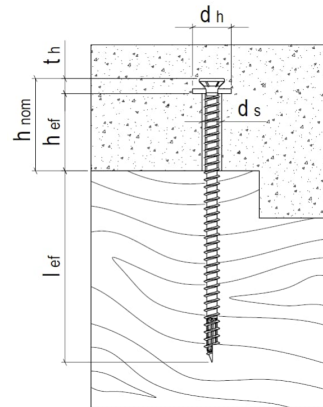
$d_h = 25,0 \text{ mm}$

$d_s = 11,0 \text{ mm}$

$f_{ax,k} = 13,1 \text{ N/mm}^2$

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

Berücksichtigung von  $n_{ef}$  im Holzbauteil Ja



$$c_{cr,N} = 0,5 \times s_{cr,N} = 106,5 \text{ mm}$$

Beeinträchtigung des kegelförmigen  
Betonausbruchs durch Randeinfluss  
vorhanden.

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



**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

$$F_{ax,Rk} = f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef} \cdot \left( \frac{\rho_k}{350} \right)^{1,1}$$

$n_{ef,Holz}$	=	6,50	-	
$n_{ges}$	=	8,00	-	
$f_{ax,k}$	=	13,1	N/mm <sup>2</sup>	
$d$	=	8	mm	
$l_{ef}$	=	220	mm	
$\rho_k$	=	365	kg/m <sup>3</sup>	
$F_{ax,Rk}$	=	19.612	N	(reduziert um Verhältnis $n_{ef,Holz} / n_{ges}$ )

Bemessungswert der Ausziehtragfähigkeit einer Schraube aus dem Holz

$k_{mod}$	=	0,80	-	
$\gamma_M$	=	1,30	-	
$F_{ax,Rd}$	=	12.069	N	(reduziert um Verhältnis $n_{ef,Holz} / n_{ges}$ )

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

Charakteristische Zugtragfähigkeit einer Schraube

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

Bemessungswert der Zugtragfähigkeit einer Schraube

$\gamma_{Ms}$	=	1,30	-	
$f_{tens,d}$	=	18.538	N	

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



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

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

$$\begin{aligned} k_1 &= 8,9 \quad - \\ f_{ck} &= 30,0 \quad \text{N/mm}^2 \\ h_{ef} &= 71 \quad \text{mm} \\ N_{Rk,c}^0 &= 29.163 \quad \text{N} \end{aligned}$$

Charakteristischer Randabstand

$$c_{cr,N} = 106,5 \quad \text{mm}$$

Charakteristischer Achsabstand

$$s_{cr,N} = 213,0 \quad \text{mm}$$

Randeffekt

$$c_2 = 50,0 < c_{cr,N} \rightarrow \text{Randeffekt quer zur Elementspanrichtung}$$

Gruppeneffekt

$$\begin{aligned} s_1 &= 85,0 < s_{cr,N} \rightarrow \text{Gruppeneffekt in Elementspanrichtung} \\ s_2 &= 85,0 < s_{cr,N} \rightarrow \text{Gruppeneffekt quer zur Elementspanrichtung} \end{aligned}$$

Charakteristischer Widerstand Kegelausbruch der Schraubengruppe

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

$$\begin{aligned} N_{Rk,c}^0 &= 29.163 \quad \text{N} \\ L_{c,N,1} &= 298 \quad \text{mm}^2 \\ L_{c,N,2} &= 412 \quad \text{mm}^2 \\ A_{c,N} &= 122.627 \quad \text{mm}^2 \\ A_{c,N}^0 &= 45.369 \quad \text{mm}^2 \\ N_{Rk,c} &= 78.825 \quad \text{N} \end{aligned}$$

Charakteristischer Widerstand Kegelausbruch einer Schraube mit Gruppeneffekt

$$\begin{aligned} n_{ges} &= 8,00 \quad - \\ N_{Rk,c} &= 9.853 \quad \text{N} \end{aligned}$$

Bemessungswiderstand Kegelausbruch einer Schraube mit Gruppeneffekt

$$\begin{aligned} \gamma_{Mc} &= 1,50 \quad - \\ N_{Rd,c} &= 6.569 \quad \text{N} \end{aligned}$$

Informativ: Effektive Anzahl der Schrauben unter Berücksichtigung des Gruppeneffekts

$$n_{ef,Kegel} = 2,70 \quad -$$

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



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	$F_{ax,Rk} = 19,6$	kN	$F_{ax,Rd} = 12,1$	kN
b) Zugtragfähigkeit	$f_{tens,k} = 24,1$	kN	$f_{tens,d} = 18,5$	kN
c) Kegelausbruch	$N_{Rk,c} = 9,9$	kN	$N_{Rd,c} = 6,6$	kN
d) Auszugtragfähigkeit aus dem Beton	$N_{Rk,p}^0 = 89,1$	kN	$N_{Rd,p}^0 = 59,4$	kN
Maßgebende Tragfähigkeit	<b><math>Z_{Rk} = 9,9</math></b>	<b>kN</b>	<b><math>Z_{Rd} = 6,6</math></b>	<b>kN</b>

Gesamttragfähigkeit der oben eingegebenen Verbindungsmittelgruppe

a) Ausziehtragfähigkeit aus dem Holz	$F_{ax,Rk,ges} = 156,9$	kN	$F_{ax,Rd,ges} = 96,6$	kN
b) Zugtragfähigkeit	$f_{tens,k,ges} = 192,8$	kN	$f_{tens,d,ges} = 148,3$	kN
c) Kegelausbruch	$N_{Rk,c,ges} = 78,8$	kN	$N_{Rd,c,ges} = 52,6$	kN
d) Auszugtragfähigkeit aus dem Beton	$N_{Rk,p,ges}^0 = 712,5$	kN	$N_{Rd,p,ges}^0 = 475,0$	kN
Maßgebende Tragfähigkeit	<b><math>Z_{Rk,ges} = 78,8</math></b>	<b>kN</b>	<b><math>Z_{Rd,ges} = 52,6</math></b>	<b>kN</b>

**VERGLEICHSRECHNUNG SCHRAUBENVERBUND**

---

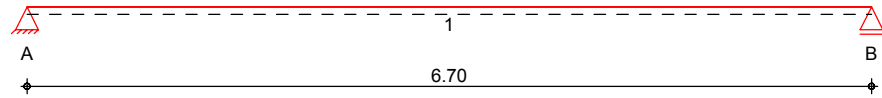
**Pos. Var. 02**

**$l = 6.70 \text{ m}$ ,  $e = 2.70 \text{ m}$ , 40.48.GL24c**

System

Holz-Beton-Verbunddecke

M 1:60



Abmessungen / Nutzungsklassen

Feld	l [m]	NKL
1	6.70	1

Auflager

Aufl.	x [m]	b [cm]	Transl. [kN/m]	Rotat. [kNm/rad]
A	0.00	20.00	starr	frei
B	6.70	20.00	starr	frei

Material / Querschnitt

QS	Material	b [cm]	h [cm]
1 Obergurt	C 30/37	270.0	14.0
2 Steg	BSH GL24c	40.0	48.0

Expositionsklasse

XC1

Verbindungsmittel

Würth ASSY plus VG Schraube 8.0x300	DIBt	ETA-13/0029
Einschraubwinkel	$\alpha =$	45.0 °
Anzahl der Reihen	n =	3 -
Abstand in Trägerrichtung	s =	11.0 cm
Balkenabstand	a =	2.70 m

Einwirkungen

Einwirkungen nach DIN EN 1990:2010-12

Gk

Eigenlasten  
Ständige Einwirkungen

Qk.N

Nutzlasten  
Kategorie B - Büros

Belastungen

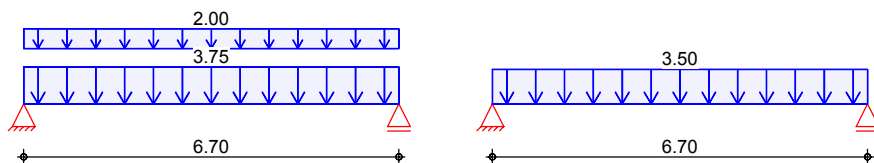
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Qk.N



670 cm / 11 cm · 3 = 182 VG pro Doppelrippe

Im Vergleich mit Kerve:  
48 KVB-Verbinder pro Doppelrippen

Flächenlasten in z-Richtung

Gleichflächenlasten

Einw. Gk

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q <sub>li</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	q <sub>re</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
(a) 1	Eigengew	0.00	6.70		3.75
1		0.00	6.70		2.00
1		0.00	6.70		3.50

Einw. Qk.N

(a)	Obergurt	$0.14 \cdot 25 =$	3.50	kN/m <sup>2</sup>
	Steg	$0.4 \cdot 0.48 \cdot 3.5 / 2.7 =$	0.25	kN/m <sup>2</sup>
		$=$	3.75	kN/m <sup>2</sup>

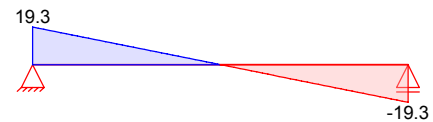
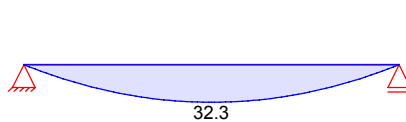
Char. Schnittgrößen Grenzzustand Tragfähigkeit

Grafik Schnittgrößen (je Einwirkung)

Einw. *Gk*

Moment  $M_{y,k}$  [kNm/m]

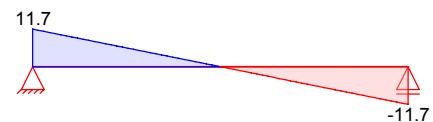
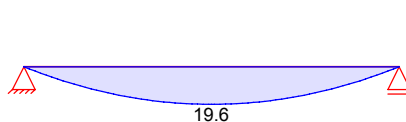
Querkraft  $V_{z,k}$  [kN/m]



Einw. *Qk.N*

Moment  $M_{y,k}$  [kNm/m]

Querkraft  $V_{z,k}$  [kN/m]



Tabelle

Schnittgrößen (je Einwirkung)

	Feld	x [m]	$M_{y,k}$ [kNm/m]	$V_{z,k}$ [kN/m]
Einw. <i>Gk</i>	1	0.00	0.00*	19.26*
		3.35	32.26*	0.00
		6.70	0.00	-19.26*
Einw. <i>Qk.N</i>	1	0.00	0.00*	11.72*
		3.35	19.64*	0.00
		6.70	0.00	-11.72*

Kombinationen

Kombinationsbildung nach DIN EN 1990  
Darstellung der maßgebenden Kombinationen

	Ek	KLED	$\Sigma (\gamma \cdot \psi \cdot EW)$
ständig/vorüberg.	1	st	1.35 * Gk
	2	mi	1.35 * Gk + 1.50 * Qk.N
quasi-ständig	3	st	1.00 * Gk
	6		1.00 * Gk + 0.30 * Qk.N

st: ständig  
mi: mittel

Mat./Querschnitt

nach DIN EN 1995-1-1, DIN EN 1992-1-1 und Europäische Techn. Zulassung ETA-13/0029

Materialien

QS	Beton	$f_{ck}$	$f_{ck,cube}$	$f_{ctm}$	$E_{cm}$		
1	C 30/37	30.0	37.0	2.9	33000		
QS	Holz	$f_{m,k}$	$f_{t0k}$	$f_{c0k}$	$f_{c90k}$	$f_{vk}$	$E_{0mean}$
2	kombiniertes Brettschichtholz GL24c <sup>t</sup>	24.0	17.0	21.5	2.5	3.5	11000

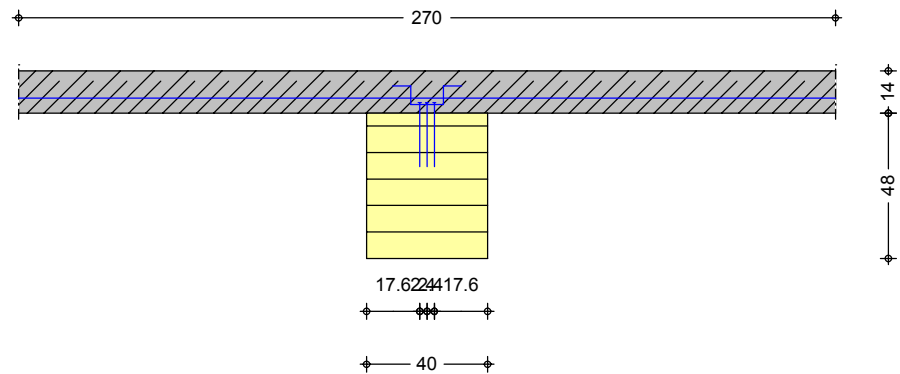
f: Lamellenlage flachkant

Querschnittswerte

QS	b [cm]	h [cm]	A [cm <sup>2</sup> ]	$I_y$ [cm <sup>4</sup> ]
1	270.0	14.0	3780.0	61740.0
2	40.0	48.0	1920.0	368640.0

Schnitt  
M 1:25

Holz-Beton-Verbundquerschn., nachgiebiger Verbund



Verbindungsmittel	Art	Neigung	$K_{ser}$ [N/mm]	$F_{v,Rk}$ [kN]
	Würth ASSY plus VG Schraube dxl = 8x300, $l_{ef} = 250$ mm	45°	25000	15.03

Abstände Verbindungsmittel	$S_{ef}$ [cm]	n	s
	11.0	3	3.7

Verbundwerte GZT (Anfangszustand)	QS	$E_{inst}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$K_{inst}$ [N/mm]	Y	a
	1	22000	12821	0.161	-17.02
	2	8462		1.000	13.98
wirksame Biegesteifigkeit		$(EI)_{ef} = 115200$ kNm <sup>2</sup>			

Verbundwerte GZT (Endzustand)	QS	$k_{def}$ [-]	$E_{fin}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{def}$ [-]	$K_{fin}$ [N/mm]	Y	a
	1	2.50	6286	0.60	8013	0.295	-17.45
	2	0.80	4701			1.000	13.55
wirksame Biegesteifigkeit		$(EI)_{ef} = 59121$ kNm <sup>2</sup>					

Verbundwerte GZG (Anfangszustand)	QS	$E_{inst}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$K_{inst}$ [N/mm]	Y	a
	1	33000	25000	0.199	-14.25
	2	11000		1.000	16.75
wirksame Biegesteifigkeit		$(EI)_{ef} = 170613$ kNm <sup>2</sup>			

Verbundwerte GZG (Endzustand)	QS	$k_{def}$ [-]	$E_{fin}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$k_{def}$ [-]	$K_{fin}$ [N/mm]	Y	a
	1	2.50	9429	0.60	15625	0.352	-14.98
	2	0.80	6111			1.000	16.02
wirksame Biegesteifigkeit		$(EI)_{ef} = 86634$ kNm <sup>2</sup>					

Expositionsklassen Abs. 4.2, 4.4	Expositionsklassen	Seite	Kl	Kommentar
	umlaufend		XC1	trocken oder ständig nass

Bewehrungsanordnung	Achsabstände, Betondeckungen	Bezug	$C_{min}$ [mm]	$\Delta C_{dev}$ [mm]	$C_{nom}$ [mm]	$C_v$ [mm]	$d'$ [mm]
	oben		10	10	20	-	-
	unten		10	10	20	-	50

Nachweise (GZT)

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

Anfangszustand(t=0)

Biegung

Abs. 6.1.6

Nachweis der Biegetragfähigkeit

	x	Ek	Myd	kmod	$\sigma_{myd}$	$f_{myd}$	$\eta$
	[m]		[kNm]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	3.35	2	197.12	0.80	5.50	14.77	0.37*

Zug

Abs. 6.1.2

Nachweis der Zugtragfähigkeit

	x	Ek	Myd	kmod	$\sigma_{t0d}$	$f_{t0d}$	$\eta$
	[m]		[kNm]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	3.35	2	197.12	0.80	2.02	10.46	0.19*

Querkraft

Abs. 6.1.7

Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

	x	Ek	Vzd	kmod	$\tau_{zd}$	$f_{vzd}$	$\eta$
	[m]		[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	0.69	2	93.56	0.80	0.69	2.15	0.32*
	6.01	2	-93.56	0.80	0.69	2.15	0.32

Verbindungsmittel

Abs. 8.2

Nachweis der Verbindungsmittel je Scherfuge

	x	Ek	Vzd	kmod	$F_{V,Ed}$	$F_{V,Rd}$	$\eta$
	[m]		[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
Feld 1	0.00	2	117.68	0.80	8.51	9.25	0.92*

Auflagerpressung

Abs. 6.1.5

Nachweis der Auflagerpressung

	Ek	kmod	Fd	A <sub>ef</sub>	k <sub>c90</sub>	$\sigma_{c90d}$	$f^*_{c90d}$	$\eta$
		[-]	[kN]	[cm <sup>2</sup> ]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Auflager A	2	0.80	117.68	920.0	1.00	1.28	1.54	0.83
Auflager B	2	0.80	117.68	920.0	1.00	1.28	1.54	0.83

$f^*_{c90d} = k_{c90} * f_{c90d}$

Druck

DIN EN 1992-1-1

Nachweis Druck Betongurt

	x	Ek	Myd	$\sigma_{cd}$	$f_{cd}$	$\eta$
	[m]		[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	3.35	2	197.12	3.66	17.00	0.22*

Bemessung Betongurt

DIN EN 1992-1-1

erforderliche Bewehrung

	x	Ek	Myd	M <sub>1,yd</sub>	N <sub>1,xd</sub>	a <sub>su</sub>	a <sub>su,k</sub>	a <sub>su,erf</sub>
	[m]		[kNm]	[kNm]	[kN]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]	[cm <sup>2</sup> /m]
	0.00	1	0.00	0.00	-0.00	0.00	6.32	6.32*
	3.35	3	87.10	10.27	-171.76	0.00	4.72	4.72

Eine Zusatzbewehrung entsprechend Anlage 1 der Zulassung ist anzuordnen.

Endzustand(t→∞)

Biegung

Abs. 6.1.6

Nachweis der Biegetragfähigkeit

	x	Ek	Myd	kmod	$\sigma_{myd}$	$f_{myd}$	$\eta$
	[m]		[kNm]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	3.35	2	197.12	0.80	5.89	14.77	0.40*

Zug

Abs. 6.1.2

Nachweis der Zugtragfähigkeit

	x	Ek	Myd	kmod	$\sigma_{t0d}$	$f_{t0d}$	$\eta$
	[m]		[kNm]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	3.35	2	197.12	0.80	2.12	10.46	0.20*

Querkraft

Abs. 6.1.7

Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

	x	Ek	Vzd	kmod	$\tau_{zd}$	$f_{vzd}$	$\eta$
	[m]		[kN]	[-]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	0.69	2	93.56	0.80	0.73	2.15	0.34*
	6.01	2	-93.56	0.80	0.73	2.15	0.34

Verbindungsmittel

Abs. 8.2

Nachweis der Verbindungsmittel je Scherfuge

x	Ek	Vzd	kmod	F <sub>v,Ed</sub>	F <sub>v,Rd</sub>	η
[m]		[kN]	[-]	[kN]	[kN]	[-]
Feld 1	2	117.68	0.80	8.93	9.25	0.97*

Druck

DIN EN 1992-1-1

Nachweis Druck Betongurt

x	Ek	M <sub>yd</sub>	σ <sub>cd</sub>	f <sub>cd</sub>	η
[m]		[kNm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[-]
Feld 1	2	197.12	2.55	17.00	0.15*

Bemessung Betongurt

DIN EN 1992-1-1

erforderliche Bewehrung

x	Ek	M <sub>yd</sub>	M <sub>1,yd</sub>	N <sub>1,xd</sub>	a <sub>su</sub>	a <sub>su,k</sub>	a <sub>su,erf</sub>
[m]		[kNm]	[kNm]	[kN]		[cm <sup>2</sup> /m]	
0.00	1	0.00	0.00	-0.00	0.00	6.32	6.32*
3.35	3	87.10	5.72	-180.16	0.00	4.64	4.64

Eine Zusatzbewehrung entsprechend Anlage 1 der Zulassung ist anzuordnen.

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1

Verformungen

Abs. 7.2

Nachweise der Verformungen

x	Ek	Norm	W <sub>vorh</sub>	W <sub>zul</sub>	η
[m]			[mm]	[mm]	[-]
<i>(L = 6.70 m, NKL 1, k<sub>def</sub> = 0.80)</i>					
Feld 1	6	W <sub>net,fin</sub>	5.6	1/300 = 22.3	0.25

Schubverformungen wurden nicht berücksichtigt.

Die Konstruktion ist bis zum Erreichen einer ausreichenden Betonfestigkeit zu unterstützen.

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Aufl.	F <sub>z,k</sub>
	[kN/m]
Einw. Gk	A 19.26
	B 19.26
Einw. Qk.N	A 11.73
	B 11.73

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld/Auflager	x	η
		[m]	[-]
Expositionsklassen			
Biegung	Feld 1	3.35	OK 0.40
Querkraft	Feld 1	0.69	OK 0.34
Zug	Feld 1	3.35	OK 0.20
Auflagerpressung	Auflager A		OK 0.83
Verbindungsmittel	Feld 1	0.00	OK 0.97
Druck Betongurt	Feld 1	3.35	OK 0.22

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x	η
		[m]	[-]
gesamte Enddurchb.	Feld 1	3.35	OK 0.25