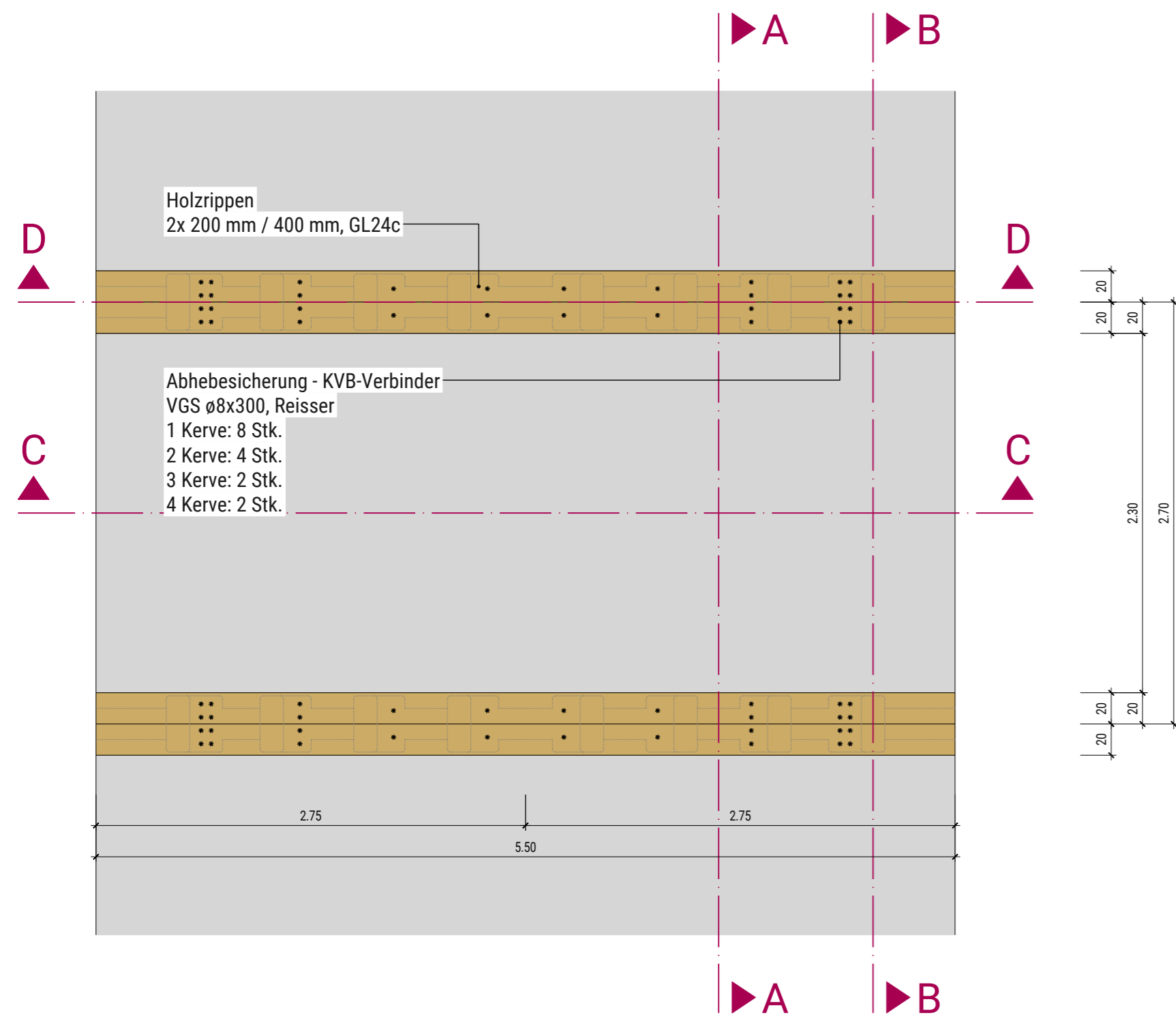


Deckenuntersicht - l = 5.50 m - e = 2.70 m

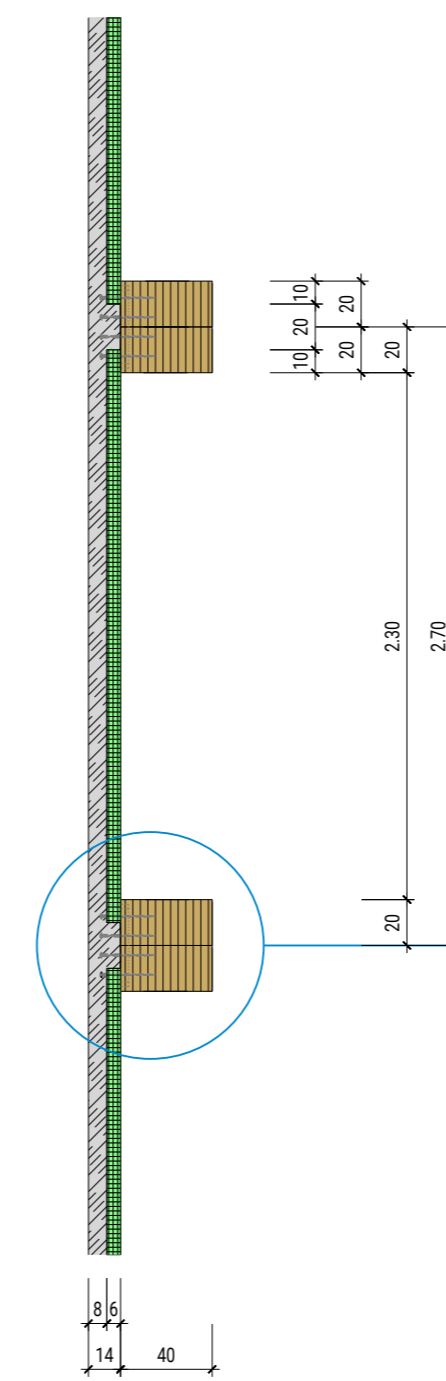
M 1:33



Querschnitt A-A

M 1:33

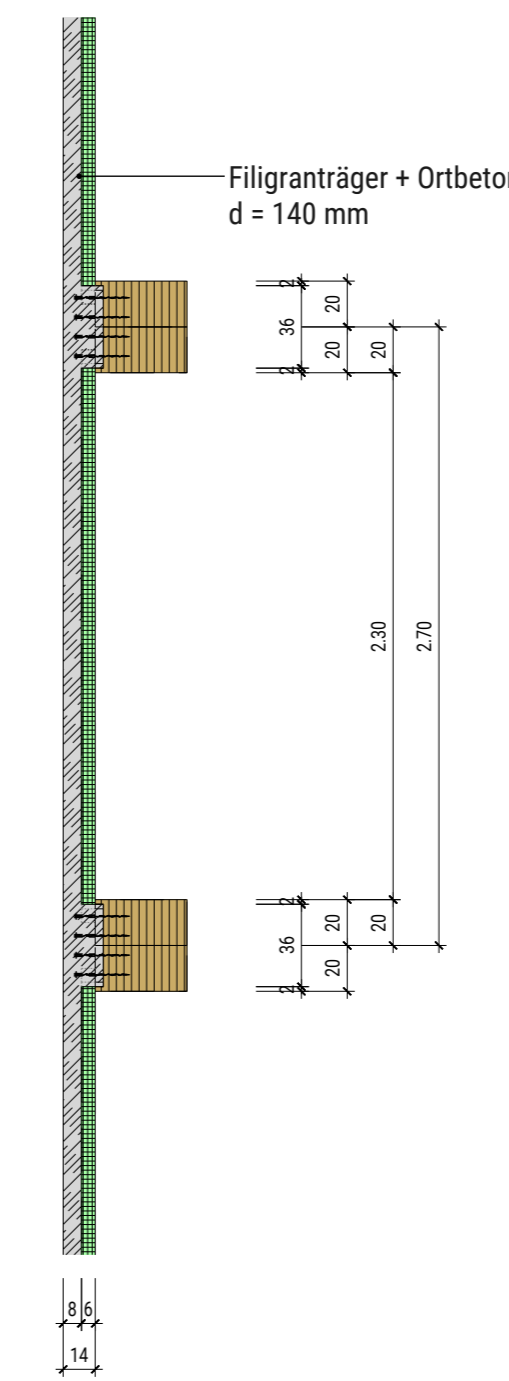
Schnitt durch die Regelbereich



Querschnitt B-B

M 1:33

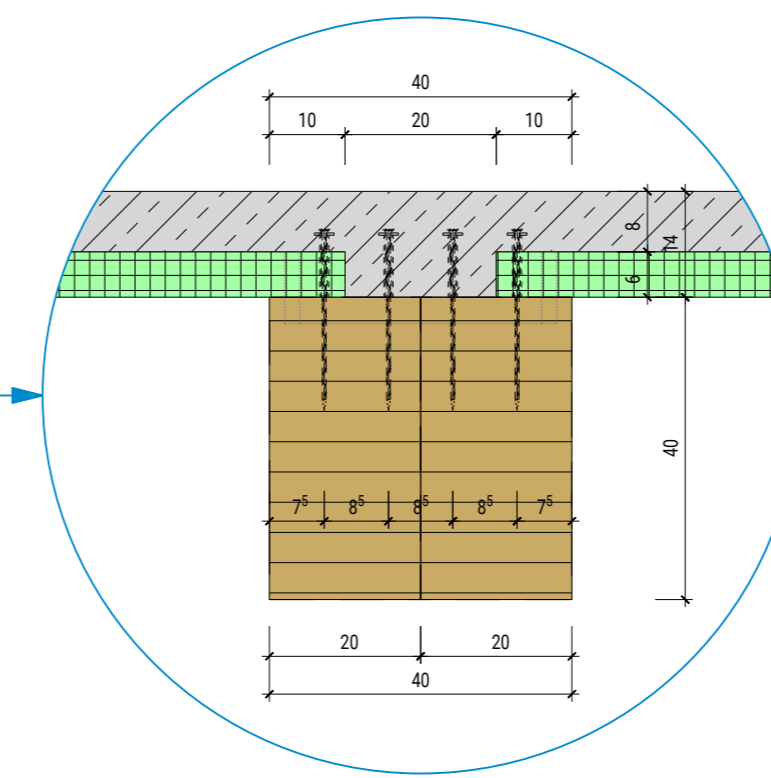
Schnitt durch die Kerfe - Kervengeometrie



Detailauschnitt a-a

M 1:10

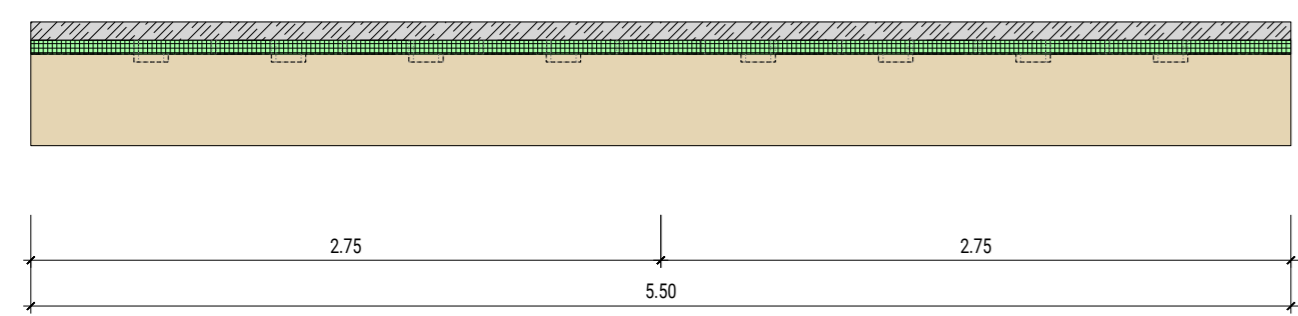
Auflagersituation Filigranträger



Längsschnitt C-C

M 1:33

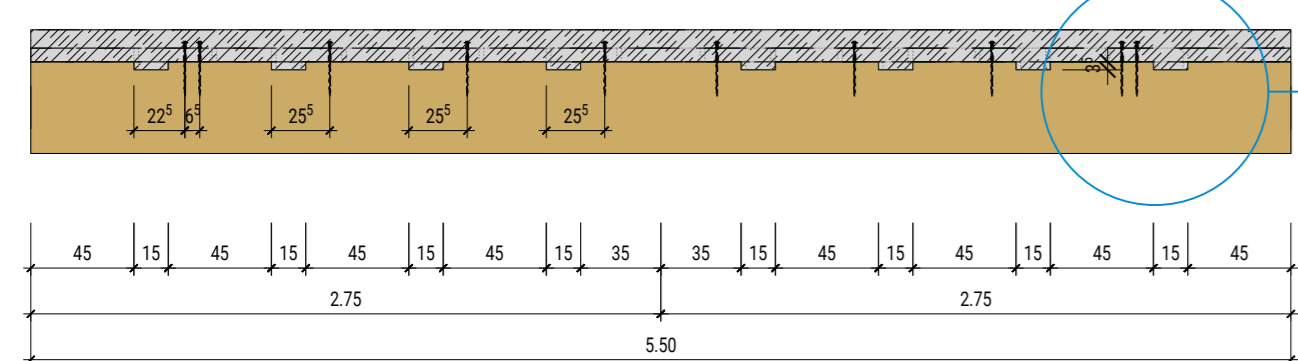
Schnitt in Feldmitte



Längsschnitt D-D

M 1:33

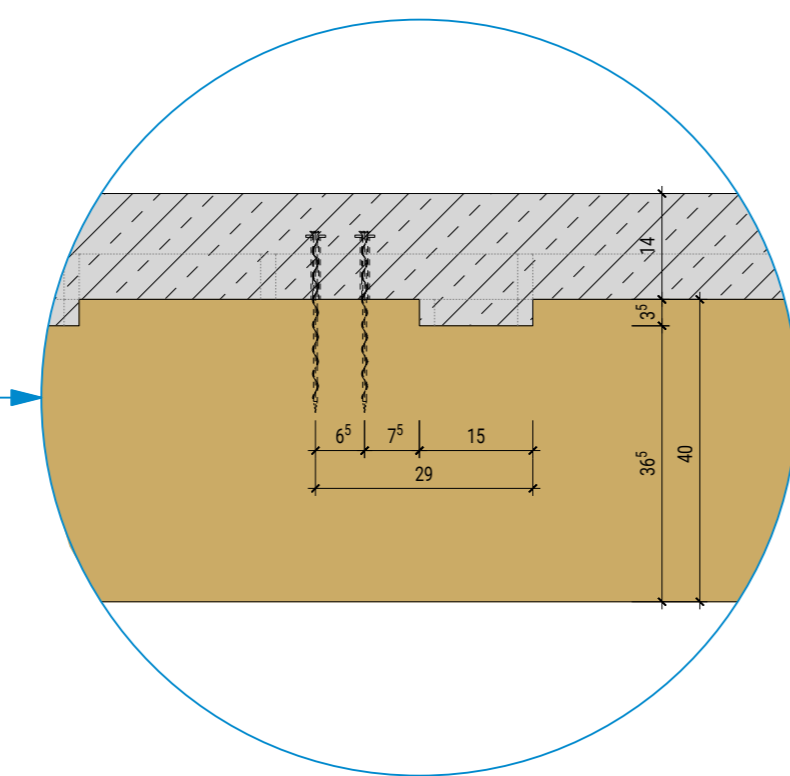
Schnitt durch Holzrippe - Kervengeometrie



Detailauschnitt d-d

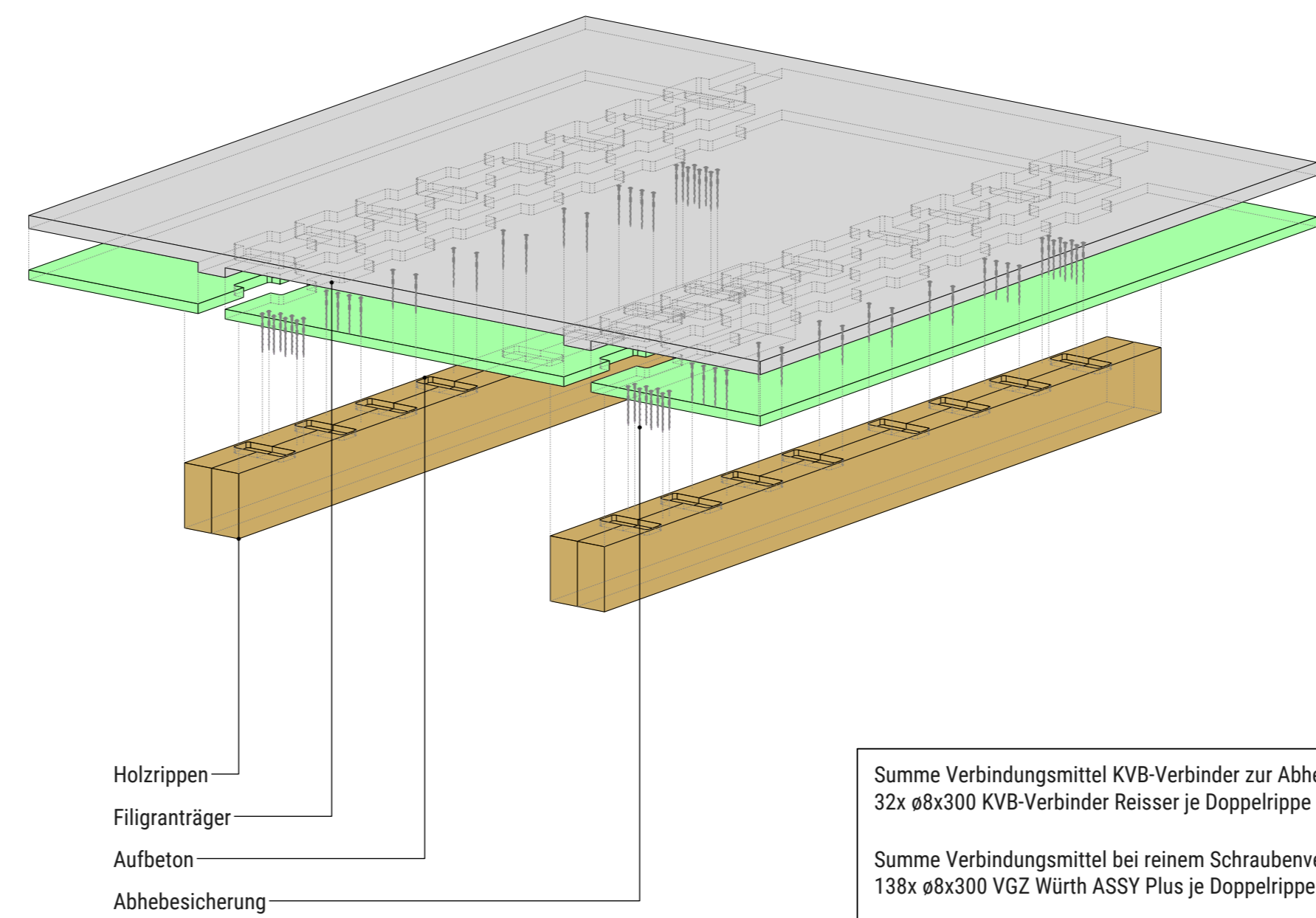
M 1:10

Kervengeometrie



Explosionszeichnung

M 1:33



Summe Verbindungsmittel KVB-Verbinder zur Abhebesicherung:  
32x ø8x300 KVB-Verbinder Reisser je Doppelrippe

Summe Verbindungsmittel bei reinem Schraubenverbund ohne Kerfen:  
138x ø8x300 VGZ Würth ASSY Plus je Doppelrippe

Durch den Kervenverbund kann die Schraubenmenge um ca. 75% reduziert werden.

Legende

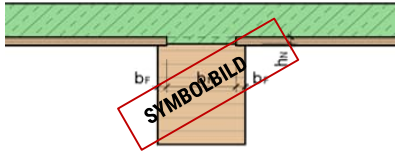
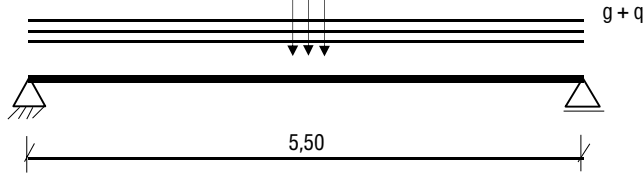
- Vollholz
- Brettschichtholz
- LVL-Träger
- BauBuche
- Brettspertholz
- LVL-Platte
- OSB-3S-Platte
- Stahlbeton
- Stahlbeton WU
- Stahl
- Gipskartonbeplankung
- Mauerwerk
- Putz
- Dämmung

VORABZUG

PROJEKTINFORMATIONEN			
Projektname HBV-Rippendecken		Bauherr	
Projektnummer 25139	Leistungsphase LPH -	Plan-Nr. 1	Architekt
Übersichtsplan HBV-Decke l = 5.50 m	Datum 11.02.2026   MSm	Index -	Aufsteller <b>B+G Ingenieure</b> Bollinger und Grohmann GmbH
			Westhafenplatz 1 60327 Frankfurt / Main Tel.: 069/240007-0 Fax: 069/240007-30

HBV-RIPPENDECKE

Material und Geometrie

STRUCTURAL SYSTEM				
	$l_{eff}$	= 5,50 [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
	$b_{conc,eff}$	= 173,5	[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	
	$h_{tim}$	= 40	[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	
	$g_{0,tim}$	= 0,30	[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	
	$g_{0,tim}$	= 0,80	[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	

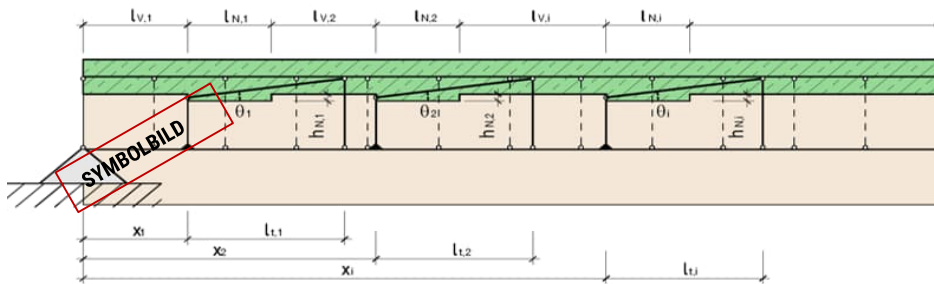
Nutzungs-klasse

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**

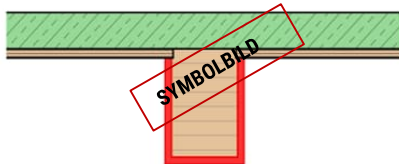
Kerfen

GEOMETRY	$b_n$	=	36	[cm]	Kerfenbreite			
	$h_n$	=	3,5	[cm]	Kerfentiefe ( $\geq 2$ cm)	(Gl. 10.5.)		
	$l_n$	=	15	[cm]	Kerfenlänge ( $\geq 15$ cm)	(Gl. 10.6.)		
	$l_v$	=	45	[cm]	Vorholzlänge ( $\geq 12,5 \cdot h_n$ )	(Gl. 10.7.)		
	$l_x$	=	25,5	[cm]	Position der Schraube ab Kerfenanfang	9		
UNIT	$n$	=	4,29	[Stk.]	Abschätzung zur Anzahl der Kerfen nach Schönborn pro Seite	5		
	$n$	=	4	[Stk.]	Anzahl der Kerfen, gewählt pro Seite	8		
NOTCH POSITION	$l_{K1}$	=	0,45	[m]	SPA	MOD	MIN	6
	$l_{K2}$	=	1,05	[m]	0,45	0,36	1,03	(Gl. 10.8.)
	$l_{K3}$	=	1,65	[m]	0,81	0,70	1,61	(Gl. 10.8.)
	$l_{K4}$	=	2,25	[m]	1,25	1,12	2,20	(Gl. 10.8.)
	$l_{K5}$	=		[m]			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 Kerfe im Brandfall
	$h_{tim'}$	=	33,00	[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

V1 5.50 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	1,08	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	[-]

<u>AUSSERGEWÖHNLICH (BRAND)</u>			
GZT	Belastung Obergurt	17,69	[kN/m]
	Belastung Untergurt	0,80	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	[-]

<u>CHARAKTERISTISCH (w<sub>inst.</sub>)</u>			
GZG	Belastung Obergurt	24,30	[kN/m]
	Belastung Untergurt	0,80	[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	0,28*	0,80	0,80	[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	-	0,80	0,80	[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	-	-	0,80	[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	0,80	-	-	[kN/m]
	Schwinden Obergurt	-	-	-	[-]

\* kurzzeitige Spannungen gem. DIN CN/TS


## ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

V1 5.50 m


## NACHWEISE IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

Nachweise im Holzquerschnitt


Biegung im Holzquerschnitt	$\sigma_{m,Ed} =$	5,69 N/mm <sup>2</sup>	39%
Schubspannungen im Holzquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,77 N/mm <sup>2</sup>	36%
Zugspannungen im Holzquerschnitt	$\sigma_{t,0,Ed} =$	2,32 N/mm <sup>2</sup>	22%
Kombination aus Biegung und Normalkraft	$\sigma_{m+t,Ed} =$	7,39 N/mm <sup>2</sup>	55%

Nachweise im Betonquerschnitt


Normalspannungen im Betonquerschnitt	$\sigma_{Ed,oben} =$	-3,83 N/mm <sup>2</sup>	27%
	$\sigma_{Ed,unten} =$	1,29 N/mm <sup>2</sup>	
Schubspannungen im Betonquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,21 N/mm <sup>2</sup>	22%
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		$a_{s,erf} =$	2,28 cm <sup>2</sup> /m
Risstiefenberechnung Betonquerschnitt		$h_{cr,calc} =$	53 mm

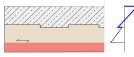
Verbindung zwischen Holz und Beton


Nachweis der Kerne	$F_{Ed,K,max} =$	142,7 kN	92%
Abhebende Kraft auf Schraube	$F_{t,Ed} =$	49,0 kN	

## NACHWEISE IM BRANDFALL (von unten)

Nachweise im Holzquerschnitt


Biegung im Holzquerschnitt	$\sigma_{m,Ed} =$	0,88 N/mm <sup>2</sup>	26%
Schubspannungen im Holzquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,08 N/mm <sup>2</sup>	22%
Zugspannungen im Holzquerschnitt	$\sigma_{t,0,Ed} =$	0,27 N/mm <sup>2</sup>	16%
Kombination aus Biegung und Normalkraft	$\sigma_{m+t,Ed} =$	0,88 N/mm <sup>2</sup>	41%

Nachweise im Betonquerschnitt


Normalspannungen im Betonquerschnitt	$\sigma_{Ed,oben} =$	-2,50 N/mm <sup>2</sup>	15%
	$\sigma_{Ed,unten} =$	0,96 N/mm <sup>2</sup>	
Schubspannungen im Betonquerschnitt	$\tau_{v,Ed} =$	0,14 N/mm <sup>2</sup>	13%
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

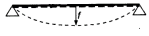
Verbindung zwischen Holz und Beton


Nachweis der Kerne	$F_{Ed,K,max} =$	87,2 kN	46%
Abhebende Kraft auf Schraube	$F_{t,Ed} =$	29,9 kN	

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

V1 5.50 m

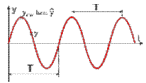
## NACHWEISE IM GRENZZUSTAND DER GEBRAUCHSTAUGLICHKEIT

VerformungenAnfangsverformung  $w_{inst}$  $w_{inst} = 3,60 \text{ m m}$ 

20%

Endverformung  $w_{fin,TS}$  $w_{fin,TS} = 9,90 \text{ m m}$ 

45%

Schwingungen

Eigenfrequenz

 $f_1 = 11,93 \text{ Hz}$ 

38%

Grenzdurchbiegung

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

6%

Beschleunigung

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

6%

## Verbindungsmittelnachweis

Kervenverbindung nach DIN CEN/TS 19103, 10.3.4

V1 5.50 m

Abhebende Kraft infolge Verbindungsmittel:

		GZT	Brand		
$F_{t,Ed}$	= Zugkraft (auf Abhebesicherung) <sup>1</sup>	49,0	29,9	[kN]	CEN, GL. (10.19)

Einwirkungen

		GZT	Brand		
$F_{Ed,K1}$	= Kraft in Kerbe 1 <sup>2</sup>	142,7	87,2	[kN]	
$F_{Ed,K2}$	= Kraft in Kerbe 2 <sup>2</sup>	101,8	61,5	[kN]	
$F_{Ed,K3}$	= Kraft in Kerbe 3 <sup>2</sup>	64,9	39,1	[kN]	
$F_{Ed,K4}$	= Kraft in Kerbe 4 <sup>2</sup>	29,1	17,5	[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>	18,9	18,9	[°]	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)
		0,92	0,46	≤ 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>	18,3	[mm]	
$W_{\text{inst}}$	= vorhandene Durchbiegung		3,6	[mm]	
			0,20		$\leq 1,0$
$W_{\text{net,fin,z}}$	= zulässiger Durchhang	I/ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">300</span>	18,3	[mm]	
$W_{\text{net,fin}}$	= vorhandene Durchhang		8,9	[mm]	
			0,49		$\leq 1,0$
$W_{\text{fin,zul}}$	= zulässige Durchbiegung	I/ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">200</span>	27,5	[mm]	
$W_{\text{fin}}$	= vorhandene Durchbiegung		8,9	[mm]	
			0,32		$\leq 1,0$
$W_{\text{fin,gren.}}$	= zulässige Durchbiegung	I/ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">250</span>	22,0	[mm]	<sup>4</sup>
$W_{\text{fin,TS}}$	= vorhandene Durchbiegung		9,9	[mm]	
			0,45		$\leq 1,0$

## Schwingungen

	Deckenklasse	1	DKL	3
$EI_{\text{HBV},0}$	= Biegesteifigkeit der HBV-Decke zum Zeitpunkt $t=0$	83073165	[Nm <sup>2</sup> /m]	<sup>1</sup>
$EI_{\text{HBV},\infty}$	= Biegesteifigkeit der HBV-Decke zum Zeitpunkt $t=\infty$	33602629	[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	84139832	[Nm <sup>2</sup> /m]	
$(EI)_b$	= Biegesteifigkeit quer zur Spannrichtung (Aufbeton)	7546000	[Nm <sup>2</sup> /m]	
$f_1$	= Eigenfrequenz (ohne Querverteilungswirkung)	11,93	[Hz]	
$f_{\text{grenz}}$	= Grenzfrequenz	4,50	[Hz]	
		0,38		$\leq 1,0$
$b_F$	= Mitwirkende Breite	2,74	[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	12004	[kg]	
$\alpha$	= Fourierkoeffizient	0,008	[-]	
$a_{\text{rms}}$	= Effektivwert der Beschleunigung	0,003	[m/s <sup>2</sup> ]	
$a_{\text{grenz}}$	= Grenzwert der Beschleunigung	0,050	[m/s <sup>2</sup> ]	
		0,06		$\leq 1,0$

## 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  $s_1 = 65 \text{ mm}$

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

Abstand Betonrand zu Schraube...

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

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

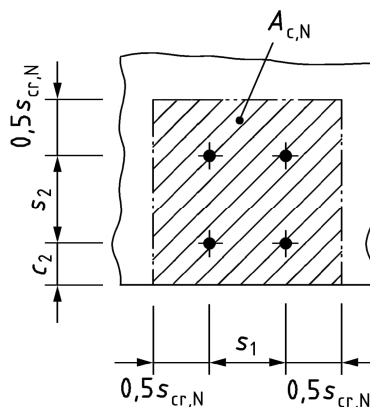
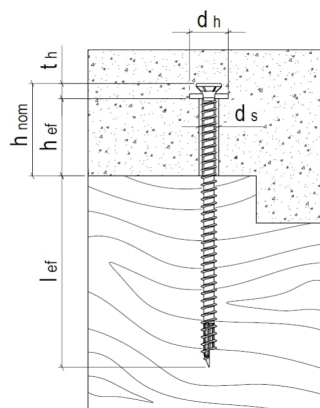
$d_h = 25,0 \text{ mm}$

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

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

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

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

$$\begin{aligned} s_1 &= 65,0 < s_{cr,N} \rightarrow \text{Gruppeneffekt in Elementspanrichtung} \\ s_2 &= 85,0 < s_{cr,N} \rightarrow \text{Gruppeneffekt quer zur Elementspanrichtung} \end{aligned}$$

Charakteristischer Widerstand Kegelausbruch der Schraubengruppe

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

$$\begin{aligned} N_{Rk,c}^0 &= 29.163 \quad \text{N} \\ L_{c,N,1} &= 278 \quad \text{mm}^2 \\ L_{c,N,2} &= 412 \quad \text{mm}^2 \\ A_{c,N} &= 114.397 \quad \text{mm}^2 \\ A_{c,N}^0 &= 45.369 \quad \text{mm}^2 \\ N_{Rk,c} &= 73.535 \quad \text{N} \end{aligned}$$

Charakteristischer Widerstand Kegelausbruch einer Schraube mit Gruppeneffekt

$$\begin{aligned} n_{ges} &= 8,00 \quad - \\ N_{Rk,c} &= 9.192 \quad \text{N} \end{aligned}$$

Bemessungswiderstand Kegelausbruch einer Schraube mit Gruppeneffekt

$$\begin{aligned} \gamma_{Mc} &= 1,50 \quad - \\ N_{Rd,c} &= 6.128 \quad \text{N} \end{aligned}$$

Informativ: Effektive Anzahl der Schrauben unter Berücksichtigung des Gruppeneffekts

$$n_{ef,Kegel} = 2,52 \quad -$$

**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	$N_{Rk,c} = 9,2$	kN	$N_{Rd,c} = 6,1$	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} = 9,2</math></b>	<b>kN</b>	<b><math>Z_{Rd} = 6,1</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	$N_{Rk,c,ges} = 73,5$	kN	$N_{Rd,c,ges} = 49,0$	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} = 73,5</math></b>	<b>kN</b>	<b><math>Z_{Rd,ges} = 49,0</math></b>	<b>kN</b>

**VERGLEICHSRECHNUNG SCHRAUBENVERBUND**

---

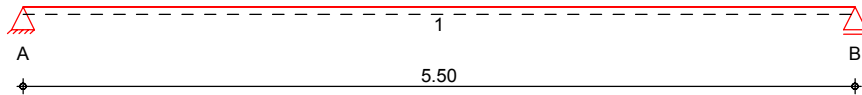
**Pos. Var. 01**

**$l = 5.50 \text{ m}$ ,  $e = 2.70 \text{ m}$ , 40.40.GL24c**

System

Holz-Beton-Verbunddecke

M 1:50



Abmessungen / Nutzungsklassen

Feld	l [m]	NKL
1	5.50	1

Auflager

Aufl.	x [m]	b [cm]	Transl. [kN/m]	Rotat. [kNm/rad]
A	0.00	15.00	starr	frei
B	5.50	15.00	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	40.0

Expositionsklasse

XC1

Verbindungsmittel

<b>Würth ASSY plus VG Schraube 8.0x300</b>	DIBt	ETA-13/0029
Einschraubwinkel	$\alpha =$	45.0 °
Anzahl der Reihen	n =	2 -
Abstand in Trägerrichtung	s =	8.0 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

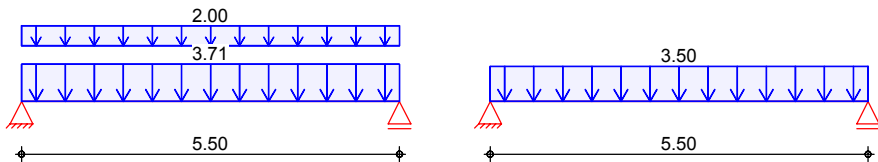
Belastungen auf das System

Grafik

Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkungen

Gk Qk.N



$550 \text{ cm} / 8 \text{ cm} \cdot 2 = 138 \text{ VG}$   
pro Doppelrippe

Im Vergleich mit Kerve:  
32 KVB-Verbinder pro Doppelrippen

Flächenlasten in z-Richtung

Gleichflächenlasten  
Feld Komm.

Einw. Gk

(a)	1	Eigengew	a [m]	s [m]	$q_{li}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q_{re}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
	1		0.00	5.50		3.71
	1		0.00	5.50		2.00
	1		0.00	5.50		3.50

Einw. Qk.N

(a)	Obergurt	$0.14 \cdot 25 =$	3.50	kN/m <sup>2</sup>
	Steg	$0.4 \cdot 0.4 \cdot 3.5 / 2.7 =$	0.21	kN/m <sup>2</sup>
		=	3.71	kN/m <sup>2</sup>

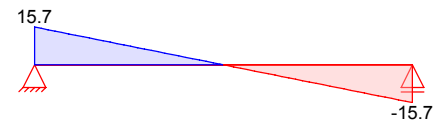
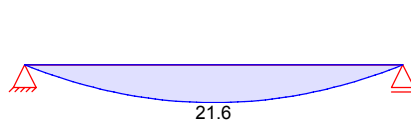
Char. Schnittgrößen Grenzzustand Tragfähigkeit

Grafik Schnittgrößen (je Einwirkung)

Einw. *Gk*

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

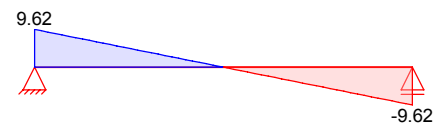
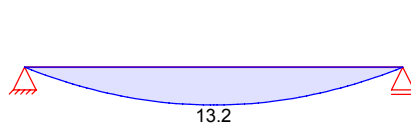
Querkraft  $V_{z,k}$  [kN/m]



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*	15.70*
		2.75	21.58*	0.00
		5.50	0.00	-15.70*
Einw. <i>Qk.N</i>	1	0.00	0.00*	9.62*
		2.75	13.23*	0.00
		5.50	0.00	-9.62*

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	24.0	17.0	21.5	2.5	3.5	11000

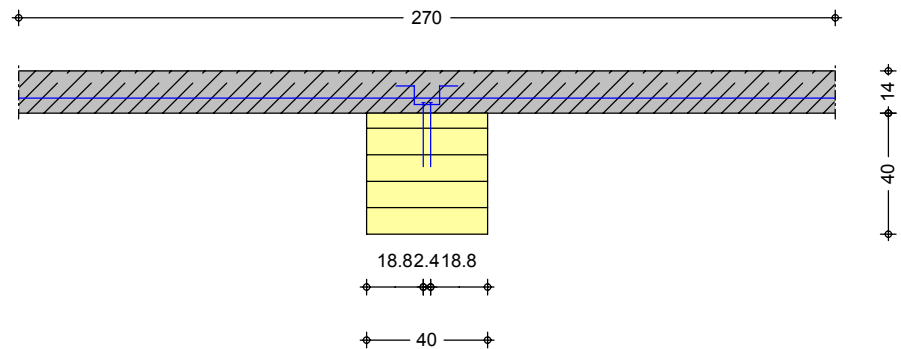
f: Lamellenlage flachkant

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	40.0	1600.0	213333.3

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 d <sub>xl</sub> = 8x300, l <sub>ef</sub> = 250 mm	45°	25000	15.03

Abstände Verbindungsmittel	$s_{ef}$ [cm]	n	s
	8.0	2	4.0

Verbundwerte GZT (Anfangszustand)	QS	$E_{inst}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$K_{inst}$ [N/mm]	Y	a
	1	22000	12821	0.106	-16.37
	2	8462		1.000	10.63
wirksame Biegesteifigkeit			$(EI)_{ef} =$	70476	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	0.205	-16.38
	2	0.80	4701			1.000	10.62
wirksame Biegesteifigkeit			$(EI)_{ef} =$	35483	kNm <sup>2</sup>		

Verbundwerte GZG (Anfangszustand)	QS	$E_{inst}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$K_{inst}$ [N/mm]	Y	a
	1	33000	25000	0.133	-13.89
	2	11000		1.000	13.11
wirksame Biegesteifigkeit			$(EI)_{ef} =$	106128	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	0.251	-14.09
	2	0.80	6111			1.000	12.91
wirksame Biegesteifigkeit			$(EI)_{ef} =$	52947	kNm <sup>2</sup>		

Expositionsklassen Abs. 4.2, 4.4	Expositionsklassen	Seite	KI	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	2.75	2	132.26	0.80	4.86	14.77	0.33*

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	2.75	2	132.26	0.80	1.69	10.46	0.16*

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	0.59	2	75.55	0.80	0.60	2.15	0.28
	4.91	2	-75.55	0.80	0.60	2.15	0.28*

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	5.50	2	-96.19	0.80	7.85	9.25	0.85*

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	96.19	720.0	1.00	1.34	1.54	0.87
Auflager B	2	0.80	96.19	720.0	1.00	1.34	1.54	0.87

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

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	2.75	2	132.26	3.60	17.00	0.21*

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]
	2.75	2	132.26	25.49	-269.98	1.96	5.21	5.21*
	5.50	1	0.00	0.00	-0.00	0.00	6.32	6.32*

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	2.75	2	132.26	0.80	5.37	14.77	0.36*

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	2.75	2	132.26	0.80	1.86	10.46	0.18*

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	0.59	2	75.55	0.80	0.66	2.15	0.31
	4.91	2	-75.55	0.80	0.66	2.15	0.31*

Verbindungsmittel  
Abs. 8.2

Nachweis der Verbindungsmittel je Scherfuge

	x [m]	Ek	V <sub>zd</sub> [kN]	k <sub>mod</sub> [-]	F <sub>v,Ed</sub> [kN]	F <sub>v,Rd</sub> [kN]	η [-]
Feld 1	5.50	2	-96.19	0.80	8.66	9.25	0.94*

Druck  
DIN EN 1992-1-1

Nachweis Druck Betongurt

	x [m]	Ek	M <sub>yd</sub> [kNm]	σ <sub>cd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	f <sub>cd</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	η [-]
Feld 1	2.75	2	132.26	2.43	17.00	0.14*

Bemessung Betongurt  
DIN EN 1992-1-1

erforderliche Bewehrung

	x [m]	Ek	M <sub>yd</sub> [kNm]	M <sub>1,yd</sub> [kNm]	N <sub>1,xd</sub> [kN]	a <sub>su</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	a <sub>su,k</sub> [cm <sup>2</sup> /m]	a <sub>su,erf</sub> [cm <sup>2</sup> /m]
	0.00	1	0.00	0.00	-0.00	0.00	6.32	6.32
	2.75	3	58.27	6.37	-131.21	0.00	5.10	5.10
	5.50	1	0.00	0.00	-0.00	0.00	6.32	6.32*

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 [m]	Ek	Norm	W <sub>vorh</sub> [mm]	W <sub>zul</sub> [mm]	η [-]
Feld 1	(L = 5.50 m, NKL 1, k <sub>def</sub> = 0.80)					
	2.75	6	W <sub>net,fin</sub>	4.1	1/300 = 18.3	0.22

Schubverformungen wurden nicht berücksichtigt.

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

Auflagerkräfte

Charakteristische Auflagerkräfte

Char. Auflagerkr.

Aufl.

Einw. Gk

	F <sub>z,k</sub> [kN/m]
A	15.70
B	15.70

Einw. Qk.N

A	9.63
B	9.63

Zusammenfassung

Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT)

Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Feld/Auflager	x [m]	η [-]
Expositionsklassen			
Biegung	Feld 1	2.75	OK 0.36
Querkraft	Feld 1	4.91	OK 0.31
Zug	Feld 1	2.75	OK 0.18
Auflagerpressung	Auflager A		OK 0.87
Verbindungsmittel	Feld 1	5.50	OK 0.94
Druck Betongurt	Feld 1	2.75	OK 0.21

Nachweise (GZG)

Nachweise im Grenzzust. der Gebrauchstauglichkeit

Nachweis	Feld	x [m]	η [-]
gesamte Enddurchb.	Feld 1	2.75	OK 0.22