

2 statische Berechnung

In der statischen Berechnung werden die Unterzüge mit den ursprünglichen Lasten nach EC2 gerechnet und nachgewiesen. Eventuelle Lasten aus alten Maschinen werden durch die neuen Gerätelasten korrigiert.

Zusätzlich werden die Unterzüge mit den dynamischen Lasten durch die Zentrifugen untersucht.

2.1 Positionsplan

[illegible]

[illegible]

2.3 Pos. 63 N_Zentrif – Unterzug 30/70cm

Unterzug Pos. 63 N auf dem die Zentrifuge gelagert ist.

System:

Einfeldträger mit Spannweite 8,35 m

Material:

Beton	Bn250 (heute C20/25)
Betonstahl	BSt 42/50 (heute BSt 500 A)
Betondeckung	20mm

Belastung:

Die Belastung ist der Bestandsstatik entnommen; siehe dazu ab der Seite 102a.

Das Lastbild kann der folgenden Berechnung entnommen werden.

Vorhandene Bewehrung:

Oben:	2 d 16
Unten:	5 d 22
Bügel:	d 8/25cm

Hinweise:

Die Geräte werden auf einer Stahlunterkonstruktion aufgestellt. Die Stahlkonstruktion soll auf den Unterzügen punktgelagert werden. Für die Belastung aus der Konstruktion wird überschlägig 1,0 kN je Auflagerpunkt veranschlagt.

Pos. 63 N_Zentrif

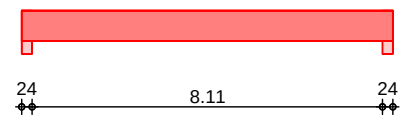
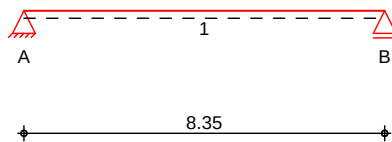
9λγτŝŕŭŋŋzēŝπ 9λγτŝŕŭŋŋzēŝπ олктлŕY

System

9λγτŝŕŭŋŋzēŝπ 6оллктллκуорφлŕ
System

Ansicht

M 1:175



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	8.35	C 20/25	30.0/70.0

Expositionsklasse

XC1

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	K _{T,z} [kN/m]
A	0.00	24.0	Beton	fest
B	8.35	24.0	Beton	fest

Belastungen

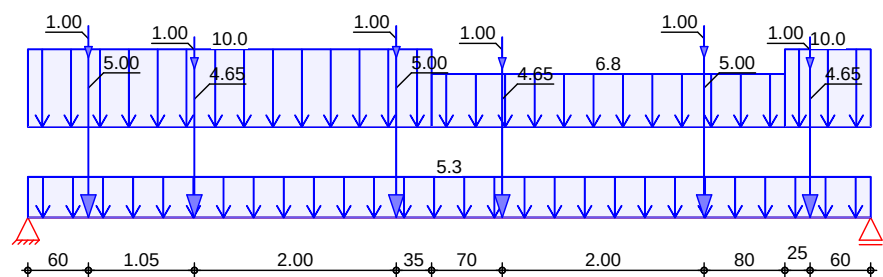
Belastungen auf das System

Grafik

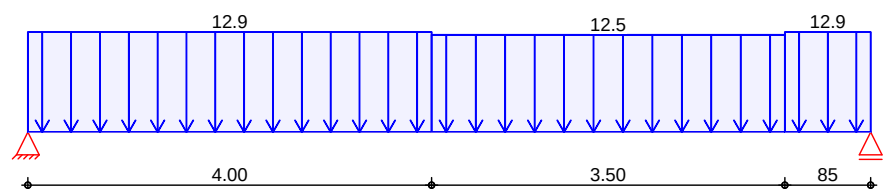
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

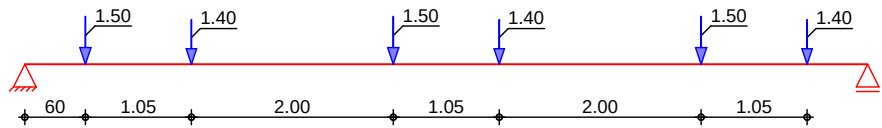
Gk



Qk.N



Qk.N.dyn



Streckenlasten
in z-Richtung

Einw. G_k

Einw. $Q_k.N$

Blocklasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]
1	Eigengew	0.00	8.35		5.25
1		0.00	4.00		10.01
1		4.00	3.50		6.82
1		7.50	0.85		10.01
1		0.00	4.00		12.85
1		4.00	3.50		12.50
1		7.50	0.85		12.85

Punktlasten
in z-Richtung

Einw. G_k

Einw. $Q_k.N.dyn$

Einzellasten

Feld	Komm.	a [m]	F_z [kN]
1		0.60	5.00
1		0.60	1.00
1		1.65	4.65
1		1.65	1.00
1		3.65	5.00
1		3.65	1.00
1		4.70	4.65
1		4.70	1.00
1		6.70	5.00
1		6.70	1.00
1		7.75	4.65
1		7.75	1.00
1		0.60	1.50
1		1.65	1.40
1		3.65	1.50
1		4.70	1.40
1		6.70	1.50
1		7.75	1.40

/KI·Nφ {ÖKyúúΞNI üŶy

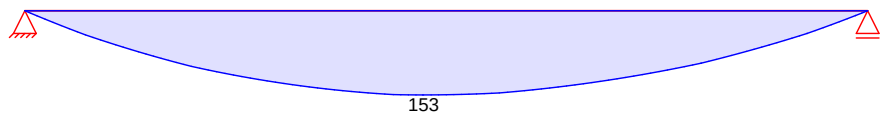
Grafik

Einw. G_k

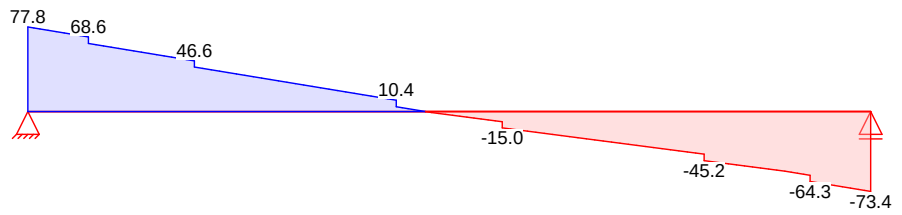
ÖKI·NI·ŶŶNäúäöÖKŶ {ÖKyúúΞNI üŶy

Schnittgrößen (je Einwirkung)

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

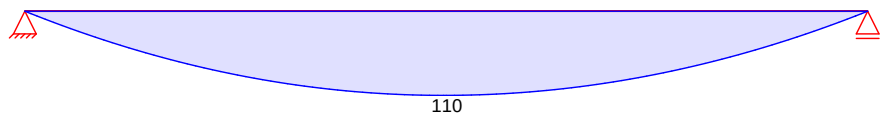


Querkraft $V_{z,k}$ [kN]

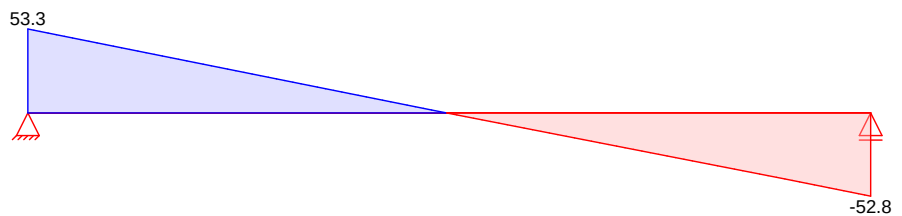


Einw. $Q_{k,N}$

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

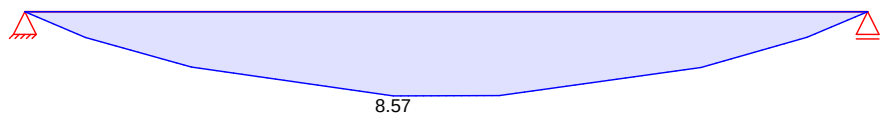


Querkraft $V_{z,k}$ [kN]

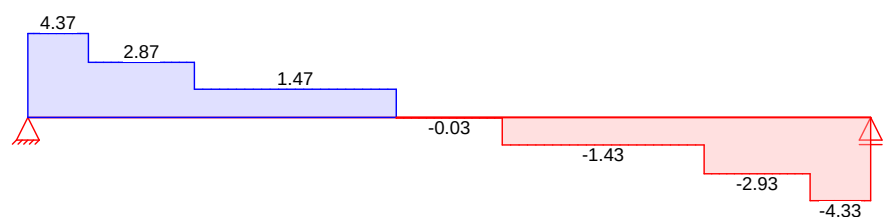


Einw. $Q_{k,N,dyn}$

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



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



Kombinationen

ЭШУН 5Lb 9b мфφНПМТМ дзыР 5Lb 9b мфφл

ЭШУН 5Lb 9b мфφНПМТМ дзыР 5Lb 9b мфφл

Ek λ (1* + *EW)

1 1.00*Gk

2 1.35*Gk

3 1.00*Gk

4 1.35*Gk

+1.50*Qk.N

+1.50*Qk.N

+1.50*Qk.N.dyn

+1.20*Qk.N.dyn

Ek λ (1* + *EW)

5 1.00*Gk

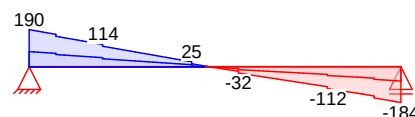
st./vor. Auflagerkr.

.ŦYŦăădzYăăŦKyúúŦ I ũŦy

Schnittgrößen (Umhüllende)

Moment $M_{y,d}$ [kNm]

Querkraft $V_{z,d}$ [kN]



T̀N̂W R̂ŜY D̂N̂ŜV̂Î̂Î̂dzăũl-v̂R̂ R̂ŜN̂ ɕ̂Ŵl-ɛ̂FN̂K̂l̂ɛ̂l̂Ŝl̂ú v̂l-Ŏ̂K̂ 5l̂b 9b мѣфнѣтѣмѣнѣлѣмѣлѣм

.ŶYŜăădzƳ TÑW .ĲŜÊŜōŜI·yǎLJWdzÖKdzƳ

x	Ek	M _{yd,0}	x/d ₀	z ₀	A _{s,0}	A _{s,0,erf}
		M _{yd,u}	x/d _u	z _u	A _{s,u}	A _{s,u,erf}
[m]		[kNm]		[cm]	[cm ²]	[cm ²]

 $(L = 8.35 \text{ m})$

0.00	1	-	-	-	-	3.27 _e
	1	-	0.001	65.7	-	6.25 _q
0.12 _a	1	9.22	-	-	-	3.27 _e
	2	22.53	0.038	64.8	0.76	6.25 _q
4.04*	1	153.19	-	-	-	-
	2	382.59	0.383	55.2	15.81	15.81
8.23 _a	1	8.70	-	-	-	3.27 _e
	2	21.74	0.037	64.8	0.73	6.03 _q
8.35	1	-	-	-	-	3.27 _e
	1	-	0.001	65.7	-	6.03 _q

q: aus VEd im Endauflager nach Abs. 9.2.1.4(2)

.ŠYŠăǎdzvɛ t̪N̪ v dzS̪ŋ ŋI·túōšI·yãLJŋdzŏKdzvɛ

x	E_k	V_{Ed}	$V_{Rd,max}$	$V_{Rd,c}$	$a_{sw,erf}$
[m]		[kN]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]

 $(L = 8.35 \text{ m})$

0.00	2	149.26 _R	18.4	452.34	-	-
0.12 _a	2	149.26 _R	18.4	452.34	-	2.11 _M
0.78 _v	2	149.26	18.4	452.34	82.02	2.11 _M
4.04	4	1.99 _R	18.4	452.34	82.02	2.11 _M
7.57 _v	2	143.25	18.4	452.34	82.02	2.11 _M
8.23 _a	2	143.25 _R	18.4	452.34	-	2.11 _M
8.35	2	143.25 _R	18.4	452.34	-	-

M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

	Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]
Einw. Gk	A	77.77	77.77
	B	73.43	73.43
Einw. Qk.N	A	53.27	53.27
	B	52.81	52.81
Einw. Qk.N.dyn	A	4.37	4.37
	B	4.33	4.33

	Aufl.	F _{z,d,min} [kN]	F _{z,d,max} [kN]
Grundkombinationen	A	77.77	190.14
	B	73.43	183.54

Zusammenfassung Zusammenfassung der Nachweise

Nachweise (GZT) Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Nachweis	Ort	
Expositionsklassen	OK	
Biegung	OK	
Querkraft	OK	
Bewehrungswahl	OK	

Überprüfung Bewehrungserhöhung der Untzerzüge aus ermüdungswirksamer Belastung: (nach DIN EN 1992-1-1/NA, 6.8.6)

Vereinfachend wird der Ermüdungsnachweis nur für die max. Feld-, Stütz-, Querkraftbewehrung, Längsdruckspannung und Betondruckstrebe geführt
Die jeweilige errechnete Bewehrungsmenge ist somit ohne Abstufung **über die gesamte Positionslänge einzulegen**.

Für die Berechnung wurde die ungünstige dynamische Last aus dem Lastfall "Durchfahren der Resonanzen" verwendet.

Für den dynamischen Nachweis wird jeweils nur der Anteil aus der dynamischen Last für Lasteinwirkung verwendet.

Die Lasten sind in der Anlage dem Herstellerblatt ersichtlich.

2.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Längsbewehrung Feld

statische Nutzhöhe d:

$$d = 65 \text{ [cm]} \quad (d = h - d')$$

Breite b:

$$b = 30 \text{ [cm]}$$

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Bemessung GZT:

$$A_{su} = 19,0 \text{ [cm}^2\text{]}$$

zulässige Betonstahlspannung:

$$\Delta\sigma_{s,lim} = 90 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (\text{Nach 6.8.6 oder Tab. 11 der Erläuterungen zur DIN})$$

Moment aus der ermüdungswirksamen Last:

$$\Delta M = 9 \text{ [kNm]}$$

Druckzonenhöhe nach Betonkalender 1995:

$$x = 23,1 \text{ [cm]} \quad \left(x = -\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot A_s \cdot \frac{d}{b} \right]^{0,5} \right)$$

innerer Hebelarm:

$$z = 57,3 \text{ [cm]} \quad (z = d - x/3)$$

Betonstahlspannungen:

$$\Delta\sigma_s = 4,1 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad \left(\Delta\sigma_s = \frac{\psi_1 \cdot \Delta M \cdot 10^3}{z \cdot A_s} \right)$$

Prüfung $\Delta\sigma_s \leq \Delta\sigma_{s,lim}$:

keine Bewehrungserhöhung nötig

Überprüfung Bewehrungserhöhung / Betondruck der Untzerzüge aus ermüdungswirksamer Belastung: (nach DIN EN 1992-1-1/NA, 6.8.6)

3.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Querbewehrung

statische Nutzhöhe d: d = 65 [cm] (d = h - d') Mit erhöhter Bewehrung aus 1.)
 Breite b: b = 30 [cm]

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Erhöhung GZT: $A_s = 19,01$ [cm²/m] Erhöhte Bewehrung aus 1.)
 vorhanden a_{sw} aus Bemessung GZT: $a_{sw} = 4,02$ [cm²/m]
 zulässige Betonstahlspannung: $\Delta\sigma_{s,lim} = 70$ [N/mm²] (Nach 6.8.6 oder Tab. 11 der Erläuterungen zur DIN)
 Querkraft aus der ermüdungswirksamen Last: $\Delta V_{Ed,fat} = 5$ [kN]

Druckstrebenneigung: $\cot \theta_{fat} = 1,7$ (Nach DIN EN 1992-1-1, 6.8.2 (3))
 Druckzonenhöhe nach Betonkalendar 1995: $x = 23,1$ [cm] $(x = -\alpha_e * \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e * \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 * \alpha_e * A_s * \frac{d}{b} \right]^{0,5})$
 innerer Hebelarm: $z = 57,3$ [cm] $(z = d - x/3)$

Betonstahlspannungen: $\Delta\sigma_s = 6,3$ [N/mm²] $(\Delta\sigma_s = \frac{\psi_1 * \Delta V_{Ed,fat} * 10^3}{z * a_{sw} * \cot \theta_{fat}})$

Prüfung $\Delta\sigma_s \leq \Delta\sigma_{s,lim}$:

keine Bewehrungserhöhung nötig

4.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Beton unter Längsdruckbeanspruchung

statische Nutzhöhe d: d = 65 [cm] (d = h - d')
 Breite b: b = 30 [cm]

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Bemessung GZT: $A_s = 19,01$ [cm²/m]
 Maximales Moment aus ermüdungswirksamer Last: $\max M_{Ed} = 214$ [kNm] $1,0 * 153 + 0,7 * 8,57 + 0,5 * 110$
 Minimales Moment aus ermüdungswirksamer Last: $\min M_{Ed} = 208$ [kNm] $1,0 * 153 + 0,5 * 110$

$\beta_{cc} (t_0=3650) = 1,25$ $f_{cd,fat} = 13$ N/mm²

Druckzonenhöhe nach Betonkalendar 1995: $x = 23,1$ [cm] $(x = -\alpha_e * \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e * \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 * \alpha_e * A_s * \frac{d}{b} \right]^{0,5})$
 innerer Hebelarm: $z = 57,3$ [cm] $(z = d - x/3)$
 Betondruckspannungen: $\sigma_{c,max} = 10,8$ [N/mm²] $(\sigma_{c,max} = \frac{2 * M_{max} * 10^3}{b * x * z})$
 $\sigma_{c,min} = 10,5$ [N/mm²] $(\sigma_{c,min} = \frac{2 * M_{min} * 10^3}{b * x * z})$

Druckspannungsprüfung: $0,83 \leq 0,86 \leq 0,9$ $(\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,50 + 0,45 * \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0,90)$

Überprüfung Betondruck der Untzerzüge aus ermüdungswirksamer Belastung: (nach DIN EN 1992-1-1/NA, 6.8.7)

5.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Betondruckstrebe unter Querkraftbeanspruchung

statische Nutzhöhe d:

d = 65 [cm]

(d = h - d') Mit erhöhter Bewehrung aus 1.)

Breite b:

b = 30 [cm]

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Bemessung GZT:

$A_s = 19,01$ [cm²/m]

Erhöhte Bewehrung aus 1.)

Maximale Querkraft aus ermüdungswirksamer Last:

max $V_{Ed} = 107,5$ [kN]

$1,0 * 77,8 + 0,7 * 4,37 + 0,5 * 53,3$

Minimale Querkraft aus ermüdungswirksamer Last:

min $V_{Ed} = 104,45$ [kN]

$1,0 * 77,8 + 0,5 * 53,3$

$\beta_{cc} (t_0=28) = 1,0$

$f_{cd,fat} = 22,67 \text{ N/mm}^2 * 0,75 = 17,0 \text{ N/mm}^2$

$\cot \Theta = 3,0$

$\tan \Theta = 1/3$

Druckzonenhöhe nach Betonkalender 1995:

x = 23,1 [cm]

$(x = -\alpha_e * \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e * \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 * \alpha_e * A_s * \frac{d}{b} \right]^{0,5})$

innerer Hebelarm:

z = 57,3 [cm]

$(z = d - x/3)$

Betondruckspannungen:

$\sigma_{c,max} = 2,1$ [N/mm²]

$\left(\sigma_{c,max} = \frac{V_{Ed,max} * 10^1}{b_w * z} * (\cot \Theta + \tan \Theta) \right)$

$\sigma_{c,min} = 2,0$ [N/mm²]

$\left(\sigma_{c,min} = \frac{V_{Ed,min} * 10^1}{b_w * z} * (\cot \Theta + \tan \Theta) \right)$

Druckspannungsprüfung:

$0,12 \leq 0,55 \leq 0,9$

$\left(\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,50 + 0,45 * \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0,90 \right)$

2.4 Pos. 64.1 N – Unterzug 30/70cm

Unterzug Pos. 64.1 N auf dem die Zentrifuge gelagert ist.

System:

Einfeldträger mit Spannweite 8,35 m

Material:

Beton	Bn250 (heute C20/25)
Betonstahl	BSt 42/50 (heute BSt 500 A)
Betondeckung	20mm

Belastung:

Die Belastung ist der Bestandsstatik entnommen; siehe dazu ab der Seite 104a.

Das Lastbild kann der folgenden Berechnung entnommen werden.

Vorhandene Bewehrung:

Oben:	2 d 16
Unten:	5 d 22
Bügel:	d 8/25cm

Hinweise:

Die Geräte werden auf einer Stahlunterkonstruktion aufgestellt. Die Stahlkonstruktion soll auf den Unterzügen punktgelagert werden. Für die Belastung aus der Konstruktion wird überschlägig 1,0 kN je Auflagerpunkt veranschlagt.

Pos. 64.1 N

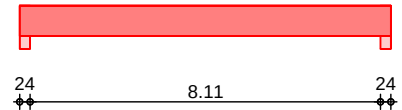
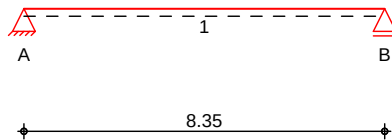
9143-21-011 π 9143-21-011 олктл0Y

System

9143-21-011 олктл0Y
System

Ansicht

M 1:175



Abmessungen
Mat./Querschnitt

Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
1	8.35	C 20/25	30.0/70.0

Expositionsklasse

XC1

Auflager

Lager	x [m]	b [cm]	Art	$K_{T,z}$ [kN/m]
A	0.00	24.0	Beton	fest
B	8.35	24.0	Beton	fest

Belastungen

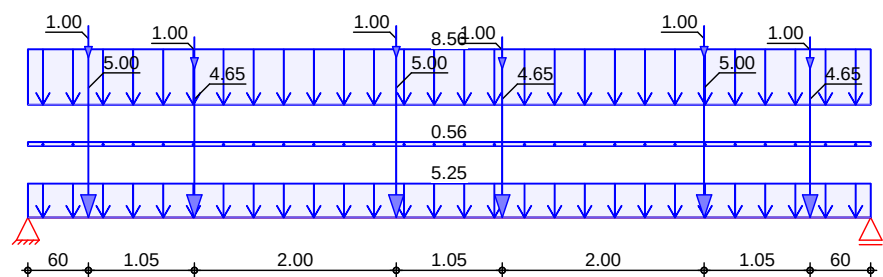
Belastungen auf das System

Grafik

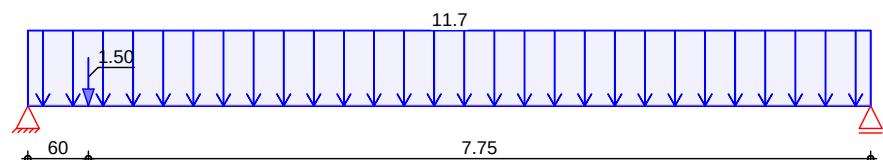
Belastungsgrafiken (einwirkungsbezogen)

Einwirkung

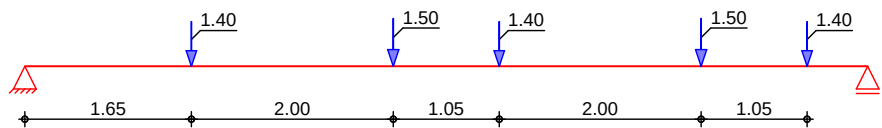
Gk



Qk.N



Qk.N.dyn



Streckenlasten in z-Richtung

Einw. G_k

Einw. $Q_{k,N}$

Punktlasten in z-Richtung

Einw. G_k

Einw. $Q_{k,N}$

Einw. $Q_{k,N,dyn}$

Gleichlasten

Feld	Komm.	a [m]	s [m]	q_{li} [kN/m]	q_{re} [kN/m]
1	Eigengew	0.00	8.35		5.25
1		0.00	8.35		0.56
1		0.00	8.35		8.56
1		0.00	8.35		11.65

Einzellasten

Feld	Komm.	a [m]	F_z [kN]
1		0.60	5.00
1		0.60	1.00
1		1.65	4.65
1		1.65	1.00
1		3.65	5.00
1		3.65	1.00
1		4.70	4.65
1		4.70	1.00
1		6.70	5.00
1		6.70	1.00
1		7.75	4.65
1		7.75	1.00
1		0.60	1.50
1		1.65	1.40
1		3.65	1.50
1		4.70	1.40
1		6.70	1.50
1		7.75	1.40

/KI-NU {ÖKyúúΞNI ũŝy

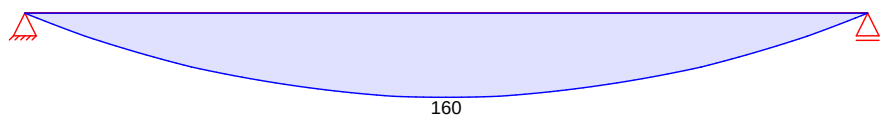
Grafik

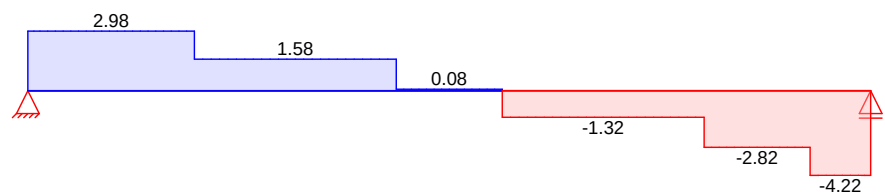
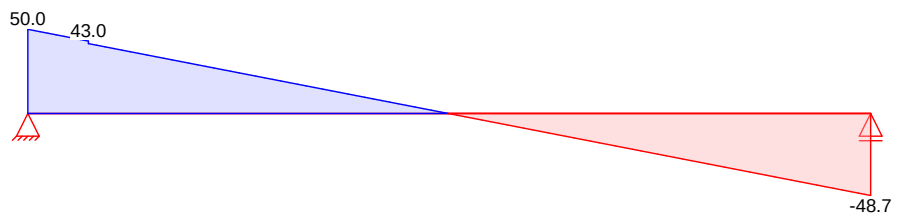
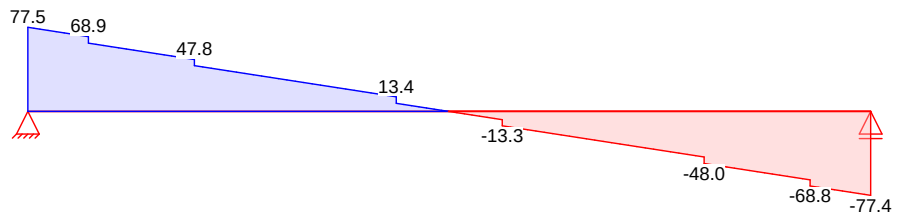
Einw. G_k

ÖKI-NU I-ŭŝNúáúáÖKS {ÖKyúúΞNI ũŝy

Schnittgr l üen (je Einwirkung)

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

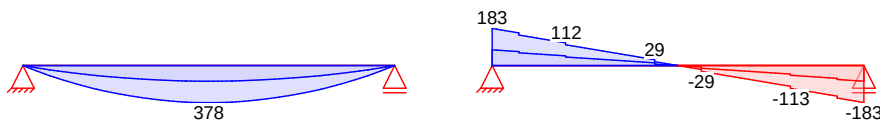



$$+1.50 \cdot Q_{k,N}$$
 $+1.20 \cdot Q_k \cdot N \cdot \text{dyn}$

.ŦYŦăădzYăăŦKyúúŦ I ũŦy

Schnittgrößen (Umhüllende)

Querkraft $V_{z,d}$ [kN]



T̀N̂U R̂ŠyD̂N̂Ŝyîîdzăũl̂-yŔ R̂ŠN̂ ɕ̂N̂U-ɛ̂FN̂K̂Îɛ̂ŦŠ̂Û ŷl̂ŦK̂ 5̂l̂b̂ 9̂b̂ мффнпмпмҫнлммлм

.ŦYŦăădzvE TÑW .λŦEŦōŦI·yăLJWdzÖKdzvE

x	Ek	M _{yd,o}	x/d _o	z _o	A _{s,o}	A _{s,o,erf}
[m]		M _{yd,u}	x/d _u	z _u	A _{s,u}	A _{s,u,erf}
		[kNm]		[cm]	[cm ²]	[cm ²]
(L = 8.35 m)						
0.00	1	-	-	-	-	3.23 _e
	1	-	0.001	65.7	-	6.02 _q
0.12 _a	1	9.20	-	-	-	3.23 _e
	2	21.73	0.037	64.8	0.73	6.02 _q
4.17*	1	159.61	-	-	-	-
	2	378.17	0.378	55.4	15.58	15.58
8.23 _a	1	9.18	-	-	-	3.23 _e
	2	21.66	0.037	64.9	0.73	6.00 _q
8.35	1	-	-	-	-	3.23 _e
	1	-	0.001	65.7	-	6.00 _q

- a: Auflagerrand
- *: maximales Feldmoment
- e: Endauflagereinspannung nach 9.2.1.2(1)
- q: aus VEd im Endauflager nach Abs. 9.2.1.4(2)

.ŦYŜăădzvĚ ŦN̂NJ v dzŜNĴNĴ·ŦúōŜĬ·vǎLJNdžŮKdzvĚ

x [m]	Ek	V _{Ed} [kN]	σ _{Ed} [MPa]	V _{Rd,max} [kN]	V _{Rd,c} [kN]	a _{sw,erf} [cm ² /m]
(L = 8.35 m)						
0.00	2	144.29 _R	18.4	452.34	-	-
0.12 _a	2	144.29 _R	18.4	452.34	-	2.11 _M
0.78 _v	2	144.29	18.4	452.34	82.02	2.11 _M
4.17	1	0.21 _R	18.4	452.34	82.02	2.11 _M
7.57 _v	2	144.72	18.4	452.34	82.02	2.11 _M
8.23 _a	2	144.72 _R	18.4	452.34	-	2.11 _M
8.35	2	144.72 _R	18.4	452.34	-	-

a: Auflagerrand
v: Abstand d vom Auflagerrand
R: Querkraft reduziert
M: Mindestbewehrung nach Abs. 9.2.2

dzŷúŝŊŝ [NŷǼăōŝøŝKŊdzŷǼ

Feld	gew.	A_s [cm ²]	a [m]	l [m]	l _{bd,l} [m]	l _{bd,r} [m]	Lage
1	D. pöhl	19.01	-0.11	8.56	0.23 ^h	0.22 ^h	1

ó[Ny3Šy/ly]t±Šll-y]Šlidy/3ätfNy3Šy/ 2KyŠ {ü l üŠü
h: gesonderte Verankerungsform erforderlich

2öŠüŠ [Ny3äöŠöŠKlidy/3

Feld	gew.	As [cm ²]	a [m]	l [m]	l _{bd,l} [m]	l _{bd,r} [m]	Lage
1	D. HÖMC	4.02	-0.22	8.79	0.34 ^{mh}	0.34 ^{mh}	1

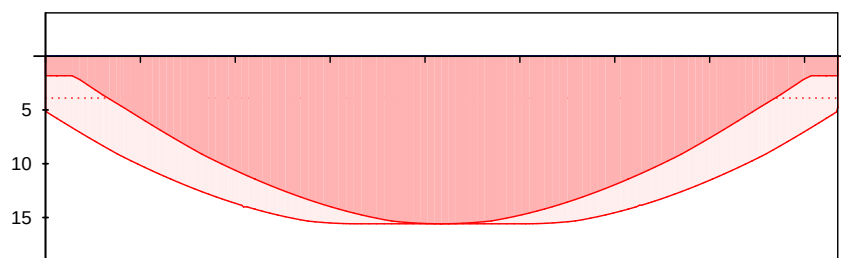
ó[Ny3Šy/ly]t±Šll-y]Šlidy/3ätfNy3Šy/ 2KyŠ {ü l üŠü
Y Y NÜl3Š ±Šlidy/RöŠRly3dy3Šy
h: gesonderte Verankerungsform erforderlich

Längsbewehrung
M 1:80

As [cm²]

oben
Lage 1:

GB 2Ø16



unten
Lage 1:

GB 5Ø22

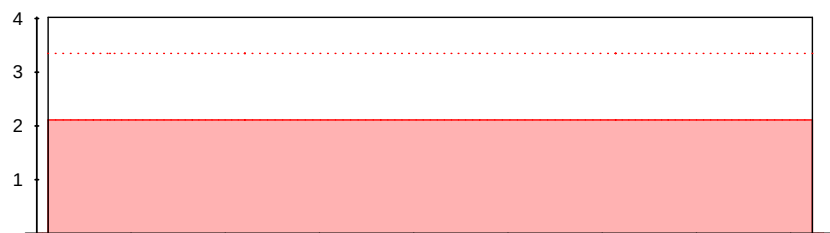
— erf. Längsbewehrung / Zugkraftdeckungsline
- - - verl. Feldbewehrung gemäß DIN EN 1992-1-1, 9.2.1.4(1)
— vorhandene Längsbewehrung — Verankerungslängen

vdzŠNqNl-füöŠöŠKlidy/3 ó. N3Šfü

Feld	Xa [m]	Xe [m]	ds [mm]	s [cm]	Schn. [-]	asw [cm ² /m]
1	0.12	8.23	Özy	25.0	2	4.02

Querkraftbewehrung
M 1:80

Asw [cm²/m]



— erforderliche Querkraftbewehrung
- - - Mindestgehalt gemäß DIN EN 1992-1-1/NA, NDP Zu 9.2.2(6)
— vorhandene Querkraftbewehrung

! dzffl-3ŠNqNl-füöŠöŠKlidy/3

Char. Auflagerkr.

! dzffl-3ŠNqNl-füöŠöŠKlidy/3

charakteristische Auflagerkräfte (je Einwirkung)

Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]
Einw. G _k		
A	77.54	77.54
B	77.40	77.40
Einw. Q _{k,N}		
A	50.03	50.03
B	48.75	48.75
Einw. Q _{k,N,dyn}		
A	2.98	2.98

	Aufl.	F _{z,k,min} [kN]	F _{z,k,max} [kN]
	B	4.22	4.22
.SYΦπI-dzffI-ΞŜNjNNfúŜ	Bemessungsauflagerkräfte (Min/Max)		
	Aufl.	F _{z,d,min} [kN]	F _{z,d,max} [kN]
Grundkombinationen	A	77.54	183.29
	B	77.40	182.68
Zusammenfassung	Zusammenfassung der Nachweise		
Nachweise (GZT)	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit		
	Nachweis	Ort	' [-]
	Expositionsklassen	OK	
	Biegung	OK	
	Querkraft	OK	
	Bewehrungswahl	OK	

Überprüfung Bewehrungserhöhung der Untzerzüge aus ermüdungswirksamer Belastung: (nach DIN EN 1992-1-1/NA, 6.8.6)

Vereinfachend wird der Ermüdungsnachweis nur für die max. Feld-, Stütz-, Querkraftbewehrung, Längsdruckspannung und Betondruckstrebe geführt
Die jeweilige errechnete Bewehrungsmenge ist somit ohne Abstufung **über die gesamte Positionslänge einzulegen**.

Für die Berechnung wurde die ungünstige dynamische Last aus dem Lastfall "Durchfahren der Resonanzen" verwendet.

Für den dynamischen Nachweis wird jeweils nur der Anteil aus der dynamischen Last für Lasteinwirkung verwendet.

Die Lasten sind in der Anlage dem Herstellerblatt ersichtlich.

2.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Längsbewehrung Feld

statische Nutzhöhe d:

$$d = 65 \text{ [cm]} \quad (d = h - d')$$

Breite b:

$$b = 30 \text{ [cm]}$$

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Bemessung GZT:

$$A_{su} = 19,0 \text{ [cm}^2\text{]}$$

zulässige Betonstahlspannung:

$$\Delta\sigma_{s,lim} = 90 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad (\text{Nach 6.8.6 oder Tab. 11 der Erläuterungen zur DIN})$$

Moment aus der ermüdungswirksamen Last:

$$\Delta M = 8,15 \text{ [kNm]}$$

Druckzonenhöhe nach Betonkalender 1995:

$$x = 23,1 \text{ [cm]} \quad \left(x = -\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot A_s \cdot \frac{d}{b} \right]^{0,5} \right)$$

innerer Hebelarm:

$$z = 57,3 \text{ [cm]} \quad (z = d - x/3)$$

Betonstahlspannungen:

$$\Delta\sigma_s = 3,7 \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad \left(\Delta\sigma_s = \frac{\psi_1 \cdot \Delta M \cdot 10^3}{z \cdot A_s} \right)$$

Prüfung $\Delta\sigma_s \leq \Delta\sigma_{s,lim}$:

keine Bewehrungserhöhung nötig

Überprüfung Bewehrungserhöhung / Betondruck der Untzerzüge aus ermüdungswirksamer Belastung: (nach DIN EN 1992-1-1/NA, 6.8.6)

3.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Querbewehrung

statische Nutzhöhe d: d = 65 [cm] (d = h - d') Mit erhöhter Bewehrung aus 1.)
 Breite b: b = 30 [cm]

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Erhöhung GZT: $A_s = 19,01$ [cm²/m] Erhöhte Bewehrung aus 1.)
 vorhanden a_{sw} aus Bemessung GZT: $a_{sw} = 4,22$ [cm²/m]
 zulässige Betonstahlspannung: $\Delta\sigma_{s,lim} = 70$ [N/mm²] (Nach 6.8.6 oder Tab. 11 der Erläuterungen zur DIN)
 Querkraft aus der ermüdungswirksamen Last: $\Delta V_{Ed,fat} = 5$ [kN]

Druckstrebenneigung: $\cot \theta_{fat} = 1,7$ (Nach DIN EN 1992-1-1, 6.8.2 (3))
 Druckzonenhöhe nach Betonkalendar 1995: $x = 23,1$ [cm] $(x = -\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot A_s \cdot \frac{d}{b} \right]^{0,5})$
 innerer Hebelarm: $z = 57,3$ [cm] $(z = d - x/3)$

Betonstahlspannungen: $\Delta\sigma_s = 6,0$ [N/mm²] $(\Delta\sigma_s = \frac{\psi_1 \cdot \Delta V_{Ed,fat} \cdot 10^3}{z \cdot a_{sw} \cdot \cot \theta_{fat}})$

Prüfung $\Delta\sigma_s \leq \Delta\sigma_{s,lim}$:

keine Bewehrungserhöhung nötig

4.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Beton unter Längsdruckbeanspruchung

statische Nutzhöhe d: d = 65 [cm] (d = h - d')
 Breite b: b = 30 [cm]

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Bemessung GZT: $A_s = 19,01$ [cm²/m]
 Maximales Moment aus ermüdungswirksamer Last: $\max M_{Ed} = 217$ [kNm] $1,0 \cdot 160 + 0,7 \cdot 8,15 + 0,5 \cdot 102$
 Minimales Moment aus ermüdungswirksamer Last: $\min M_{Ed} = 211$ [kNm] $1,0 \cdot 160 + 0,5 \cdot 102$

$\beta_{cc} (t_0=3650) = 1,25$ $f_{cd,fat} = 13$ N/mm²

Druckzonenhöhe nach Betonkalendar 1995: $x = 23,1$ [cm] $(x = -\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e \cdot \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 \cdot \alpha_e \cdot A_s \cdot \frac{d}{b} \right]^{0,5})$
 innerer Hebelarm: $z = 57,3$ [cm] $(z = d - x/3)$
 Betondruckspannungen: $\sigma_{c,max} = 10,9$ [N/mm²] $(\sigma_{c,max} = \frac{2 \cdot M_{max} \cdot 10^3}{b \cdot x \cdot z})$
 $\sigma_{c,min} = 10,6$ [N/mm²] $(\sigma_{c,min} = \frac{2 \cdot M_{min} \cdot 10^3}{b \cdot x \cdot z})$

Druckspannungsprüfung: $0,84 \leq 0,87 \leq 0,9$ $(\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,50 + 0,45 \cdot \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0,90)$

Überprüfung Betondruck der Untzerzüge aus ermüdungswirksamer Belastung: (nach DIN EN 1992-1-1/NA, 6.8.7)

5.) Berechnung/ Nachweis erfolgt für:

Betondruckstrebe unter Querkraftbeanspruchung

statische Nutzhöhe d:

d = 65 [cm]

(d = h - d') Mit erhöhter Bewehrung aus 1.)

Breite b:

b = 30 [cm]

Für Plattenbalken liegt in der Regel die Nulllinie in der Platte. Man kann dann bei der Berechnung der Druckzonenhöhe ein Ersatzrechteck wählen

vorhanden A_s aus Bemessung GZT:

$A_s = 19,01$ [cm²/m]

Erhöhte Bewehrung aus 1.)

Maximale Querkraft aus ermüdungswirksamer Last:

max $V_{Ed} = 105,5$ [kN]

$1,0 * 77,5 + 0,7 * 4,22 + 0,5 * 50$

Minimale Querkraft aus ermüdungswirksamer Last:

min $V_{Ed} = 102,5$ [kN]

$1,0 * 77,5 + 0,5 * 50$

$\beta_{cc} (t_0=28) = 1,0$

$f_{cd,fat} = 22,67 \text{ N/mm}^2 * 0,75 = 17,0 \text{ N/mm}^2$

$\cot \Theta = 3,0$

$\tan \Theta = 1/3$

Druckzonenhöhe nach Betonkalender 1995:

x = 23,1 [cm]

$(x = -\alpha_e * \frac{A_s}{b} + \left[\left(\alpha_e * \frac{A_s}{b} \right)^2 + 2 * \alpha_e * A_s * \frac{d}{b} \right]^{0,5})$

innerer Hebelarm:

z = 57,3 [cm]

$(z = d - x/3)$

Betondruckspannungen:

$\sigma_{c,max} = 2,0$ [N/mm²]

$\left(\sigma_{c,max} = \frac{V_{Ed,max} * 10^1}{b_w * z} * (\cot \Theta + \tan \Theta) \right)$

$\sigma_{c,min} = 2,0$ [N/mm²]

$\left(\sigma_{c,min} = \frac{V_{Ed,min} * 10^1}{b_w * z} * (\cot \Theta + \tan \Theta) \right)$

Druckspannungsprüfung:

$0,12 \leq 0,55 \leq 0,9$

$\left(\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,50 + 0,45 * \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0,90 \right)$