ANLAGE 8

VE BMK KOHLE UND ENERGIE
KB FORSCHUNG UND PROJEKTIERUNG BERLIN

STATISCHE BERECHNUNG

für das Bauwerk

KKW „Bruno Leuschner"

Zentrale aktive Werkstatt

Investträger: VEB KKW

Brigadeleiter: Bauing. Tacke

Ausführung: MLK BT Magdeburg

Bestätigungsvermerk:

Aufgestellt: Berlin, den 7.3. 1977

Dipl.-Ing. Ackermann

Gütekontrollvermerk:

Berechnete Bauteile: Kranbahnen, Laufstege, Wartungspodeste } Stahlkonstruktion

Nachtrag zu:

Projekt Nr.: 86534 1100

Nr. d. Berechnung: 5

Die Statische Berechnung umfaßt 54 Seiten
+ Seite 22a

Inhaltsverzeichnis

Seite

2. Krankheiten 2
4. Leitstege u. Verlängsprofile
5. Treppen

Anmerkung:
die Nummern der Positionen entsprechen der Klassifikation die sich auf den Stahlbauzeichnungen befinden.

2. Kranbahnen

In diesem Abschnitt erfolgt der Nachweis für die folgenden 6 Krane:

2.1. : 32/8 Mp-Kran (+11,53 m)
2.2. : 8 Mp- " (+11,53 m)
2.3. : 32 Mp- " (+11,53 m)
2.4. : 2 Mp- " (+5,30 m)
2.5. u. 2.6: 2 Mp-Krane (2 Stck.) (+4,50 m)

Ein Horizontalverband ist nur bei Pos. 2.1. vorhanden.

Bis auf die Pos. 2.1 u. 2.5/2.6 wurden die gelippten Träger des MLK-Kataloges M 7302 PWV verwendet.

Die Träger der Pos. 2.1 u. 2.2 sind an die Festpunktstützen der Kallenkonstruktion anzuschließen. (vgl. Pos. 3.2: wichtige Anmerkung)

Die Laufstege u. Wartungspodeste werden mit Riffelblech abgedeckt wobei wegen der vorhandenen Einzellast Rippen vorzusehen sind.

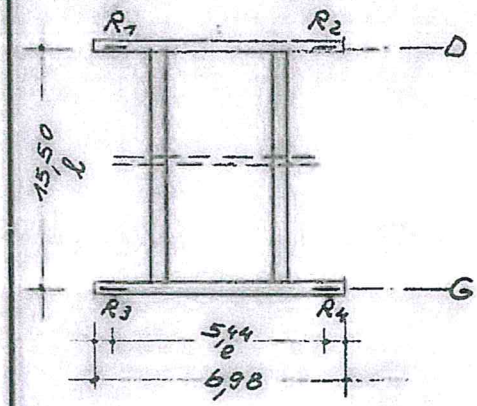
Weitere Einzelheiten sind der Zeichnung zu entnehmen.

Pos. 2.1: 32/8 Mp-Kran (+11,53 m)

(Achse D u. G, Reihe 1-13)

Technologische Daten

(Zeichng. 900.705-Ez(1), Kranbau Köthen)



Spannweite $l = 15{,}50$ m

Radstand $e = 5{,}44$ m

Hubgeschwindigkeit $v_H = 8$ m/min

Fahr " " $v_F = 25$ m/min (Brücke)

20 " (Katze)

je Seite 1 Rad gebremst, Wälzlager

Kühlungsfaktor $\varepsilon = 1{,}0$

Impulskraft $P_A = 12$ kp (je Puffer)

Abstand Mitte Puffer - OK Schiene $h_p = 650$ mm

Lastspektrumgruppe B

Radlasten:

	Katze an Achse D	Katze an Achse G
Ständige Radlasten		
$R_{1g} =$	8,4 Mp	5,0 Mp
$R_{2g} =$	10,0 "	5,6 "
$R_{3g} =$	6,3 "	9,7 "
$R_{4g} =$	5,4	9,9 "

Max Hublast:

Katze an D: $R_{1p} = 14{,}8$ kp

$R_{3p} = 14{,}5$ "

$\sum_1^2 R_p = 29{,}3$ kp

$R_{3p} = R_{4p} = \frac{1}{2}(32{,}0 - 29{,}3) = 1{,}35$ kp

Katze an G: $R_{3p} = R_{4p} = 14{,}9$ kp

$R_{1p} = R_{2p} = \frac{1}{2}(32{,}0 - 2 \cdot 14{,}9) = 1{,}10$ kp

204 5-27-75 60

21

Messerhaft

$\varphi = (0{,}05 + 0{,}0125 \cdot 8) \cdot 1{,}0 = 0{,}15$

Kette am G.

$R_{1m} = R_{2m} = 0{,}15 \cdot 1{,}10 = 0{,}17$ kp

$R_{3m} = R_{4m} = 0{,}15 \cdot 14{,}9 = 2{,}24$ "

Fahrstütze

$\varphi = 0{,}03 + 0{,}001 \cdot 25 = 0{,}055$

Kette am G:

$R_{1f} = 0{,}055 \cdot 5{,}0 = 0{,}28$ kp

$R_{2f} = 0{,}055 \cdot 5{,}6 = 0{,}31$ "

$R_{3f} = 0{,}055 \cdot 9{,}7 = 0{,}53$ "

$R_{4f} = 0{,}055 \cdot 9{,}9 = 0{,}54$ "

Bremsen

Kette am G:

$R_{1b} = 0{,}007 (5{,}8 + 1{,}10) = 0{,}04$ kp
$R_{2b} = 0{,}12 (5{,}6 + 1{,}10) = 0{,}80$ "
} 0,84 kp (D)

$R_{3b} = 0{,}007 (9{,}7 + 14{,}9) = 0{,}17$ "
$R_{4b} = 0{,}12 (9{,}9 + 14{,}9) = 2{,}98$ "
} 3,15 kp (G)

Seitenstoß

$\frac{l}{e} = \frac{15{,}50}{5{,}44} = 2{,}85$

Kette am G:

$R_{2s} = 0{,}1 \cdot (5{,}6 + 1{,}10) = 0{,}67$ kp

$R_{4s} = 0{,}1 (9{,}9 + 14{,}9) = 2{,}48$ "

202 5-27-75 60

31

Schnittkräfte

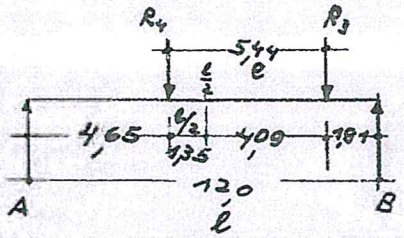
Eigengewicht des Kranbahnträgers

$g = 0{,}26$ Mp/m (einschl. H-Verband)

Stützweite $l = 12{,}0$ m

$M_x = \frac{0{,}26 \cdot 12{,}0^2}{8} = 4{,}68$ Mpm

Radlasten: (Lastfall H)



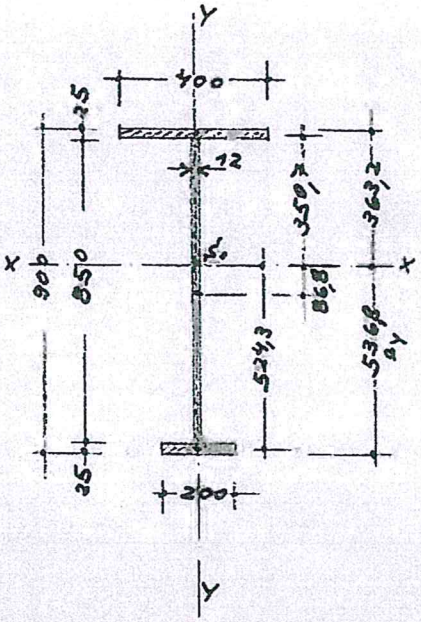
max R: $R_3 = 9{,}7 + 14{,}9 + 2{,}24 = 26{,}84$ Mp (R_3 / R_{Rp} / R_{am})

$R_4 = 9{,}9 + 14{,}9 + 2{,}24 = 27{,}04$ "

$\Sigma R = 53{,}88$ Mp

$b = \frac{26{,}84 \cdot 5{,}44}{53{,}88} = 2{,}71$ m

$\max M_x = \frac{53{,}88}{4} \cdot \frac{(12{,}0 - 2{,}71)^2}{12{,}0} = 96{,}88$ Mpm



Gewähltes Profil (geschweißt) St 38

Obergurt	⌀ 25/400	F	$= 100{,}0$ cm²
Steg	⌀ 12/850		$= 102{,}0$ "
Untergurt	⌀ 25/200		$= 50{,}0$ "
		F_o	$= 252{,}0$ cm²

Die Kranschiene, KS 75, wird aufgeklemmt und gehört nicht zum tragenden Querschnitt.

$e_y = \frac{1}{252}(50{,}0 \cdot 1{,}25 + 102{,}0 \cdot 45{,}0 + 100{,}0 \cdot 88{,}75)$

$e_y = 53{,}68$ cm

$J_x = 100 \cdot 35{,}07^2 + \frac{12 \cdot 85^3}{12} + 102 \cdot 8{,}68^2 + 50 \cdot 52{,}43^2$

$= 329532$ cm⁴

$W_{xo} = \frac{329532}{36{,}32} = 9073$ cm³

$W_{xu} = \frac{329532}{53{,}68} = 6139$ cm³

41

Nur Obergurt: $W_y = \frac{25 \cdot 40^2}{6} = 667\ cm^3$

Spannungsnachweis L IV:

$\max M_x = 4{,}68 + 96{,}88 = 101{,}56$ dpm

$\sigma_o = \frac{10156}{9073} = 1{,}119$ dp/cm² 1)

$\sigma_u = \frac{10156}{6139} = 1{,}654$ " 2)

1) zu σ_o: zulässige Spannung σ_D:

$\alpha = \frac{4{,}68}{101{,}56} = +0{,}046$

Nach TGL 13500, Tabelle 6a, VI

(Tabelle 7, B, VI, 6)

$\sigma_D = 1{,}137 + (1{,}227 - 1{,}137) \cdot \frac{0046}{0{,}10} = 1{,}178$ dp/cm²

$> 1{,}119$

2) zu σ_u: zulässige Spannung nach TGL 13471, 2.4.1:

$R_{3S} = 9{,}7$ dp
$R_{4S} = 9{,}9$ " $\Big\}\ \Sigma R_S = 19{,}8$ dp

$b = \frac{97 \cdot 544}{19{,}8} = 2{,}67$ m

$\max M_{xS} = \frac{19{,}8}{4} \cdot \frac{(12{,}8 - 2{,}67)^2}{12{,}0} = 35{,}91$ dpm

$\Sigma M_{xS} = 4{,}68 + 35{,}91 = 40{,}59$ dpm

$\sigma_{uS} = \frac{4059}{6139} = 0{,}66$ dp/cm²

zul $\sigma_u = 1{,}60 + (1{,}80 - 1{,}60) \cdot \frac{066}{1{,}654}$

$= 1{,}680$ dp/cm² $>$ vorh $\sigma_u = 1{,}654$ dp/cm²

Der Nachweis der Obergurtspannung ausreichend sind (TGL 13500, Kombi 3 kurz)

202 6-27-73 nD

51

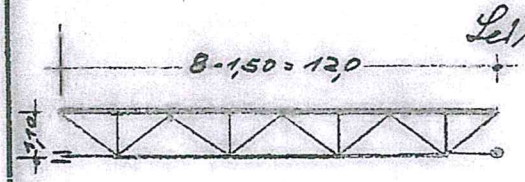
Lastfall HZ:

Fahrstöße: $M_x = 35{,}91 \cdot \frac{0{,}54}{9{,}5} = 1{,}96$ Mpm

Bremsen: $M_x = 3{,}15 \cdot \frac{\sim 10}{2} = 1{,}58$ Mpm

$\max N_z = \pm 3{,}15$ Mp

Seitenstoß:



Normalkraft aus dem Fachwerk:

$N = 3{,}48 \cdot \frac{120}{4 \cdot 1{,}10} = \pm 6{,}76$ Mp

Örtliche Biegung: $M_y = \frac{3{,}48 \cdot 1{,}50}{\sim 5} = \pm 0{,}74$ Mpm

Spannungsnachweis LHZ:

Obergurt: $\Sigma M_x = 1{,}96 + 1{,}58 = 3{,}54$ Mpm

$M_y = 0{,}74$ Mpm

$N = \pm 6{,}76$ Mp

$\sigma_o' = \frac{354}{9073} + \frac{74}{667} + \frac{6{,}76}{100}$

$= 0{,}039 + 0{,}111 + 0{,}068 = 0{,}218$ Mp/cm²

$\Sigma \sigma_o = 1{,}119 + 0{,}218 = 1{,}337$ Mp/cm²

Untergurt: $\sigma_u' = \frac{354}{6135} = 0{,}058$ Mp/cm²

$\Sigma \sigma_u = 1{,}654 + 0{,}058 = 1{,}712$ Mp/cm² < 1,80

Stabilitätsnachweis

Knicken des Obergurtes

$\frac{l}{i} = \frac{20}{2{,}5} = 8{,}0 < 15$ (TGL 13503, Bl. 1, 9)

Knicken des Stegbleches

1) max M = 10156 Mpcm (L H)

202 S-827-75-50

67

Zugehörig Q:

$$A = \frac{1}{12,0}(26,84 \cdot 1,91 + 27,04 \cdot 7,35) + 0,26 \cdot 6,0$$
$$= 20,83 + 1,56 = 22,39 \text{ Mp}$$

$$B = \frac{1}{12,0}(27,04 \cdot 4,65 + 26,84 \cdot 10,09) + 1,56$$
$$= 34,61 \text{ Mp} = \text{zug } Q.$$

$$\sigma_1 = 1,119 \text{ Mp/cm}^2$$

$$\tau = \frac{34,61}{1,2 \cdot 85} = 0,339 \text{ Mp/cm}^2$$

$$t = 1,2 - 0,05 = 1,15 \text{ cm}$$

b: für Schubspannungen $= 85 \text{ cm}$

für Druck- u. Zugsp. $\psi = -\frac{1119}{1654} = -0,68 < -1,0$

$$b_D = \frac{90}{1 + \frac{1654}{1119}} - 2,5 = 33,82 \text{ cm}$$

(TGL 13503, Bl. 1, Tab 8, 4)

$$\sigma_{e\tau} = \left(137 \cdot \frac{1,15}{85}\right)^2 = 348 \text{ kp/cm}^2$$

$$\sigma_{e\sigma} = \left(137 \cdot \frac{1,15}{2 \cdot 33,82}\right)^2 = 549 \text{ kp/cm}^2$$

$a = 1200 \text{ cm}$ $\quad b = 85 \text{ cm}$

$$\alpha = \frac{1200}{85} = 14,1 \quad > \frac{2}{3} \text{ kw. 1}$$

$k_\sigma = 23,9$

$$\sigma_{1k} = 23,9 \cdot 0,549 = 13,12 \text{ Mp/cm}^2$$

$$k_\tau = 5,34 + \frac{4,00}{14,1^2} = 5,34 + 0,02 = 5,36$$

$$\tau_k = 5,36 \cdot 0,348 = 1,865 \text{ Mp/cm}^2$$

201 5-27-13 60

$$\sigma_{Vki} = \frac{\sqrt{1{,}119^2 + 3 \cdot 0{,}339^2}}{\frac{1-0{,}68}{4} \cdot \frac{1{,}119}{13{,}12} + \sqrt{\left(\frac{3+0{,}68}{4} \cdot \frac{1{,}119}{13{,}12}\right)^2 + \left(\frac{0{,}339}{1{,}865}\right)^2}}$$

$$= \frac{1{,}2637}{0{,}0068 + 0{,}1980} = 6{,}1704 \text{ kp/cm}^2$$

$$\rightarrow \sigma_{Vk} = 2{,}349 \text{ kp/cm}^2$$

$$\nu_B = \frac{2{,}349}{1{,}2637} = 1{,}86 > 1{,}35$$

2.) max Q i. d. g. H.
Wegen der nachgewiesenen großen Gefährdung bei max H erübrigt sich ein Nachweis.

Pfähle unter örtlicher Last

$\varepsilon = 2 \cdot 8{,}5 + 5 = 22$ km (Schiene KS 75)

$\beta = \frac{22}{1200} = 0{,}02$ $\quad \alpha = 14{,}1$ (s. Nomogramm)

$k_p = 0{,}1$

$\sigma_{yki} = \frac{0{,}1}{0{,}02} \cdot 0{,}549 = 2{,}745$ kp/cm²

$\sigma_y = \frac{2704}{1{,}15 \cdot 22} = 1{,}069$ kp/cm²

$$\frac{\sigma_y}{\sigma_{yki}} = \frac{1{,}069}{2{,}745} = 0{,}389$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_{1ki}} = \frac{1{,}119}{13{,}12} = 0{,}0853$$

$$\sigma_{Vki} = \frac{\sqrt{1{,}119^2 + 1{,}069^2 - 1{,}119 \cdot 1{,}069 + 3 \cdot 0{,}339^2}}{0{,}0068 + \frac{1}{2} \cdot 0{,}389 + \sqrt{\left(\frac{3{,}68}{4} \cdot 0{,}0853 + \frac{0{,}389}{2}\right)^2 + \left(\frac{0{,}339}{1{,}865}\right)^2}}$$

203 5-27-73 60

87

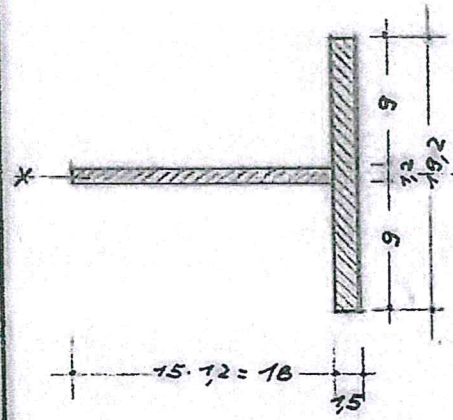
$$\sigma_{vk.} = \frac{1{,}2424}{0{,}2013 + 0{,}3280} = 2{,}35 \text{ kp/cm}^2$$

$$\rightarrow \sigma_{vk} = 2{,}122 \text{ "}$$

$$\nu_B = \frac{2{,}122}{1{,}2424} = 1{,}71 > 1{,}35$$

Aussteifung der Auflager

$$\max Q = 0{,}36 \cdot 6{,}0 + 27{,}04 + 26{,}84 \cdot \frac{6{,}56}{12{,}0}$$
$$= 43{,}27 \text{ kp}$$



die Ausbildung der Aussteifung erfolgt gemäß nebenstehender Skizze.

⊣ 15 / 192 $F = 28{,}8 \text{ cm}^2$

mitwirkende Breite des Stegblech $= 21{,}6$ "

$F_o = 50{,}4 \text{ cm}^2$

$$J_x = 1{,}5 \cdot \frac{19{,}2^3}{12} = 885 \text{ cm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{885}{50{,}4}} = 4{,}19 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{85}{4{,}19} \approx 20 \qquad \omega = 1{,}05$$

$$\sigma = 1{,}05 \cdot \frac{43{,}27}{50{,}4} = 0{,}901 \text{ kp/cm}^2 < 1{,}6$$

Für konstruktiven Ausbau für die Höhe der Aussteifung gewählt $t = 20$ mm

Durchbiegung

R_4 im Feldmittte $= 9{,}9 + 14{,}9 = 24{,}8 \sim 25{,}0$ kp

$g = 260 \text{ kp/m} = 0{,}0026 \text{ kp/cm}$

$$\delta = \frac{25 \cdot 1200^3}{48 \cdot 2100 \cdot 320532} + \frac{5 \cdot 0{,}0026 \cdot 1200^4}{384 \cdot 2100 \cdot 320532}$$

$$= 1{,}30 + 0{,}10 = 1{,}40 \text{ cm} < \frac{l}{400} = 3{,}0 \text{ cm}$$

203 5-21-75 50

9.1

Auflagerkräfte (Kabe an G)

$R_{1z} = 5,0 + 1,10 + 0,17 + 0,28 = 6,55$ kp

Koordinatensystem für die Angabe der Auflagerkräfte s. 8 Hp-Kran

$R_{2z} = 5,6 + 1,10 + 0,17 + 0,31 = 7,18$ "

$R_{3z} = 9,7 + 14,90 + 2,24 + 0,53 = 27,37$ "

$R_{4z} = 9,9 + 14,90 + 2,24 + 0,54 = 27,58$ "

$g_z = 0,26$ kp/m

$R_{1,3x} = 0,84$ kp

$R_{3,4x} = 3,15$ "

$R_{2y} = 0,67$ kp

$R_{4y} = 2,48$ "

$G_z = 0,26 \cdot 6,0 + 27,58 + 27,37 \cdot \frac{6,56}{12,0}$

$= 1,56 + 27,58 + 14,96 = \underline{44,10}$ kp

Bei Belastung durch zwei Kranbahnträger (Mittelstützen) $G_z = 44,10 + 1,56 = \underline{45,66}$ kp

zugehörig $D_z = 1,56 + 7,18 + 6,55 \cdot \frac{6,56}{12,0} = \underline{12,33}$ kp

bzw. $D_z = 12,32 + 1,56 = \underline{13,88}$ kp

$G_y = 2,48$ kp

zugehörig $D_y = 0,67$ "

Nach TGL 21-386001, Bl. 1, Pkt 4 ist als max Seitenkraft anzusetzen:

$G_{y\,A} = 2,48 + 27,58 \cdot 0,3 = 2,48 + 8,27 = 10,75$ kp

$G_x = 3,15$ kp

$K_x = 0,67$ "

Die Auflagerkräfte können vereinfacht auch miteinander vertauscht werden

101

Horizontalverband i. Leitsteg Achse G

(Skizze s. beim Spannungsnachweis L H2)

Belastung:

max R_S = 2,48 kp

aus Leitsteg lt. Protokoll

Windende Einzellast $\overleftrightarrow{P}$ = 300 kp oder

gleichm. verteilte Belastung p = 150 kp/m²

Stabkräfte:

Nebenträger: N = ± 6,76 kp (s. h. Skizze)

Diagonalen: $l_D = \sqrt{1{,}50^2 + 1{,}10^2} = 1{,}86$ m

$\max S_D = \pm 2{,}48 \cdot \frac{10{,}50}{1{,}20} \cdot \frac{1{,}86}{1{,}10} = \pm 3{,}67$ kp

V-Stäbe: S = ± 2,48 kp

aus Vertikalbelastung:

Leitsteg an Achse G: l_s = 12,0 - 0,48
= 11,52 m

der Nebenträger nimmt aus der Riffelblech+) an dem Leitsteg des 8 kp-Krans auf:

$b = \frac{1}{2}\left(1{,}10 - \frac{0{,}40}{2}\right) + \sim\frac{0{,}70}{2} = 0{,}80$ m

+) Im Bereich des 32/8 kp-Krans wird das Riffelblech durch die Füllstäbe des K-Verbandes (Riffelung) gestützt, andernfalls Rippen anzuordnen sind. vergl. Pos. 2.2

5 mm Riffelblech 40 · 0,80 = 32 kp/m

Nebenträger ≈ 30 "

Gländer ≈ 10 "

g = 72 kp/m

Verkehrslast p = 150 · 0,80 = 120 "

q = 192 kp/m

203 5-27-75 60

11

$M_g = 0{,}072 \cdot \frac{11{,}52^2}{8} = 1{,}19$ Mpm

$M_p = 0{,}120 \cdot$ " $= 1{,}99$ "

$M_q = 3{,}18$ Mpm

$M_p^{\leftrightarrow} = 0{,}3 \cdot \frac{11{,}52}{4} = 0{,}86$ Mp $< M_p$

Profilwahl

Diagonalen:

Gewählt L 80/80/8 $F = 12{,}3$ cm²

$i_v = 1{,}55$ cm

$\lambda = \frac{186}{1{,}55} = 120$ $\omega = 2{,}39$

$\sigma = 2{,}39 \cdot \frac{3{,}67}{12{,}3} = 0{,}71$ Mp/cm²

zul σ: $\alpha = -1{,}0$, TGL 13500, Tab. 6 a

IV (Kastenstäbe, B): zul $\sigma = 0{,}823$ Mp/cm²

$> \sigma_{vorh.}$

V-Stäbe: Gewählt L 60/60/6

$F = 6{,}91$ cm², $i_v = 1{,}17$ cm

$\lambda = \frac{110}{1{,}17} = 94$ $\omega = 1{,}69$

$\sigma = 1{,}69 \cdot \frac{2{,}48}{6{,}91} = 0{,}61$ Mp/cm² $<$ zul σ.

Nebenträger:

Gewählt IPE 240, $F = 39{,}1$ cm²

$i_x = 9{,}97$ cm $i_y = 2{,}69$ cm

$W_x = 324$ cm³

$N_z = 6{,}76$ Mp $M_x = 3{,}18$ Mpm

Moment aus ausmittigem Anschluß

12

des Verbandes: $M_x = 6{,}76 \cdot 12 = 81$ kpcm

$\sum M_x = 318 + 81 = 399$ kpcm

Spannungsnachweis:

$$\sigma = \underbrace{\frac{676}{38{,}1}}_{\sigma_c} + \underbrace{\frac{399}{324}}_{\sigma_{bc}} = 0{,}18 + 1{,}23 = 1{,}41 \text{ kp/cm}^2$$

Stabilitätsnachweis:

Es wird ungünstig mit $N_2 = \text{const.}$ auf ganzer Länge gerechnet.

$$\lambda_x = \frac{1152}{9{,}57} = 116 \qquad \sigma_{K,i} = 1{,}54 \text{ kp/cm}^2$$

$$\mu_0 = 0{,}5 \cdot 1{,}16 - 0{,}25 = 0{,}58 - 0{,}25 = 0{,}33$$

$$\varphi = 1 + \frac{\sim 1}{\frac{1{,}54}{1{,}33 \cdot 0{,}18} - 1} = 1{,}18$$

$$0{,}18 + (0{,}18 \cdot 0{,}33 + 1{,}23) \cdot 1{,}18 = 1{,}70 \text{ kp/cm}^2$$
$$< 1{,}8$$

In horizontaler Richtung ist das Profil auch ohne Verbindung mit dem Riffelblech knicksicher:

$$\lambda_y = \frac{300}{2{,}65} = 112 \qquad \omega = 2{,}14$$

$$\sigma = 2{,}14 \cdot \frac{676}{38{,}1} = 0{,}380 \text{ kp/cm}^2$$

max. zulässige Auflagerkraft für die Einbauteile:

$$\underline{G_2} = (0{,}072 + 0{,}120) \cdot \frac{11{,}52}{2} = \underline{1{,}11 \text{ kp}}$$

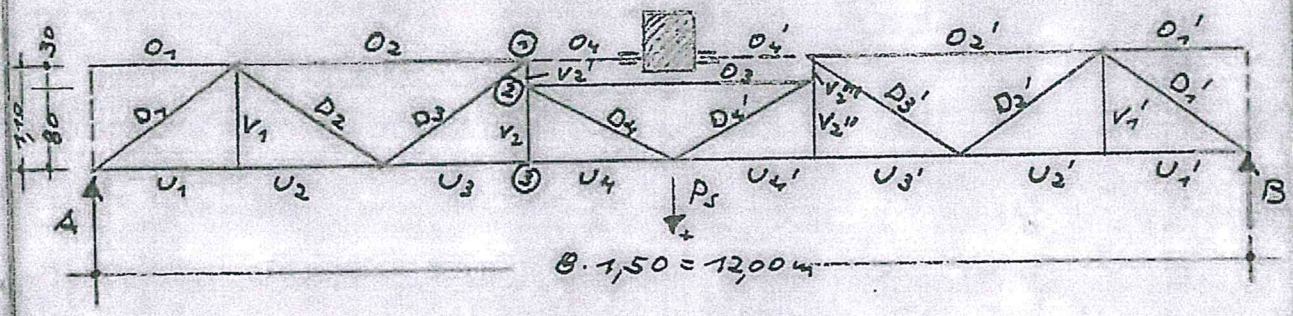
13.1

Horizontalverband und Längsteg Achse D

Der Nebenträger hat in vertikaler Richtung (z) eine Stützweite von $l = 5{,}52$ m.

Horizontal: Stützweite $l = 12{,}0$ m.

Um nicht an die Endauflager anzuschließen (es würde ein statisch unbest. System entstehen!) wird der Verband gemäß Skizze ausgebildet.



$P_S = \pm 2{,}48$ kp.

Schnittkräfte für $P_S = +2{,}48$ kp (s. Skizze)

$A = B = \frac{1}{2} \cdot 2{,}48 = 1{,}24$ kp

$O_1 = O_1' = 0 = O_4 = O_4'$

$O_2 = O_2' = -1{,}24 \cdot \frac{300}{110} = -3{,}38$ kp

$O_3 = -1{,}24 \cdot \frac{60}{0{,}80} = -9{,}30$ kp

$U_1 = U_2 = U_1' = U_2' = 1{,}24 \cdot \frac{150}{110} = +1{,}69$ kp

$U_3 = U_3' = 1{,}24 \cdot \frac{450}{110} = +5{,}07$ kp

$U_4 = U_4' = 1{,}24 \cdot \frac{450}{0{,}80} = +6{,}98$ "

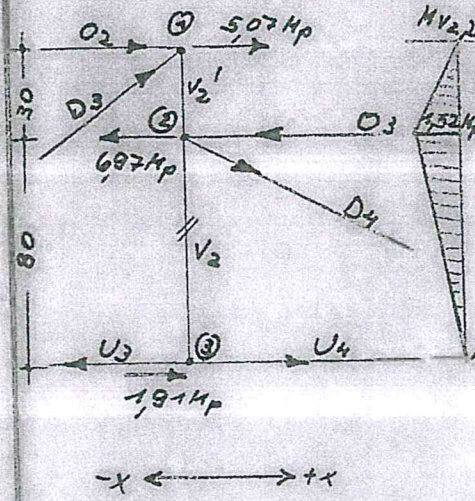
$l_{D_1 - D_3} = l_{D_1' - D_3'} = \sqrt{1{,}10^2 + 1{,}50^2} = 1{,}86$ m

$l_{D_4, D_4'} = \sqrt{0{,}80^2 + 1{,}50^2} = 1{,}70$ m

14,7

$D_1 - D_3 = D_1' - D_3' = 1{,}24 \cdot \frac{1{,}86}{1{,}10} = 2{,}10$ Mp

$D_4 = D_4' = 1{,}24 \cdot \frac{1{,}70}{0{,}80} = 2{,}64$ Mp



Gleichgewicht am. nebenstehende Skizze.

$D_{3H} = 2{,}10 \cdot \frac{1{,}50}{1{,}86} = 1{,}69$ Mp →

$D_{4H} = 2{,}64 \cdot \frac{1{,}50}{1{,}70} = 2{,}33$ " →

Knoten ①: $3{,}38 + 1{,}69 = 5{,}07$ Mp ←

" ②: $-9{,}30 + 2{,}33 = -6{,}97$ "

" ③: $-5{,}07 + 6{,}98 = 1{,}91$ " →

Kontrolle: $6{,}97 \cdot \frac{0{,}80}{1{,}10} = 5{,}07$ Mp $= P_①$

$6{,}97 \cdot \frac{0{,}30}{1{,}10} = 1{,}91$ " $= P_③$

$N_{V_2} = D_{3V} = D_{4V} = 2{,}10 \cdot \frac{1{,}10}{1{,}86} = 2{,}64 \cdot \frac{0{,}80}{1{,}70} = +1{,}24$ Mp

Moment für $V_{2,2'}$: $6{,}97 \cdot \frac{0{,}30 \cdot 0{,}80}{1{,}10} = 1{,}52$ Mpm

da die Riffelblech auf O_4 bzw. O_4' aufliegen erhalten die anderen Verbandstäbe keine Momente aus der Vertikalbelastung.

max $D_1 = 2{,}48 \cdot \frac{10{,}50}{12{,}0} \cdot \frac{1{,}86}{1{,}10} = \pm 3{,}67$ Mp

max $D_2 = 2{,}48 \cdot \frac{9{,}0}{12{,}0} \cdot \frac{1{,}86}{1{,}10} = \pm 3{,}15$ Mp

max $D_3 = 2{,}48 \cdot \frac{2{,}50}{12{,}0} \cdot \frac{1{,}86}{1{,}10} = \pm 2{,}62$ Mp

max $D_4 = \pm 2{,}64$ Mp

Moment im Nebenträger $O_{1,2,4}$ bzw. $O_{1,2',4'}$

$b \approx 0{,}60$ m

15

Eigenlast 40 · 0,60 = 24 kp/m
Nebenträger = 13 "
Eigenlast d. Verbände ≈ 10 "
g = 47 kp/m
Verkehrslast 150 · 0,60 = p = 90 "
q = 137 kp/m

$M_g = 47 \cdot \frac{5,52^2}{8} = 179$ kpm
$M_p = 90 \cdot " = 343$ "
$M_q = 522$ kpm

$M_{P\leftrightarrows} = 300 \cdot 5,52 \cdot \frac{1}{4} = 414$ kpm
$M_g = 179$ "
$M_{P+g} = 593$ kpm > 522

$\max N_{O_2} = \pm 2,48 \cdot \frac{90}{120} \cdot \frac{30}{110} = \pm 5,07$ kp

Profilwahl

Diagonalen:

$D_1 - D_3$: max S = −3,67 kp

Gewählt L 80/80/8

$\sigma = 2,39 \cdot \frac{3,67}{12,3} = 0,71$ kp/cm² < 0,873
(vgl. Anhang G)

D_4: max S = −2,62 kp

Gewählt L 70/70/7 F = 9,40 cm²
$i_v = 1,37$ cm

$\lambda = \frac{170}{1,37} = 124$ $\omega = 2,51$

$\sigma = 2,51 \cdot \frac{2,62}{9,40} = 0,70$ kp/cm² < 0,873

167

V-Stäbe:

V_1, V_1': Gewählt $\underline{L\ 60/60/6}$ (siehe Abb. 6) O.N.

$V_{2,2'}$ bzw. $V_{3'',2'''}$:

Gewählt $\underline{\underset{y}{\sqcap\!\sqcap}\ 22}$, $W_y = 245\ cm^3$

Die geringe Normalkraft bei $V_{2',2'''}$ wird vernachlässigt ($N = 1{,}24$ kp)

$$\sigma = \frac{152}{245} = 0{,}62\ kp/cm^2$$

Wegen des Anschlusses an O_3 wird der Stab in die Zeitfestigkeitslinie $\overline{V}$ eingestuft ($k = -1{,}0$)

Zul $\sigma = 0{,}764\ kp/cm^2$

Gurtstäbe.

$O_{1,2,4} = O_{1',2',4'}$: $S = -5{,}07$ kp

$M_x' = 5{,}93$ kpcm.

S wird ungünstig auf ganzer Länge als konstant angenommen.

Gewählt $\underline{I\ PE\ 140}$, $F = 16{,}4\ cm^2$

$i_x = 5{,}74$ cm, $i_y = 1{,}65$ cm, $W_x = 77{,}3\ cm^3$

Spannungsnachweis +)

$$\sigma = \frac{507}{16{,}4} + \frac{94{,}8}{77{,}3} = 0{,}305 + 1{,}226 = 1{,}535\ kp/cm^2$$

(σ_c / σ_{bc})

Stabilitätsnachweis:

$$\lambda_x = \frac{552}{5{,}74} = 96 \qquad \sigma_{K,i} = 2{,}249\ kp/cm^2$$

$$M_o = 0{,}25 \cdot 0{,}96 = 0{,}24$$

+) Moment aus Normalkrafteinleitung

$M_x = 5{,}07 \cdot \frac{14}{2} = 35{,}5$ kpcm

$\Sigma M_x = 59{,}3 + 35{,}5 = 94{,}8$ "

17 1

$$f = 1 + \frac{1}{\frac{2249}{133 \cdot 0{,}309} - 1} = 1 + \frac{1}{4{,}47} = 1{,}22$$

$0{,}309 + (0{,}309 \cdot 0{,}24 + 1{,}226) \cdot 1{,}22 = 1{,}495$ kp/cm²

Wird die abgemindete Knicklänge eingesetzt

($\alpha_{1,04} = 0$: $sk_x = 552 \cdot \sqrt{\frac{1}{3{,}18}} = 309$ cm)

ergibt sich: $\lambda_x = \frac{309}{5{,}74} = 54$ $\sigma_{Ki} = 7{,}108$ kp/cm²

$$f = 1 + \frac{1273}{\frac{7{,}108}{0{,}411} - 1} = 1{,}08$$

$0{,}309 + (0{,}305 \cdot 0{,}24 + 1{,}226) \cdot 1{,}08 = 1{,}313$ kp/cm²

$< 1{,}8$

$\lambda_y = \frac{300}{1{,}65} = 182$ $\omega = 5{,}11$

$\sigma = 5{,}11 \cdot \frac{507}{16{,}4} = 1{,}58$ kp/cm² $< 1{,}60$

max Auflagerkraft für die Gurtteile: $\underline{D_z} = 0{,}047 \cdot \frac{552}{2} + 93 \approx \underline{0{,}50}$ kp

O_3: $S = -9{,}30$ kp

$sk_x = sk_y = 3{,}00$ m

Gewählt $\underline{I\ PE\ 180}$, $F = 23{,}9$ cm²

$i_x = 7{,}42$ cm $\quad i_y = 2{,}05$ cm

$\lambda_y = \frac{300}{2{,}05} = 146$ $\quad \omega = 3{,}30$

$\sigma = 3{,}30 \cdot \frac{930}{239} = 1{,}28$ kp/cm² $< 1{,}6$

Beim Anschluß dieses Stabes an $V_{2,2}'$ ($\Gamma 22$) ergibt sich ein Versatzmoment. Wegen der geringen Schlankheit $\lambda_x = \frac{300}{7{,}42} = 40$ erübrigt sich ein Nachweis.

18?

Endbegrenzer (Prellbock)

max Aufprallkraft 12,0 kp.
Abstand Mitte Puffer - OF Schiene
h_p = 650 mm, Höhe der Schiene (KS 75)
= 85 mm = h_s
Abstand OF Kranbahnträger - Mitte
Puffer = $h_p + h_s$ = 650 + 85 = 735 mm = h.
Nach dem Katalog M7301 PWV des
MLK darf h, für die getypten
Endbegrenzer, nicht größer als 600 mm sein.
Infolgedessen wird der Endbegrenzer
Typ B des HKE 109 (BMK K u. E)
verwendet (siehe die Darstellung bei
den zeichnerischen Unterlagen). Dieser
Endbegrenzer ist für eine Aufprallkraft
$P_A \leq$ 25,0 kp ausgelegt wofür auch
die Angaben der Schraubenfestigkeit
gelten.
max Z = 12,1 kp
Verwendet werden Schrauben M24 – 10.9 – TGL 12517 / 1
HVO (TGL 13503) bzw. HR (MLK C1 bzw. C3)
da das Aufprallen als Sonderlastfall
gilt: Sicherungsgruppe C, GL S.
A_s = 3,52 cm², zul σ_z = 5000 kp/cm²
zul Z = 3,52 · 5,0 = 17,6 kp > 12,1.

19

Verbindungen des Krankohnträgers

(Längsverbindungen)

Druckkraft max P_A = 12,8 kp (GL 5)
Zugkraft max P_B = 3,15 (GL H)
Je Verbindung gewählt
4 M 12 - TGL 0-931 bzw 0-933 -
10.9. - HVH (TGL 13502) bzw.
HD (MLK C1 bzw. C3)
P_V = 5,2 kp
M_A = 1,1 . 0,163 +) . 0,012 . 5200 . 0,5
= 11,19 . 0,5 = 5,60 kpm

+) entnommen aus der Tabelle 11 des
MLK - S 1203 (C3)

P_A: zul σ_z = 5000 kp/cm²
A_S = 0,843 cm²
zul P = 4 . 0,843 . 5,0 = 16,86 kp > 12,8

P_B: zul σ_z = $\frac{1}{2}$. 4000 = 2000 kp/cm²
zul P = 4 . 0,843 . 2,0 = 6,74 kp > 3,15

Die Längskräfte werden an die Festpunktstützen in den Reihen 5 u. 13 abgegeben. Die konstruktive Ausbildung ist den Zeichnerischen Unterlagen zu entnehmen.

20

Horizontalabstützung

max H = 10,75 kp (s. Hilfsgröße G_{YA})

$s_k \approx 90$ cm

Gewählt [16 (St 52)

$F = 24,0$ cm², $W_y = 183$ cm³

$i_y = 1,89$ cm $e = 1,84$ cm

Auflagesteifigkeit der Kabelträgerstirnbleche ($t = 20$ mm) kommt hinzu. somit

$a = 1,84 + \frac{2,0}{2} = 2,84$ cm

$M_y = 2,84 \cdot 10,75 = 30,53$ kpcm

$\sigma_c = \frac{10,75}{24,0} = 0,448$ kp/cm²

$\sigma_{bc} = \frac{30,53}{18,3} = 1,668$ "

$\lambda_y = \frac{90}{1,89} = 48 \rightarrow \sigma_{ki} = 8,996$ kp/cm²

$\mu_0 = 0,25 \cdot 0,448 = 0,12$

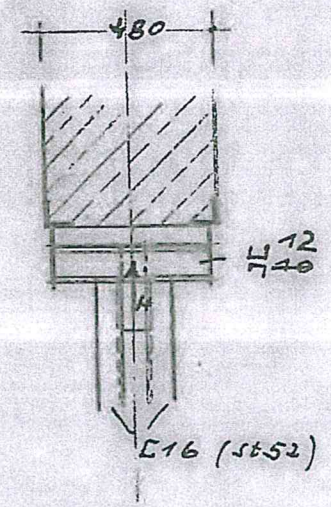
$$f = 1 + \frac{1,273}{\frac{8,996}{1,5 \cdot 0,448} - 1} = 1,103$$

$$0,448 + (0,448 \cdot 0,12 + 1,668) \cdot 1,103$$
$$= 2,343 \text{ kp/cm}^2 < 2,40$$

Anmerkung: Aus technologischen Gründen kann an den Stahlbetonstützen bei mittiger Einbauteil zur Aufnahme des Leitungszuges angeordnet werden. Statt dessen

→ S. 22a

Kommen Eckwinkel zur Anwendung in die der Leitungsstoß eingeleitet wird.



Grundriß

Als Trasse konstruktiv gewählt $\frac{\sqcup 12}{\sqcap 10}$, $W_x = 2 \cdot 41{,}2 = 82{,}4\ cm^3$

$l \approx 48\ cm$

$\max M_x = 10{,}25 \cdot \frac{48}{4} = 129\ Mpcm$

$\sigma = \frac{129}{82{,}4} = 1{,}566\ kp/cm^2 < 1{,}6$

$F_{St52} = 2 \cdot 96 \cdot 6{,}4 = 7{,}68\ cm^2$

$\tau = \frac{10{,}25}{2} \cdot \frac{1}{7{,}68} = 0{,}70\ kp/cm^2$

$\left(\frac{1{,}566}{1{,}800}\right)^2 + \left(\frac{0{,}70}{1{,}04a}\right)^2 = 1{,}21 > 1$

→ da die Vergleichsspannung zu groß ist, gewählt

$\underline{\underline{\sqcup 12}}$, ohne Nachweis.

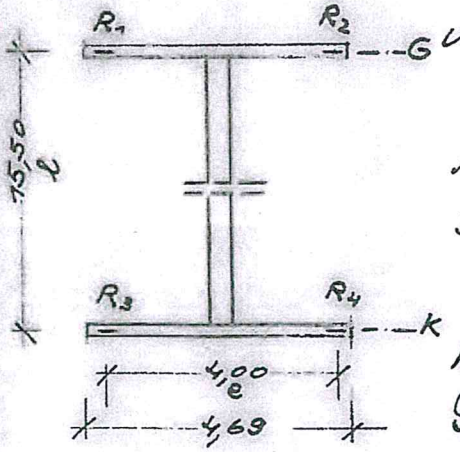
→ S. 23

12

Pos. 2.2: 8 Mp - Kran (+ 11,53 m)

(Achse G u. K, Reihe 1-17)

Technologische Daten:



vor Ort gemessen

a = 2450 mm

Kranmasse	G	= 8,15 Mp
Spannweite	l	= 15,5 m
Radstand	e	= 4,0 " ⇒ 4,45 m
Hubgeschwindigkeit	v_H	= 8 m/min
Fahr "	v_F	= 31,5 m/min (Früchte)
		25 " (Koks)

je Seite 1 Rad gebremst, Wälzlager

Betriebsfaktor $\varepsilon = 1,0$

Impulshöhe P_A = 10,9 Mp (Früchte) 1)

Abstand Seite Puffer - O.K Schiene h_p = 160 mm

Lastspielgruppe B

1) je Puffer $\frac{10,9}{2} = 5,45$ Mp

Radlasten:

Am Totlasten:

$R_{1g} = 2,93$ Mp
$R_{2g} = 2,04$ "
$\sum_1^2 R_g = 4,97$ Mp

$R_{3g} = R_{4g} = \frac{1}{2}(8,15 - 4,97) = 1,59$ Mp

Hublast:

$R_{1p} = 3,97$ Mp
$R_{2p} = 3,59$ "
$\sum_1^2 R_p = 7,56$ Mp

$R_{3p} = R_{4p} = \frac{1}{2}(8,00 - 7,56) = 0,22$ Mp

209 5-27-75 6/1

22

Massenkraft:

$\Psi = (0{,}05 + 0{,}0125 \cdot 8) \cdot 1{,}0 = 0{,}15$

$R_{1m} = 0{,}15 \cdot 3{,}97 = 0{,}60$ dyn

$R_{2m} = 0{,}15 \cdot 3{,}59 = 0{,}54$ "

$R_{3m} = R_{4m} = 0{,}15 \cdot 0{,}22 = 0{,}03$ "

Fahrstoß:

$\Psi = 0{,}03 + 0{,}001 \cdot 31{,}5 = 0{,}062$

$R_{1f} = 0{,}062 \cdot 2{,}93 = 0{,}18$ dyn

$R_{2f} = 0{,}062 \cdot 2{,}04 = 0{,}13$ "

$R_{3f} = R_{4f} = 0{,}062 \cdot 1{,}59 = 0{,}10$ "

Bremsen:

$R_{1b} = 0{,}12 \cdot (2{,}93 + 3{,}97) = 0{,}83$ dyn

$R_{2b} = 0{,}007 \cdot (2{,}04 + 3{,}59) = 0{,}04$ "

$0{,}87$ dyn (G)

$R_{3b} + R_{4b} = (0{,}12 + 0{,}007)(1{,}59 + 0{,}22) = 0{,}33$ dyn (K)

Seitenstoß:

$\frac{l}{e} = \frac{1550}{4{,}0} = \frac{388}{1{,}690}$

$R_{S1} = 0{,}1 \cdot (2{,}93 + 3{,}97) = 0{,}69$ dyn

$R_{S3} = 0{,}1 \cdot (1{,}55 + 0{,}22) = 0{,}18$ "

Profilwahl

Im Katalog M 7302 PWV des MLK (Kranbahnträger aus Stahl) sind für SL = 12000 mm beim Profil VI als einfache Belastung angegeben: 2 Krane, Tragkraft je 5,0 dyn.

Vorhanden ist beim vorliegenden Projekt

jedoch nur 1 Kran mit Tragkraft 8,0 Mp
Soll das Profil VI die Anwendung
kommen muß, auf Forderung der
Stahl, Kall. Gmbt, v. 18. 1. 77, ein
Schnittkraftvergleich erfolgen. Der Vergleich
beschränkt sich auf den Lastfall H
vertikal.

50-Mp-Kran (TGL 20-360 101
bzw. Katalog)
Typ C, günstig für 24,0 m Spannweite.

Eigenlast:
$R_{g_1} = 3,42$ Mp
$R_{g_2} = 1,71$ "
$\sum R_g = 5,13$ "

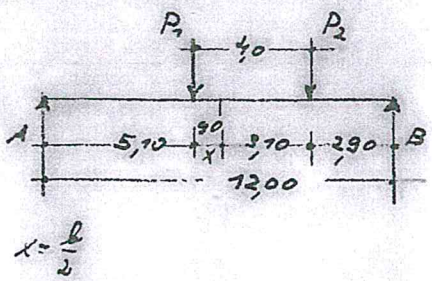
$R_{3g} = R_{4g} = \frac{1}{2}(9,00 - 5,13) \approx 1,94$ Mp

Hilfslast:
$R_{1p} = 2,25$ Mp
$R_{2p} = 2,55$ "
$\sum R_p = 4,80$ Mp

$R_{3p} = R_{4p} = \frac{1}{2} \cdot (5,00 - 4,80) = 0,10$ "

Massenkraft:
$R_{1m} = 0,15 \cdot 2,25 = 0,34$ Mp
$R_{2m} = 0,15 \cdot 2,55 = 0,38$ "
$R_{3m} = R_{4m} = 0,15 \cdot 0,10 = 0,02$ "

42



$x = \frac{l}{2}$

1 x 8 Mp - Kran

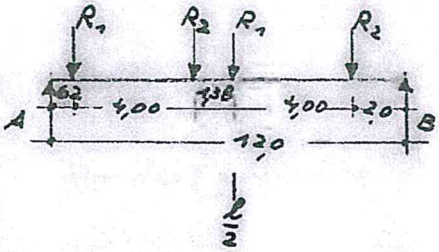
$R_1 = 2{,}93 + 3{,}97 + 0{,}60 = 7{,}50$ Mp
$R_2 = 2{,}04 + 3{,}59 + 0{,}54 = 6{,}17$ " } 13,67 Mp

$b = \frac{6{,}17 \cdot 4{,}0}{13{,}67} = 1{,}87$ m

$\max M_x = \frac{13{,}67}{4} \cdot \frac{(12{,}0 - 1{,}87)^2}{12{,}0} = 29{,}57$ Mpm

2 x 5 Mp - Kran

$R_1 = 3{,}42 + 2{,}25 + 0{,}34 = 6{,}01$ Mp
$R_2 = 1{,}71 + 2{,}55 + 0{,}38 = 4{,}64$ "

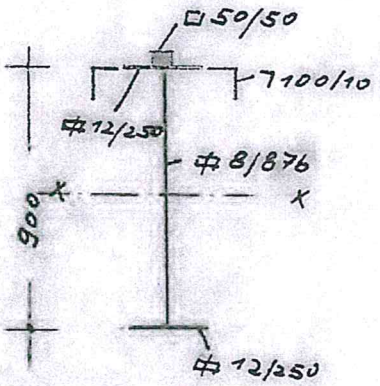


Länge über Puffer $e_5 = 4{,}59$ m

$B = \frac{1}{12{,}0}\left[6{,}01\,(\overset{6{,}62}{0{,}62} + 6{,}0) + 4{,}64\,(\overset{14{,}62}{4{,}62} + 10{,}0)\right]$
$= \frac{1}{12{,}0}\left[39{,}79 + 67{,}84\right] = 8{,}97$ Mp

$\max M_{x(\frac{l}{2})} = 8{,}97 \cdot 6{,}0 - 4{,}64 \cdot 4{,}0$
$= 53{,}82 - 18{,}56 = 35{,}26$ Mpm > 29,57

damit ist die Wahl des Profils VI gerechtfertigt.

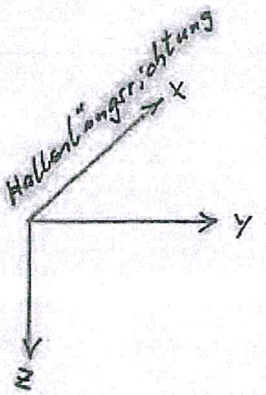


gewählt Profil VI

Schiene	□ 50/50 (St 60)	=	25 cm²
Obergurt	# 12/250	=	30 "
	⌐ 100/10	≈	39 "
Steg	# 8/876	=	70 "
Untergurt	# 12/250	=	30 "
		$\sum F$ =	194 cm²

$g = 194 \cdot 0{,}785 = 151$ kp/m

Mit Berücksichtigung des Leitstegs wird $g \approx 170$ kp/m



Koordinatensystem für die Angabe der Auflagerkräfte.

Auflagerkräfte

$R_{12} = 2{,}93 + 3{,}97 + 0{,}60 + 0{,}18 = 7{,}68$ Mp

$R_{22} = 2{,}04 + 3{,}59 + 0{,}54 + 0{,}13 = 6{,}30$ "

zugehörig

$R_{32} = R_{42} = 1{,}59 + 0{,}22 + 0{,}03 + 0{,}10 = 1{,}64$ Mp

$g_2 = 0{,}17$ Mp/m

$R_{1,2x} = 0{,}87$ Mp

$R_{3,4x} = 0{,}23$ "

$R_{1y} = 0{,}69$ Mp

$R_{3y} = 0{,}18$ "

$G_2 = 0{,}17 \cdot 6{,}0 + 7{,}68 + 6{,}30 \cdot \frac{8{,}0}{12{,}0}$

$= 1{,}02 + 7{,}68 + 4{,}20 = \underline{12{,}90}$ Mp

Bei Belastung durch zwei Kranbahnen (Mittelstützen) $G_2 = 12{,}90 + 1{,}02 \approx \underline{14{,}0}$ Mp

zugehörig $K_2 = 1{,}02 + 1{,}94\,(1 + 0{,}67)$

$= 1{,}02 + 3{,}24 = \underline{4{,}26}$ Mp

bzw. $K_2 = 4{,}26 + 1{,}02 = \underline{5{,}28}$ Mp

$G_y = 0{,}69$ Mp

zugehörig $K_y = 0{,}18$ "

Nach TGL 21-386001, Bl. 1, Pkt 4 ist als max Seitenkraft anzunehmen:

$G_{y\Delta} = 0{,}69 + 7{,}68 \cdot 0{,}3 = 0{,}69 + 2{,}30 \approx \underline{3{,}00}$ Mp

$G_x = 0{,}69$ Mp

$K_x = 0{,}18$ "

202 5-27-75 60

6?

die Auflagerhölzer der Achen können auch miteinander verbunden werden. Horizontalabstützungen (Leitenstoß) gemäß Katalog des MLK.

<u>Laufsteg an Achse K</u>

Breite ca. 1,20 m. Um die Kranbahnträgerseite erfolgt die Auflagerung des 5 mm Riffelblechs in der Art, daß im statischen Sinne kein Verbundquerschnitt entsteht (s. Konstruktionszeichnung)

<u>Nebenträger</u> an der Auflagerwand (Achse K)

Belastung:

5 mm Riffelblech $40 \cdot \frac{1,20}{2} = 24$ kp/m

Nebenträger ≈ 20

$q = 44$ kp/m

Radlast laut Prospekt: Wandende

Einzellast $\overleftrightarrow{P} = 300$ kp oder Flächenlast $p = 150$ kp/m²

$q = 44 + 150 \cdot 0,6 = 134$ kp/m (Stützenbreite)

Stützweite $l = 6,00 - 0,48 = 5,52$ m

$M_{xq} = 0,134 \cdot \frac{5,52^2}{8} = 0,51$ mpm

Mit Einzellast:

$M_{xp} = 0,044 \cdot \frac{5,52^2}{8} + 0,3 \cdot \frac{5,52}{4}$

$= 0,167 + 0,414 = 0,581$ mpm $> M_{xq}$

Gewählt <u>IPE 140</u>, $W_x = 77,3$ cm³

$\sigma = \frac{581}{773} = 0,752$ kp/cm². Ohne Kippnachweis, da das Riffelblech mit dem Träger verbunden wird.

$f \approx \frac{0,752 \cdot 5,52^2}{14} = 1,64$ cm $= \frac{l}{336}$

$\max K_z = \frac{0,044 \cdot 552}{2} + 0,300$

$= 0,121 + 0,300 = 0,421 \approx \underline{0,50}$ dyn

57

Leitstag an Achse G

Reihe 1 - 13:
die Auflagerung des Ziffelblockes am Kranbahnträger erfolgt wie an Achse K. Die Auflagerung in Richtung Achse D erfolgt auf dem Nebenträger des 32/8 Dg.-Kranes.
s. Pos. 3.1.

Reihe 13 - 17:
die konstruktive Ausbildung ist wie an Achse K, jedoch hat der erforderliche Nebenträger eine Stützweite von $l = 11{,}53$ m
Wegen der Querneigung gewählt IPE 240 ohne Nachweis, vgl. Pos. 3.1,
Leitstag Achse G
Belastung des Einzelrades
$P_z \approx 1{,}0$ Mp.

Ziffelblockabdeckung

Gewählte Blechdicke $t = 5$ mm
Stützweite $l \approx 1{,}10$ m
Belastung: (pro m Breite)

Eigengewicht	g	$= 40$ kp/m
Nutzlast	p	$= 150$ "
	q	$= 190$ kp/m

p2

$$M_x = 190 \cdot \frac{1,10^2}{8} = 28,73 \text{ kpm}$$

$$W_x = 100 \cdot \frac{0,5^2}{6} = 4,17 \text{ cm}^3$$

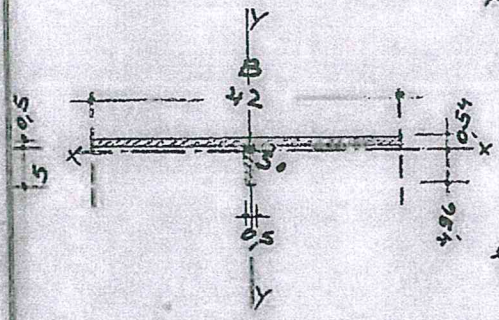
$$J_x = 100 \cdot \frac{0,5^3}{12} = 1,04 \text{ cm}^4$$

$$\sigma = \frac{2873}{4,17} = 688 \text{ kp/cm}^2 < 1400$$

$$\delta = \frac{5 \cdot 1,90 \cdot 1,10^4 \cdot 10^8}{384 \cdot 1,04 \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 1,66 \text{ cm} = \frac{l}{66}$$

Da die Durchbiegung zu groß ist werden im Abstand von a = 50 cm Rippen # 5.50 angeschweißt.

Mitwirkende Breite und Schwerlage



$$B = 0,383 \cdot 110 = 42 \text{ cm}$$

$$F = 0,5 \cdot 42 + 0,5 \cdot 5 = 21 + 2,5 = 23,5 \text{ cm}^2$$

$$e_y = \frac{1}{23,5}(21 \cdot 0,25 + 2,5 \cdot 3) = \frac{1}{23,5}(5,25 + 7,5)$$
$$= 0,54 \text{ cm}$$

$$J_x = 21 \cdot 0,29^2 + 0,5 \cdot \frac{5^3}{12} + 2,5 \cdot 2,46^2 = 22,10 \text{ cm}^4$$

$$W_{xu} = \frac{22,10}{4,96} = 4,46 \text{ cm}^3$$

$$\sigma_u = \frac{2873}{4,46} = 644 \text{ kp/cm}^2$$

$$\delta = \frac{5 \cdot 1,90 \cdot 1,10^4 \cdot 10^8}{384 \cdot 22,10 \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 7,8046 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$$
$$= 0,078 \text{ cm} = \frac{l}{1410}$$

Damit ist die ausreichende Dimensionierung bewiesen.

Bei der wandernden Einzellast ist die mitwirkende Breite etwas geringer, jedoch ist ersichtlich, daß das verbaute Riffelblech auch hierfür eine hinreichende Steifigkeit besitzt.