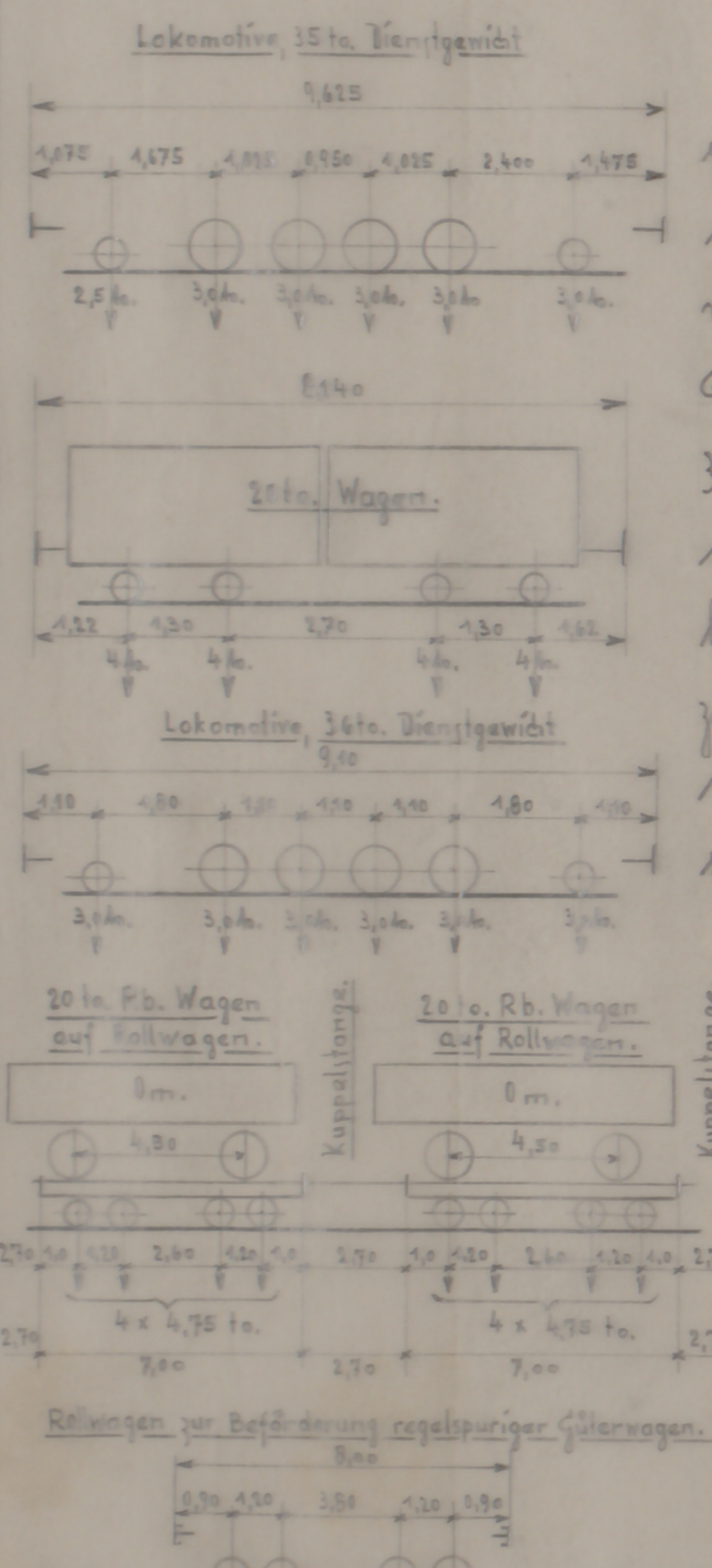
Statische Nachrechnung

zu

dem eisernen Überbau der Brücke über den Lauterbach, in km. 2,1+68 der Strecke Niederpleis–Oberpleis.


Lokomotive, 35 to. Dienstgewicht
9,625
1,075 1,675 1,015 0,950 1,025 2,400 1,475
2,5 to. 3,0 to. 3,0 to. 3,0 to. 3,0 to. 3,0 to.
8,140
20 to. Wagen.
1,22 1,30 2,70 1,30 1,62
4 to. 4 to. 4 to. 4 to.
Lokomotive, 36 to. Dienstgewicht
9,10
1,10 1,80 1,10 1,10 1,10 1,80 1,10
3,0 to. 3,0 to. 3,0 to. 3,0 to. 3,0 to. 3,0 to.
20 to. Rb. Wagen auf Rollwagen.
Kuppelstange.
20 to. Rb. Wagen auf Rollwagen.
Kuppelstange.
0 m.
4,30
4,50
2,70 1,0 1,20 2,60 1,20 1,0 2,70 1,0 1,20 2,60 1,20 1,0 2,70
4 x 4,75 to.
4 x 4,75 to.
7,00 2,70 7,00
Rollwagen zur Beförderung regelspuriger Güterwagen.
8,00
0,90 1,20 3,80 1,20 0,90
5 to. 5 to. 5 to. 5 to.

Die Berechnung erfolgt unter Zugrundelegung der „Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE) vom 1. Februar 1934".

Die Schwellen ruhen unmittelbar auf 3 Längsträgern. Als Verkehrslast kommt eine Lokomotive von 35 u. 36 to. Dienstgewicht, bezw. ein 20 to. Güterwagen, sowie Rollwagen zur Beförderung regelspuriger Güterwagen mit 4,75 u. 5,0 to. Achsdruck gemäß nebenstehenden Skizzen infrage.

1) Schwellenträger (Stützweite 2,25 m).

Die Schwellen werden von 3 Längsträgern nach umstehender Skizze getragen.

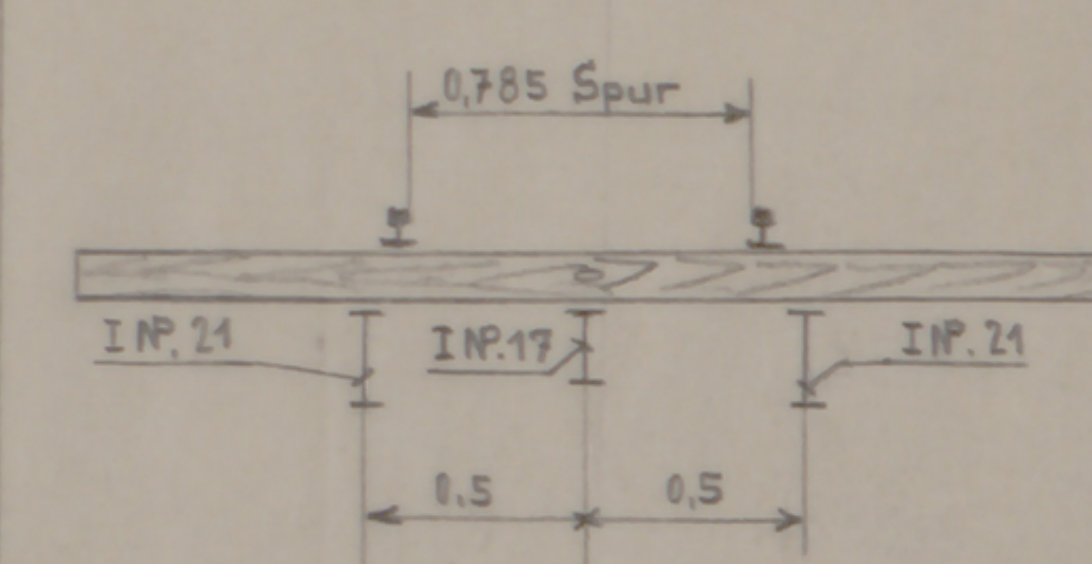
a) Ruhende Last:

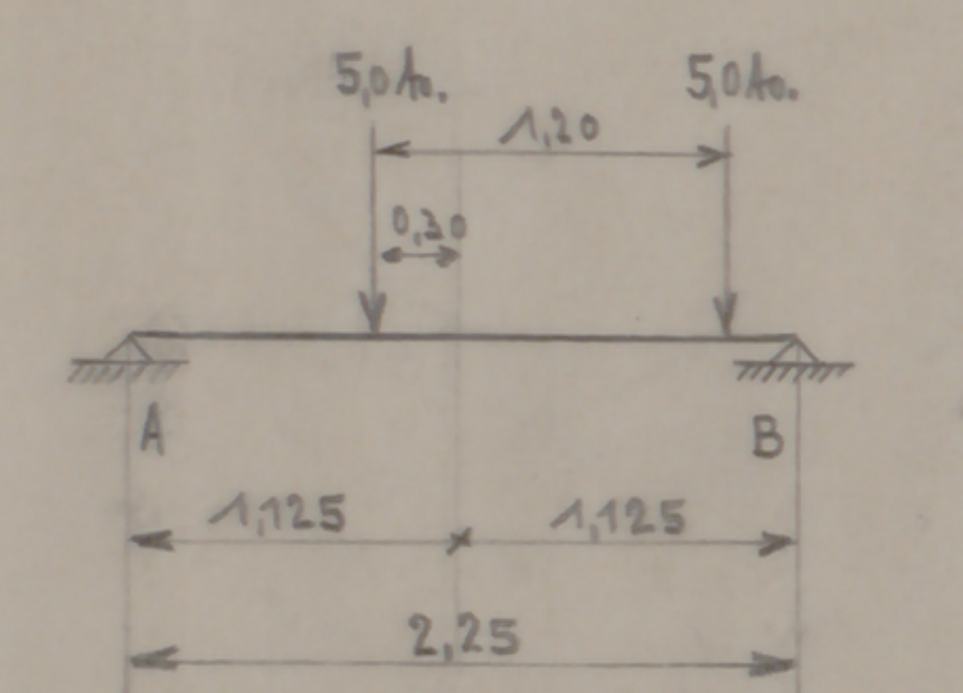
Schienen u. Kleineisenzeug: $2,25\cdot24$ – – $= 54$ kg

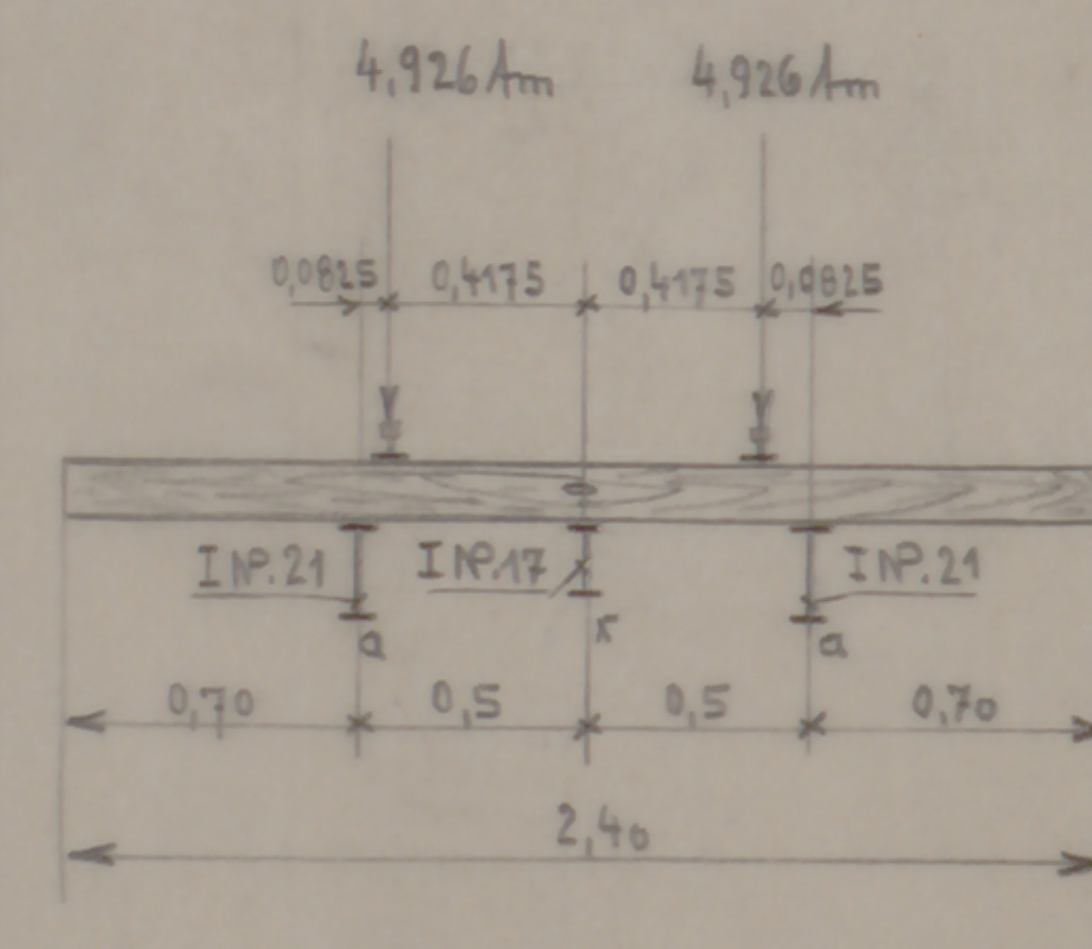
Schwellen: $\frac{4}{2}\cdot2,4\cdot0,15\cdot0,15\cdot900$ — — — $= 97$ "

Bohlenbelag: $\frac{2,1}{2}\cdot0,04\cdot2,25\cdot900$ — — — $= 85$ "

ruhende Last: — — $g = 236$ kg


2,250 Spur
I NP. 21
I NP. 17
I NP. 21
0,5
0,5


5,0 to.
1,20
5,0 to.
A
B
1,125
1,125
2,25


4,926 tm
4,926 tm
0,0825 0,4175 0,4175 0,0825
I NP. 21
I NP. 17
I NP. 21
0,70 0,5 0,5 0,70
2,40

Für die $\frac{3}{2}$ Schwellenträger beträgt die ruhende Last somit: $g = \sim 240$ kg.

b) Verkehrslast:

Das größte Moment aus Verkehrslast entsteht, wenn ein Rollwagen den Längsträger wie nebenstehend dargestellt belastet

$$M_p = \frac{2\cdot P}{l}\left(\frac{l}{2}-\frac{a}{4}\right)^2$$

$$M_p = \frac{2\cdot5,0}{2,25}\left(\frac{2,25}{2}-\frac{1,20}{4}\right)^2 = \frac{10,0}{2,25}\cdot0,68 = \underline{3,022\ tm}$$

Die Stoßzahl beträgt nach den Berechnungsgrundlagen Tafel 3: $\varphi = 1,63$. Das Maximalmoment aus der Verkehrslast ist somit:

$$M_{p\,max} = 3,022\cdot1,63 = \underline{4,926\ tm.}$$

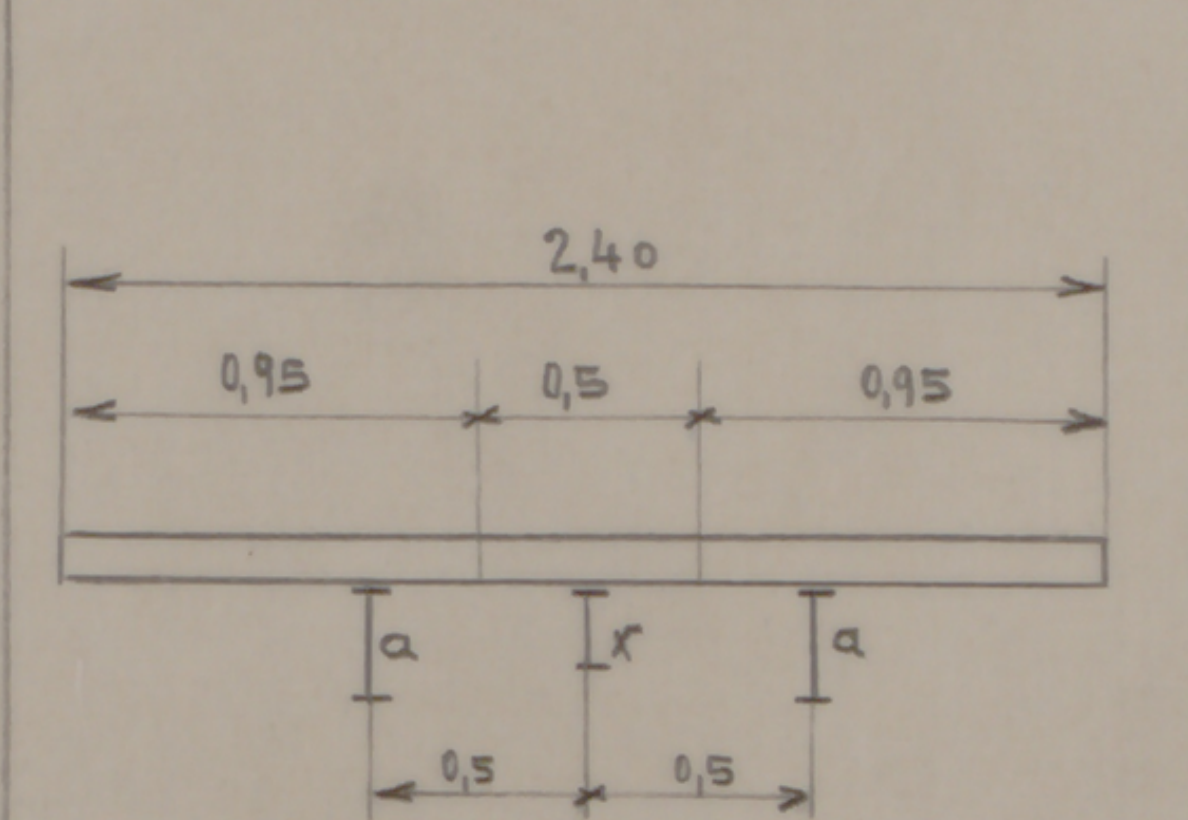
Nach § 46 der Berechnungsgrundlagen sind die Radlasten nach dem Hebelgesetz auf die Schwellenträger zu verteilen. Das auf die äußeren Schwellenträger entfallende Moment ist demnach:

$$M_{pa}\cdot0,5 = 4,926\cdot0,4175;\quad M_{pa} = \frac{4,926\cdot0,4175}{0,5} = \underline{4,113\ tm}$$

$$M_{px}\cdot0,5 = 4,926\cdot0,0825;\quad M_{px} = \left(\frac{4,926\cdot0,0825}{0,5}\right)2 = \underline{1,626\ tm}$$

Die aus der ruhenden Last auf die äußeren Schwellenträger entfallende Belastung ist nach umstehender Skizze:

$$g_a = \frac{240}{1,2\cdot2,25}\cdot0,95\cdot2,25 = \underline{190\ kg.}$$


2,40
0,95 0,5 0,95
a x a
0,5 1,0

Das Eigengewicht des I NP. 21 beträgt: $2,25\cdot28,6 = \sim 64$ kg. Die ruhende Belastung für die äußeren Träger ist somit:

$$g_a = 190+64 = \underline{254\ kg.}$$

Auf den mittleren Schwellenträger entfällt eine ruhende Last von:

$$g_x = \frac{240}{1,20\cdot2,25}\cdot0,5\cdot2,25 = \underline{100\ kg.}$$

Das Eigengewicht des I NP. 17 beträgt: $2,25\cdot19,8 = \sim 45$ kg. Die ruhende Belastung beträgt somit:

$$g_x = 100+45 = \underline{145\ kg.}$$

Das Moment hieraus ergibt sich zu:

$$M_{gx} = \frac{Q\cdot l}{8} = \frac{0,145\cdot2,25}{8} = \underline{0,041\ tm}$$

Das Gesamtmoment ist demnach:

$$M_{x\,max} = M_{px}+M_{gx} = 1,626+0,041 = \underline{1,667\ tm}$$

Der mittlere Schwellenträger I NP. 17 hat ein Widerstandsmoment von: $W_x = 137\ cm^3$

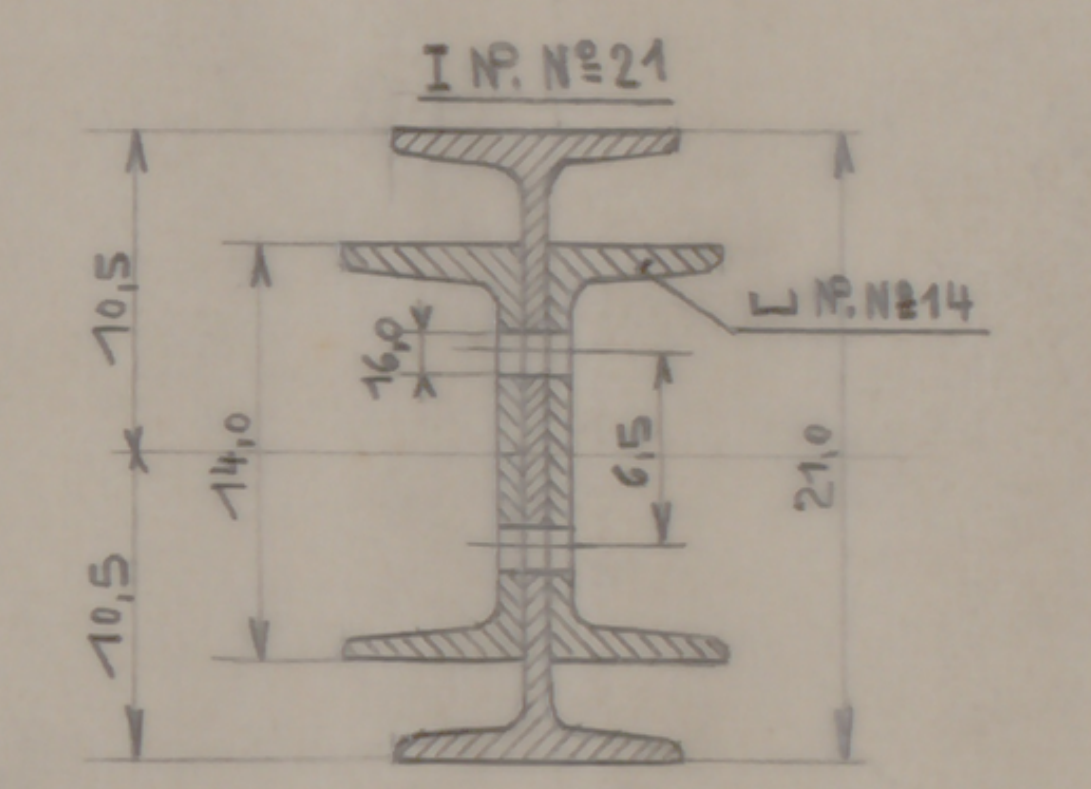
Die tatsächliche Beanspruchung desselben beträgt somit:

$$\sigma = \frac{M}{W_x};\quad \sigma = \frac{166700}{137} = \underline{\underline{1217\ kg/cm^2}}$$

Auf jeden äußeren Schwellenträger entfällt eine ruhende Belastung von: $g_a = 254$ kg.

Das Moment hieraus beträgt:

$$M_{ga} = \frac{Q\cdot l}{8} = \frac{0,254\cdot2,25}{8} = \underline{0,072\ tm}$$


I NP. 21
⊔ NP. N 14
10,5
10,5
21,0

Das Gesamtmoment ist demnach:

$$M_{a\,max} = M_{pa}+M_{ga} = 4,113+0,072 = \underline{4,185\ tm}$$

Der äußere Schwellenträger I NP. 21 hat ein Widerstandsmoment von: $W_x = 244\ cm^3$

Die tatsächliche Beanspruchung desselben beträgt:

$$\sigma = \frac{M}{W_x};\quad \sigma = \frac{418500}{244} = \underline{\underline{1715\ kg/cm^2}}$$

Da die zulässige Beanspruchung überschritten wird, werden die äußeren Schwellenträger nach nebenstehender Skizze verstärkt. Die beiden ⊔ NP 14 haben ein Trägheitsmoment von: $J = 2\cdot605 = 1210\ cm^4$.

Das Trägheitsmoment des I NP. 21 betr.: $J = 2558\ cm^4$

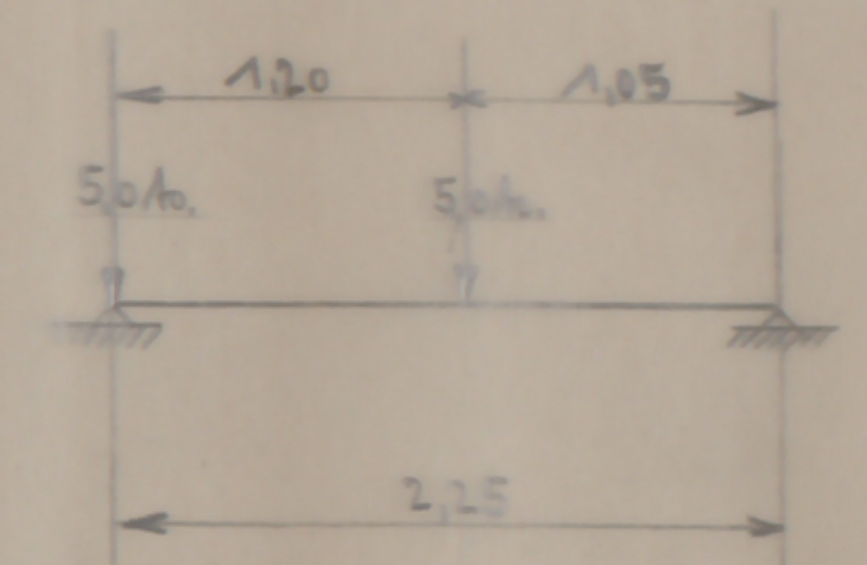
$$W = \frac{2558+1210}{10,5} = \underline{359\ cm^3}$$

Unter Berücksichtigung der Nietschwächung ergibt sich für den verstärkten Querschnitt ein Widerstandsmoment von:

$$W = 359-\frac{1}{10,5}\left(1,6\cdot2,18\cdot3,25^2\right)\cdot2 = \underline{352\ cm^3}$$

Die tatsächliche Beanspruchung der äußeren verstärkten Schwellenträger beträgt bei Berücksichtigung des Momentes der Verstärkungseisen:

$$\sigma = \frac{418500+\frac{0,032\cdot2,25^2}{8}}{352} = \underline{\underline{1195\ kg/cm^2}}$$


1,20
1,05
5,0 to.
5,0 to.
2,25

2) Anschluß der Schwellenträger an die Querträger.

Die größte Querkraft aus der Verkehrslast ist nach nebenstehender Skizze:

$$Q_p = 5,0+\frac{5,0\cdot1,05}{2,25} = 5,0+2,333 = \underline{7,333\ to.}$$

Hiervon entfallen auf jeden äußeren Schwellenträger nach Seite 2:

$$Q_{pa} = \frac{7,33\cdot0,4175}{0,5} = \underline{6,121\ to.}$$

Die Querkraft aus ruhender Last für die äußeren Träger ist: $Q_g = \frac{254}{2} = \underline{127\ kg.}$

$$Q_{max} = Q_{pa}\cdot\varphi+Q_g = 6,121\cdot1,63+2\cdot0,127 = \underline{10,231\ to.}$$

Der Anschluß der Schwellenträger an die Querträger erfolgt durch 3 zweischnittige bezw. 6 einschnittige Nieten von 15 mm ⌀.

Die Scherfläche ergibt sich zu:

$$F_s = 6\cdot0,8\frac{d^2\pi}{4} = 6\cdot0,8\frac{1,5^2\pi}{4} = 4,8\cdot1,767 = \underline{8,48\ cm^2}$$

Die auftretende Scherbeanspruchung beträgt:

$$\tau = \frac{Q_{max}}{F_s} = \frac{10231}{8,48} = \underline{\underline{1206\ kg/cm^2}};\quad \tau_{zul.} = 1400\ kg/cm^2$$

Der größte Lochleibungsdruck tritt bei den zweischnittigen Nieten auf. Die Leibungsfläche beträgt: $F_l = 3\cdot3\cdot1,5\cdot0,78 = 10,5\ cm^2$. Der tatsächlich auftretende Leibungsdruck beträgt:

$$\sigma_l = \frac{10231}{10,5} = \underline{\underline{974\ kg/cm^2}}$$