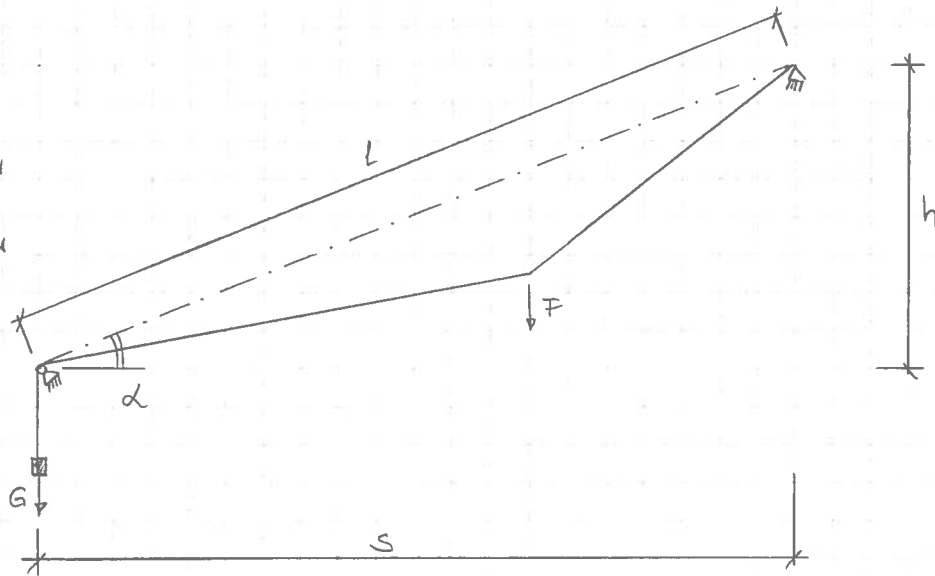


$s = 1000\text{m}$

$h = 400\text{m}$

$F = 200\text{ kN}$

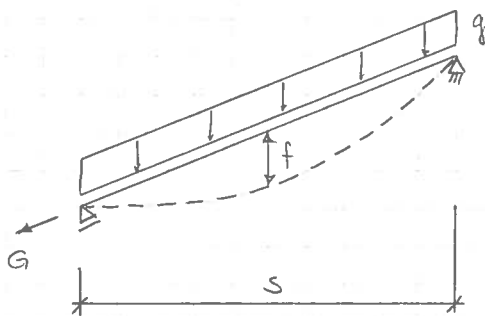
$G = 1100\text{ kN}$



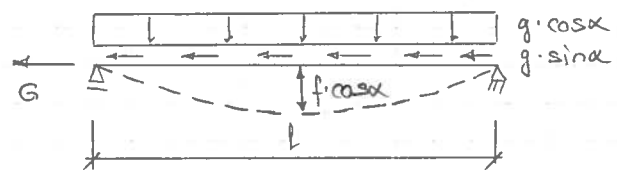
$$L = \sqrt{s^2 + h^2} = \sqrt{1000^2 + 400^2} = 1077\text{ m}$$

a) Abschätzung des maximalen Durchhanges

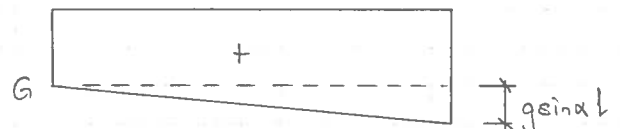
- Durchhang infolge Eigengewicht



⇒



Normalkraft:



Vereinfachung: Die gesamte mittlere Normalkraft wirkt konstant auf dem ganzen Seil.

$$T_m = G + \frac{q \cdot \sin \alpha \cdot l}{2}$$

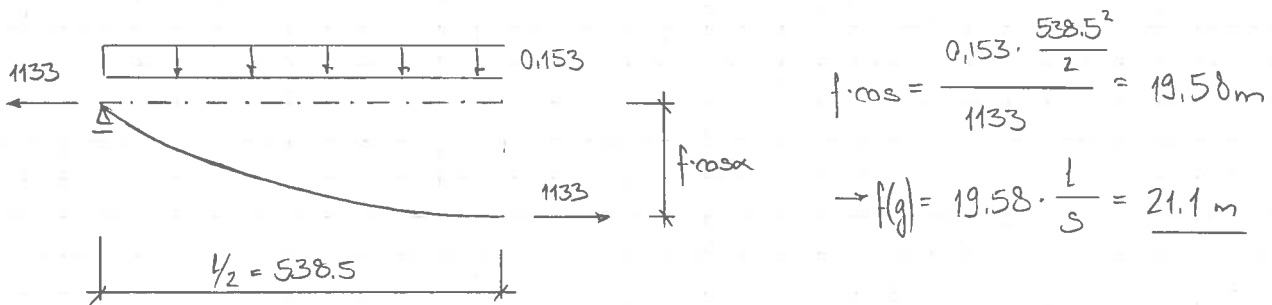
Baustatik III	Musterlösung	Page 2 / 5
Hausübung 10		LT/ 27.11.13

Eigengewicht des Seils: $g = A \cdot \rho_s = 2100 \text{ mm}^2 \cdot 78.5 \text{ kN/m}^3 = 0.165 \text{ kN/m}$

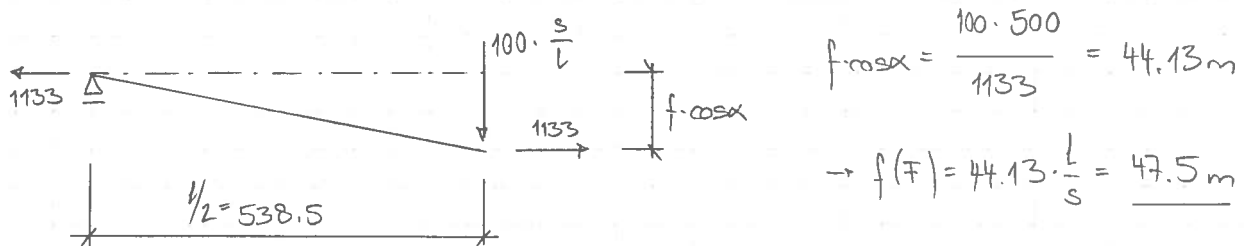
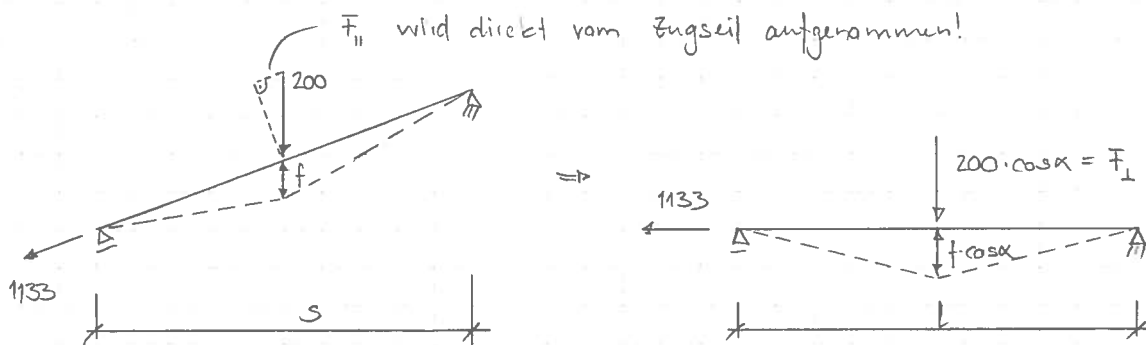
$$g_{\perp} = g \cdot \cos \alpha = g \cdot \frac{s}{L} = 0.153 \text{ kN/m}$$

$$g_{\parallel} = g \cdot \sin \alpha = g \cdot \frac{h}{L} = 0.061 \text{ kN/m}$$

Mittlere Zugkraft $T_m = G + \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot L}{2} = 1100 + 0.061 \cdot \frac{1077}{2} = 1133 \text{ kN}$



- Durchhang infolge Kabinenlast

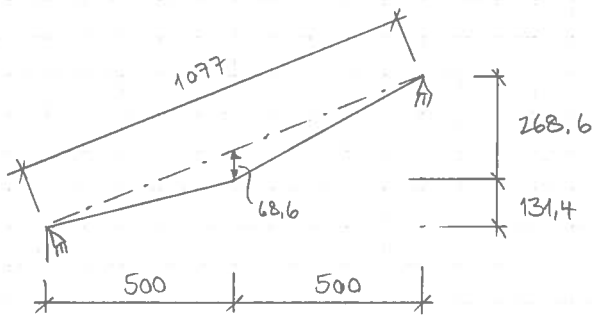


- totales Durchhang: $f_{\max} \approx f(g) + f(F) = \underline{68.6 \text{ m}}$

Baustatik III	Musterlösung	Page 3 / 5
Hausübung 10		LT/ 27.11.13

b) Verschiebung des Gegengewichts

- Verschiebung δ infolge voll besetzter Kabine und Eigenlast:
Verlauf näherungsweise linear



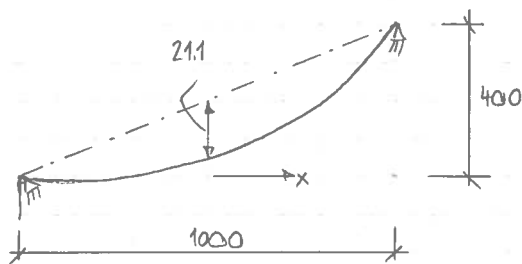
Seillänge im verformten Zustand:

$$L = \sqrt{500^2 + 131.4^2} + \sqrt{500^2 + 268.6^2} = 1084.6 \text{ m}$$

Verschiebung des Gegengewichts gegenüber ursprünglicher Lage:

$$\delta(F+g) = L - l = 1084.6 \text{ m} - 1077 \text{ m} = 7.6 \text{ m}$$

- Verschiebung δ infolge Eigengewicht:
Verlauf näherungsweise parabolisch



Seillänge im verformten Zustand:

$$L = \int_0^s ds = \int_0^s \sqrt{1+z'^2} dx$$

$$\text{mit } z(x) = \frac{4f \cdot x}{s^2} (s-x) + \frac{h}{s} \cdot x$$

und $f = 21.1 \text{ m}$ folgt

$$L = 1078.0 \text{ m}$$

$$\rightarrow \delta(g) = L - l = 1078.0 - 1077.0 = 1.0 \text{ m}$$

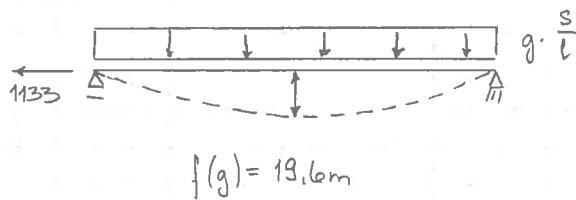
- Grösste relative Verschiebung des Gegengewichts bei einer Fahrt:

$$\Delta \delta = \delta(F+g) - \delta(g) = 7.6 - 1 = \underline{6.6 \text{ m}}$$

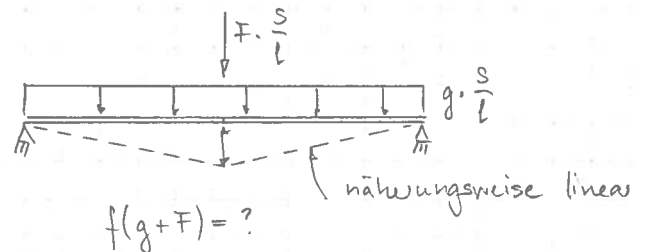
Baustatik III	Musterlösung	Page 4 / 5
Hausübung 10		LT/ 27.11.13

c) vereinfachte Betrachtung am horizontalen System

vor Blockierung:



nach Blockierung:



- Länge des verformten Seils kurz vor der Blockierung

$$L_1 = 1078,0 \text{ m} \quad (\text{Kabine in der Talstation})$$

- "gekaufte" Länge des Seils $L_0 = L_1 - \epsilon \cdot l = L_1 - \frac{T_m}{EA} \cdot l$

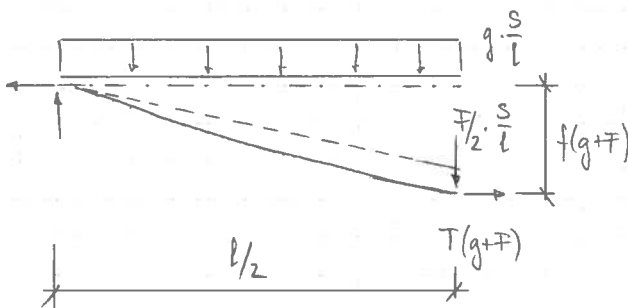
$$L_0 = 1078 - \frac{1133 \cdot 10^3}{165 \cdot 10^3 \cdot 2100} \cdot 1077 = 1074,5 \text{ m}$$

elastische Verlängerung

→ Die "gekaupte" Länge bleibt unverändert!

→ Der Durchhang f ändert über die Seildehnung.

- Durchhang $f(g+F)$:



$$f(g+F) = \frac{\frac{F \cdot s}{2} \cdot \frac{l}{2} + g \cdot \frac{s}{l} \cdot \frac{l^2}{8}}{T(g+F)}$$

$$= \frac{\frac{F \cdot s}{4} + \frac{g \cdot s \cdot l}{8}}{T(g+F)}$$

wobei $T(g+F)$ unbekannt.

- Seilverlängerung $\delta(g+F)$: $\delta(g+F) \approx \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 + (f(g+F))^2} \cdot 2 - l$

Näherung mit linearem Verlauf!

Baustatik III	Musterlösung	Page 5 / 5
Hausübung 10		LT/ 27.11.13

- "gekaupte" Länge nach Blockierung unter Vollast:

$$L_0 = L_2 - \varepsilon(g+F) \cdot l = L + \delta(g+F) - \varepsilon(g+F) \cdot l$$

$$= \cancel{L} + \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + \left[\frac{F \cdot s}{4} + \frac{g \cdot s \cdot L^2}{8}\right]^2} \cdot 2 - \cancel{L} - \frac{T(g+F)}{EA} \cdot l$$

$$\Rightarrow 1074,5 = \sqrt{\left(\frac{1077}{2}\right)^2 + \left[\frac{200 \cdot 1000}{4} + \frac{0,165 \cdot 1000 \cdot 1077^2}{8}\right]^2} \cdot 2 - \frac{T(g+F)}{165 \cdot 2100} \cdot 1077$$

$$\rightarrow T(g+F) = 1783 \text{ kN} \rightarrow f(g+F) = \underline{40,5 \text{ m}}$$

d) Spannungsdifferenz im Tragseil bei blockiertem Gegengewicht:

$$\Delta \sigma = \frac{T(g+F) - T(g)}{A} = \frac{1783 - 1133}{2100} \cdot 10^3 = \underline{310 \text{ N/mm}^2}$$

Das Ermüdungsverhalten des Tragseils müsste in diesem Fall genauer untersucht werden.

Der Bemessungswert der Ermüdungsfestigkeit von Spannstaht und Spannglieder beträgt

$$\Delta \sigma_{pd,fat} = 95 \div 175 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{SIA 262, Tab. 13})$$