Setzt man den Differentialquotienten $\frac{df}{dx} = 0$, so ergibt sich der größte Wert von f bei $x = 0{,}63\,l$ und zwar zu:

$$f_{\max} = 0{,}02\,\frac{\alpha \cdot P \cdot l^3}{J} \quad \text{oder} \quad 0{,}08\,\alpha \cdot \sigma_b \cdot \frac{l^2}{d}\,. \tag{351}$$

Der Einfluß auf die Stärke der Schmierschicht an der engsten Stelle dürfte hinreichend berücksichtigt sein, wenn man zur Summe der Unebenheiten $\frac{f_{\max}}{2}$ hinzuzählt, also mit:

$$h_{\min} = \delta_1 + \delta_2 + \frac{f_{\max}}{2} \tag{352}$$

rechnet, namentlich, da die Ebenen der größten Durchbiegung und der engsten Stelle nicht ganz zusammenfallen.

Zahlenbeispiel 10. Läßt man an einem Stirnzapfen von $d = 20$ cm Durchmesser und $l = 30$ cm Länge eine Biegebeanspruchung von $\sigma_b = 700$ kg/cm² zu, so wird bei Flußstahl mit einer Elastizitätszahl $\alpha = \frac{1}{2\,200\,000}$ cm²/kg:

$$f_{\max} = 0{,}08 \cdot \alpha \cdot \sigma_b \cdot \frac{l^2}{d} = \frac{0{,}08 \cdot 700}{2\,200\,000} \cdot \frac{30^2}{20} = \frac{1{,}15}{1000}\ \text{cm}\,.$$

Bei $\delta_1 = \delta_2 = 0{,}0005$ cm steigt $h_{\min}$ von $0{,}001$ nach Gleichung (352) immerhin auf:

$$h_{\min} = \delta_1 + \delta_2 + \frac{f_{\max}}{2} = 0{,}0005 + 0{,}0005 + \frac{0{,}00115}{2} = 0{,}0016\ \text{cm}\,.$$

An kleineren Zapfen ist der Einfluß naturgemäß geringer. Z. B. wird an einem geometrisch ähnlichen von 50 mm Durchmesser und 75 mm Länge unter den gleichen Verhältnissen $f_{\max} = \frac{3}{10\,000}$ cm.

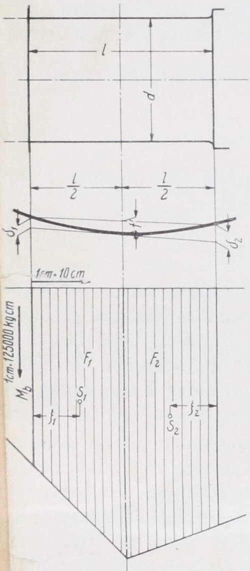

Abb. 1121. Zur Ermittlung der Pfeilhöhe der elastischen Linie an Halszapfen.

An den Halszapfen durchlaufender Wellen läßt sich die Pfeilhöhe an Hand der Biegemomentenfläche ermitteln. Bedeuten in Abb. 1121 F_1 und F_2 die Inhalte der Momentenflächen links und rechts der Zapfenmitte in cmkg · cm und ξ_1 und ξ_2 ihre Schwerpunktabstände von den Zapfenenden in cm, so sind die Durchbiegungen δ_1 und δ_2 der elastischen Linie im Abstande $\frac{l}{2}$ von der Zapfenmitte, bezogen auf die dort angelegte Tangente nach Formel (32) dargestellt durch:

$$\delta_1 = \alpha \int \frac{M_x \cdot x \cdot d_x}{J_x} \approx \frac{20 \cdot \alpha \cdot F_1 \cdot \xi_1}{d^4} \quad \text{und} \quad \delta_2 = \frac{20 \cdot \alpha \cdot F_2 \cdot \xi_2}{d^4}\,.$$

Die gesuchte Pfeilhöhe ist dann:

$$f' = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2} = \frac{10\,\alpha}{d^4}\,(F_1 \xi_1 + F_2 \xi_2)\,. \tag{353}$$

Näherungsweise darf man die Trapeze der Momentenflächen durch Rechtecke ersetzen, deren Höhe dem Moment in der Zapfenmitte entspricht. Dann werden die Abstände ξ_1 und $\xi_2 = \frac{l}{4}$ und:

$$f' = \frac{10 \cdot \alpha}{d^4}\left(M_b \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4} + M_b \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{4}\right) = \frac{2{,}5\,\alpha \cdot M_b \cdot l^2}{d^4}$$

oder unter Ersatz von $\frac{10\,M_b}{d^3}$ durch σ_b:

$$f' = 0{,}25\,\alpha \cdot \sigma_b \cdot \frac{l^2}{d}\,. \tag{354}$$