

Mit  $\frac{l_2}{l_1} = \frac{1550}{1775} = 0,874$  findet man an Hand der Kurve, Abb. 1006,  $\varphi = 1,74$  und das Trägheitsmoment bei  $\mathfrak{S} = 5$ facher Sicherheit:

$$J_1 = \frac{\alpha \cdot \mathfrak{S} \cdot P \cdot l_1^2}{\varphi^2} = \frac{1 \cdot 5 \cdot 17800 \cdot 177,5^2}{2150000 \cdot 1,74^2} = 431 \text{ cm}^4,$$

$$d = 9,7 \text{ cm.}$$

Ergänzungsrechnung: Sicherheit gegen Überschreiten der Fließgrenze, die bei  $\sigma_s = 2600 \text{ kg/cm}^2$  angenommen sei.

$$\mathfrak{S}' = \frac{\sigma_s \cdot f}{P} = \frac{2600 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 9,7^2}{17800} = 10,8.$$

Mithin ist der Sicherheitsgrad der ersten Rechnung  $\mathfrak{S} = 5$  maßgebend; die Stange liegt im Gebiete der elastischen Knickung. Gewählt  $d = 100 \text{ mm}$ . Bei der Befestigung des Kolbens nach Art der Abb. 1000 erhält der hintere Teil der Stange  $70 \text{ mm}$  Durchmesser.

2. Kolbenstangen der Pumpmaschine, Tafel I. Die Stangen sind zur Erleichterung des Ausbaues der Dampf- und Pumpenkolben vor den Pumpen geteilt und die dort zusammenstoßenden Enden durch kegeliges Einpassen in einer Muffenkupplung sorgfältig miteinander verbunden. Was die Berechnung anlangt, so entsprechen die Stangen keinem der in der Zusammenstellung 111 aufgeführten Fälle. Einerseits wirken die Stopfbüchsen und der Umstand, daß die Dampfkolben selbsttragend ausgebildet, also auf den Zylinderflächen gut geführt sind, auf eine Verminderung der Knickgefahr hin. Andererseits bildet die der Billigkeit wegen schwebend ausgeführte Kupplung einen schwer einzuschätzenden, von der Sorgfalt der Einpassung der Stangenenden abhängigen Unsicherheitsfaktor. Im Falle  $F$  der Zusammenstellung 111 die Länge  $l_2$  gleich der Entfernung zwischen Mitte Dampf- und Pumpenkolben gleich  $3600 \text{ mm}$  zu setzen, ist sicher viel zu ungünstig; es wurde nur mit  $l_2 = 1550$ , Abb. 1011, entsprechend der

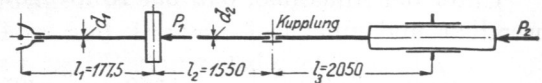


Abb. 1011. Skizze der Kolbenstange der Wasserwerkmaschine Tafel I.

Länge der Stange zwischen Mitte Dampfkolben und Mitte Kupplung gerechnet, der hintere Teil der Stange aber etwas stärker als die Rechnung ergab, ausgeführt.

$$P_1 = 16900 \text{ kg}, P_2 = 3700 \text{ kg}, l_1 = 1775 \text{ mm.}$$

Nach der Näherungsformel (279) wird mit  $\mathfrak{S} = 5$ facher Sicherheit:

$$J_1 = \frac{\mathfrak{S} \cdot (P_1 + P_2) \alpha (l_1 + l_2)^2}{\pi^2} = \frac{5 \cdot (16900 + 3700) \cdot (177,5 + 155)^2}{2150000 \cdot \pi^2} = 537 \text{ cm}^4;$$

$$d_1 = 10,22 \text{ cm.}$$

Gewählt:  $d_1 = 100 \text{ mm}$ .

$$J_2 = J_1 \cdot \frac{P_2}{P_1 + P_2} = 491 \cdot \frac{3700}{20600} = 88,2 \text{ cm}^4;$$

$$d_2 = 65 \text{ mm.}$$

Mit 
$$\frac{\varphi}{\psi} = \frac{l_1}{l_2} \sqrt{\frac{P_1 + P_2}{P_2} \cdot \frac{J_1}{J_2}} = \frac{177,5}{155} \sqrt{\frac{20600}{3700} \cdot \frac{87,6}{491}} = 1,14$$

und 
$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{155}{177,5} = 0,874$$

folgt aus Abb. 1007:  $\varphi = 1,67, \psi = 1,46;$

$$\mathfrak{S}_1 = \varphi^2 \cdot \frac{J_1}{\alpha \cdot l_1^2 \cdot (P_1 + P_2)} = \frac{1,67^2 \cdot 491 \cdot 2150000}{177,5^2 \cdot 20600} = 4,54,$$

$$\mathfrak{S}_2 = \psi^2 \cdot \frac{J_2}{\alpha \cdot l_2^2 \cdot P_2} = \frac{1,46^2 \cdot 87,6 \cdot 2150000}{155^2 \cdot 3700} = 4,52.$$