während die Schubkräfte $K \cdot \cos\beta$ und $Z' \cdot \cos\gamma$ vernachlässigt werden können. (Zu beachten ist, daß eine recht erhebliche Steigerung der Beanspruchung in einer der Kehlen eintritt, wenn der Flankendruck an einer Seite am äußeren Ende des Zackens wirkt, z. B. infolge ungenauer Bearbeitung.)

Zur Berechnung der mittleren Zugspannung $\sigma_{z\,III}$ im Kehlquerschnitt setzt man die Kräfte $K$ zur Resultierenden $Q = 2K \cdot \cos\left(\psi - \varrho - \frac{\varphi}{2}\right)$ zusammen und findet:

$$\sigma_{z\,III} = \frac{Q + Z_3}{F_{III}}\,. \tag{752}$$

Auch diese Spannung ist aus den gleichen Gründen wie $\sigma_{z\,I}$ als Mindestwert anzusehen.

Zur Ermittlung der Beanspruchung schnellaufender Turbinenradkränze, in denen die Schaufeln mit Schwalbenschwänzen befestigt sind, Abb. 2269, betrachtet man zweckmäßigerweise einen Ausschnitt von 1 cm Länge, berechnet die auf ihn entfallende Fliehkraft der Schaufeln und Füllstücke $Z_{1\,\mathrm{cm}}$ und daraus den Flankendruck $K_{1\,\mathrm{cm}} = \frac{Z_{1\,\mathrm{cm}}}{2\cos(\psi - \varrho)}$. Durch ihn werden die parallel, unter $45^0$ und senkrecht zu $K_{1\,\mathrm{cm}}$ angeordneten Kranzquerschnitte *1*, *2* und *3* auf Biegung, Zug und Schub belastet. Zur Erleichterung der folgenden Rechnung ist angenommen, daß sich die Flächen im Schnitt der Flankenlinie mit dem Grund der Nut treffen. Geht man bei der Gestaltung des Kranzes von einer bestimmten zulässigen Beanspruchung $k_b = k_z$ aus und vernachlässigt die Schubkräfte, so ergeben sich als Wandstärken:

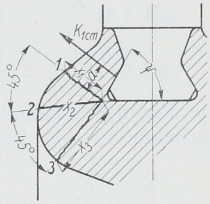


Abb. 2269. Zur Berechnung von Turbinenradkränzen.

$$\left.\begin{aligned} x_1 &= \sqrt{\frac{6\,K_{1\,\mathrm{cm}} \cdot a}{k_b}}\,, \\ x_2 &= 1{,}41\,\frac{K_{1\,\mathrm{cm}}}{k_z} + \sqrt{1{,}41\,\frac{K_{1\,\mathrm{cm}}}{k_z}\left(1{,}41\,\frac{K_{1\,\mathrm{cm}}}{k_z} + 4{,}25\,a\right)}\,, \\ x_3 &= 2\,\frac{K_{1\,\mathrm{cm}}}{k_z} + \sqrt{2\,\frac{K_{1\,\mathrm{cm}}}{k_z}\left(2\,\frac{K_{1\,\mathrm{cm}}}{k_z} + 3\,a\right)}\,. \end{aligned}\right\} \tag{753}$$

Das folgt z. B. für den Querschnitt 3 aus der Spannung in der Kehle:

$$\sigma = \sigma_z + \sigma_b = \frac{K_{1\,\mathrm{cm}}}{1 \cdot x_3} + \frac{6\,K_{1\,\mathrm{cm}}\,(a + x_3/2)}{1 \cdot x_3^2} = k_z\,,$$

wenn man die Beziehung nach $x_3$ auflöst. Die drei Maße genügen meist zum Festlegen des Kranzumrisses.

**Beispiel 2.** Zur Beschaufelung Abb. 2263 soll der Kranz bei $k_b = k_z = 750$ kg/cm² zulässiger Beanspruchung berechnet werden.

1. Schaufelreihe. Zur Berechnung der Fliehkraft $Z_s$ der gesamten Schaufel sei ihre Länge unter Einschluß des Schwalbenschwanzes mit $l = 4{,}8$ cm (vgl. Beispiel 1) eingesetzt.

$$Z_s = \frac{\gamma \cdot l \cdot f_s}{g} \cdot \omega^2 \cdot R_s = \frac{7{,}9 \cdot 4{,}8 \cdot 0{,}74}{1000 \cdot 981} \cdot 314^2 \cdot 59{,}4 = 168\,\mathrm{kg}\,.$$

Ein Füllstück wiegt 13,2 g und entwickelt eine Fliehkraft:

$$Z_f = \frac{G}{g} \cdot \omega^2 \cdot R_f = \frac{13{,}2}{1000 \cdot 981} \cdot 314^2 \cdot 57{,}7 = 77\,\mathrm{kg}\,.$$

Die Summe der Fliehkräfte von 245 kg wirkt auf einer Teilung von 1,1 cm und ergibt eine Belastung der Längeneinheit des Kranzes:

$$Z_{1\,\mathrm{cm}} = \frac{245}{1{,}1} = 223\ \mathrm{kg/cm}\,,$$