

Linien in Abb. 1852, wiederum unter der Voraussetzung der normalen Kopfhöhe von  $m$  Millimetern die Unterscheidungsgebiete an. Im Eingriff mit der Zahnstange treten nur bis zum 17zähligen Rade, bei zwei gleichen Rädern erst bei weniger als 12 Zähnen Unterscheidungen auf. Vorteilhaft ist ferner, daß die Abnutzungsverhältnisse günstiger werden, nachteilig dagegen die Abnahme des Überdeckungsgrades und die Zunahme der Drücke auf die Radachsen. Satzräder lassen sich ohne weiteres ausbilden.

Auf eine Verkleinerung des Winkels  $\beta$  läuft auch das Auseinanderrücken der Radmitteln hinaus. Es hat so weit zu erfolgen, bis der Berührungspunkt der Erzeugenden am Grundkreise durch den Kopfkreis des großen Rades geht. Freilich ist damit eine oft beträchtliche Vergrößerung des Flankenspiels verbunden.

#### 4. Verminderung der Kopfhöhe am Großrade.

Man benutzt von der geraden Eingriffslinie in Abb. 1857 nur das Stück  $F_2A$  und vermeidet so Unterscheidungen und Störungen. Die dabei verbleibende Kopfhöhe  $h'$  ergibt sich, wenn der Kopfkreis des großen Rades durch den Fußpunkt  $F_2$  des Lotes von  $M_2$  auf die Erzeugende gelegt wird oder rechnerisch zu:

$$h' = \overline{F_2M_1} - R_1.$$

Bei Anwendung des Kosinussatzes auf das Dreieck  $M_1F_2M_2$  wird:

$$\begin{aligned} \overline{F_2M_1}^2 &= \overline{M_1M_2}^2 + \overline{M_2F_2}^2 - 2 \overline{M_1M_2} \cdot \overline{M_2F_2} \cos(90 - \beta) \\ &= (R_1 + R_2)^2 + R_{g_2}^2 - 2(R_1 + R_2) R_{g_2} \sin \beta. \end{aligned}$$

Mit

$$R_1 = \frac{m \cdot z_1}{2}, \quad R_2 = \frac{m \cdot z_2}{2}, \quad R_{g_2} = \frac{m \cdot z_2}{2} \sin \beta$$

erhält man nach einigen Umformungen:

$$h' = \frac{m}{2} (\sqrt{(z_2^2 + 2z_1z_2) \cos^2 \beta + z_1^2 - z_1}), \quad (537)$$

das für  $\beta = 75^\circ$  übergeht in:

$$h' = \frac{m}{2} (\sqrt{0,067(z_2^2 + 2z_1z_2) + z_1^2 - z_1})$$

für  $\beta = 70^\circ$  in:

$$h' = \frac{m}{2} (\sqrt{0,117(z_2^2 + 2z_1z_2) + z_1^2 - z_1})$$

$z_1$  ist die größere der Zahnzahlen.

Die stärksten Verkürzungen sind beim Zusammenarbeiten mit der Zahnstange nötig, für welchen Fall nach Abb. 1870:

$$h'' = \overline{OM_2} \cos^2 \beta = R_2 \cos^2 \beta$$

oder

$$h'' = \frac{m \cdot z_2 \cos^2 \beta}{2} \quad (538)$$

wird. Bei  $\beta = 75^\circ$  ist  $h'' = 0,0335 m \cdot z_2$ , bei  $\beta = 70^\circ$   $h'' = 0,0585 m \cdot z_2$ .

Beispielweise erhalten Räder, die äußerstenfalls mit einem 60zähligen zusammenarbeiten sollen, bei  $\beta = 75^\circ$  Kopfhöhen von  $h''_{12} = 0,44 m$  bei 12 Zähnen,  $h''_{16} = 0,675 m$  bei 16,  $h''_{20} = 0,77 m$  bei 20 Zähnen, während an Rädern von 25 und mehr Zähnen die normalen Kopfhöhen von  $m$  Millimetern ausgeführt werden können, da dann nach Abb. 1852 keine Unterscheidungen eintreten. Wenn die erwähnten Räder mit der Zahnstange kämmen sollen, wird:

$$h''_{12} = 0,40 m, \quad h''_{16} = 0,53 m, \quad h''_{20} = 0,67 m.$$

Der Überdeckungsgrad geht dabei auf 1,30 beim 12-, 1,52 beim 16- und auf 1,74 beim 20zähligen Rade zurück. ist aber durchweg günstiger als bei Rädern mit Unterschni-

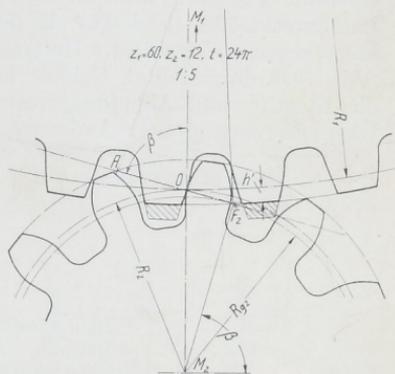


Abb. 1857. Kürzung der Zahnköpfe des großen Rades.