

punkte mit dem Zahnspitzenkreise  $c$  an der Eingangs- und  $a$  an der Ausgangsseite.

Die Wirkungswege seien  $0,4 \times$  Teilung, also  $= 0,4 \frac{37}{30} \text{ mm}$   
 $\cdot \pi = 1,6 \text{ mm}$ .  $mn = st = 1,6 \text{ mm}$ . Symmetrisch zu  $c$  tragen wir  $mn$  und an der Ausgangsseite symmetrisch zu  $a$   $st$  auf.

Die Gangradzahnschneide sei eben in  $m$  angefallen, wo der Anfang der Eingangshebefläche liegt. Der Hebungswinkel  $nA'o = 1^\circ$  und daran der Ruhewinkel  $oA'p = \frac{1}{3}^\circ$ .

Da die Drehungsachse  $A'$  des Eingangsarmes nur wenig näher liegt als die des Pendels  $A$ , so ist der Drehungswinkel des Armes fast gleich dem des Pendels.

Nach genauen Beobachtungen ist die Pendelbewegung  $45'$  bis  $55'$ , also die Hebung des Federarmes etwa  $1^\circ$ . Die Ruhe beträgt  $15'$  bis  $18'$ , also etwa  $\frac{1}{3}^\circ$  für jeden Federarm.

Die Auslösung erfolgt bei etwa  $\frac{1}{3}^\circ$ . Die Ruhelfläche ist, wenn der Bogen  $\frac{1}{3}^\circ$  und der Halbmesser  $nA' = oA' = 50 \text{ mm}$ , etwa  $0,3 \text{ mm}$ . Tatsächlich dürfte  $op$  etwa  $15^\circ$  gegen die auf

kreis für die Hebefläche der Ausgangspalette zu zeichnen. Die Konstruktion ist verhältnismässig leicht, aber die Ausführung bedarf ein hohes Mass von Erfahrung, so dass derjenige, welcher die so einfach erscheinende Hemmung herstellt, bedeutende Schwierigkeiten zu überwinden hat.

Geduld, Umsicht und Einsicht wird aber gewiss auch den zum Ziele führen, welcher der Aufgabe mit den nötigen praktischen Vorkenntnissen zu Leibe geht.

Namentlich kann man die sogen. Ruhelfläche nur nach Proben feststellen, denn dem kleinen, nur etwa  $0,075 \text{ mm}$  langen Bogenstückchen kann man mit Winkelmessungen nicht beikommen.

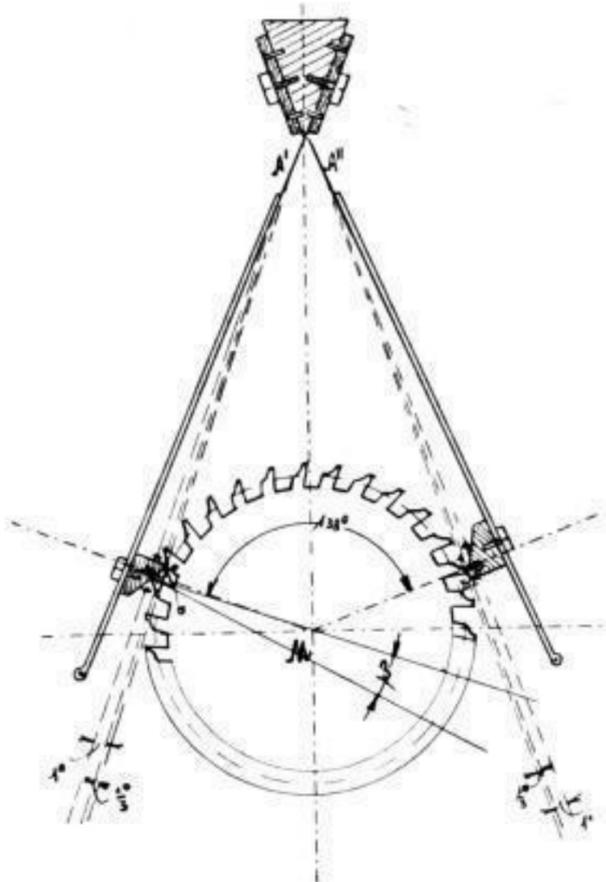


Fig. 4.

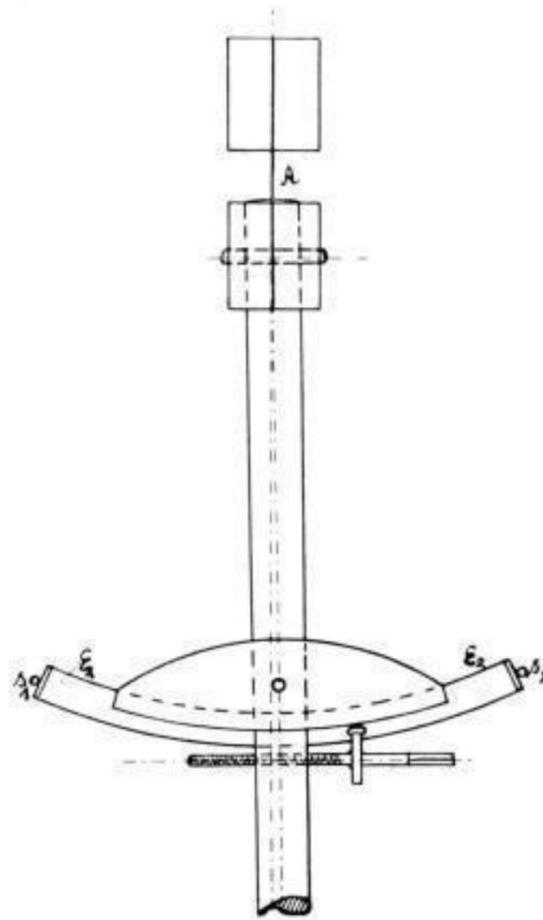


Fig. 5.

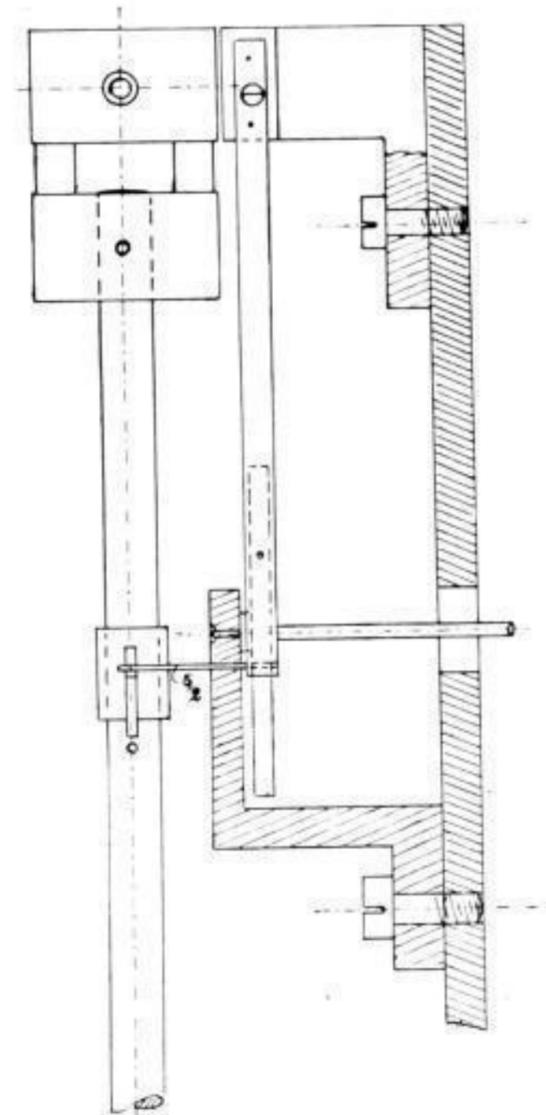


Fig. 6.

$oA'$  gezogene Senkrechte geneigt sein, d. h. Zug haben, und würde bei  $15^\circ$  Zug  $0,075 \text{ mm}$   $p$  vor die Ruhelfläche treten.  $o$  liegt auf den um  $A'$  mit  $mA'$  als Halbmesser gezogenen Bogen. Man verbindet nun  $o$  und  $m$ , verlängert die Hebefläche über  $o$  und  $m$  hinaus und zeichnet den Hebkreis um  $A'$ , der  $om$  berührt,  $en'$  macht man etwa  $0,7 \text{ mm}$  länger als  $en$  und  $n'o'$  etwa  $5 \text{ mm}$ , worauf man durch  $o'$  und  $n'$  senkrecht zur Feder Linien zieht. In der Verlängerung des Federhebels befindet sich ein Stift  $s$ , an den der mit dem Pendelstabe befestigte Auslös- und Antriebarm  $E_1$  stösst. Ausserdem hat der Stift  $s$  noch den Sekundenkontakt zu besorgen.

Die Konstruktion der Hebung an der Ausgangspalette erfolgt unter der Annahme, dass der Ruheteil eben über die Zahnschneide weggehoben sei. In  $t$  liegt also das Ende des Ruhiebogens  $tt'$  der Ausgangspalette. Der Anfangspunkt des Ruhiebogens  $t'$  liegt also  $\frac{1}{3}^\circ$  über  $t$  auf dem um  $A''$  mit  $A''t$  gezogenen Bogen. Der Anfangspunkt der Hebefläche liegt um Ruhe + Hebung  $= 1\frac{1}{3}^\circ$  über  $s$  auf dem um  $A''$  mit  $A''s$  als Halbmesser gezogenen Bogen.

Die Feder der Ausgangsseite ist um  $1\frac{1}{3}^\circ$  aus der Ruhelage hinausgedrängt; also ist an den früher erwähnten  $6 \text{ mm}$  um  $M$  als Durchmesser gezogenen grösseren Kreis von  $A''$  eine Berührende zu ziehen, gegen welche die Federrichtungslinie um  $1\frac{1}{3}^\circ$  nach aussen verdreht erscheint. Um  $A''$  ist endlich der Hebe-

Hier muss die Uebung helfen. Nachdem Versuche die sichere Wirkung der Hebung- und Ruhelfläche ergaben, hat der Steinarbeiter die Heb- und Ruhelfläche mit Rubin zu besetzen.

Beide Anordnungen sind Meisterwerke des mechanischen Kunstgewerbes und haben ausserordentlich günstige Gangergebnisse gezeitigt.

Zum Schlusse erfülle ich die angenehme Pflicht, Herrn Per Cederberg, dem ersten Arbeiter der Firma F. Tiede in Berlin, nochmals meinen Dank für die Zeichnungen und zahlreichen in dieser Arbeit enthaltenen Mitteilungen auszusprechen, wie auch der Firma Tiede, welche die Veröffentlichung gestattete.

**Theoretischer Teil.** Ueber den Einfluss auf das Gangergebnis der Uhr, wenn der Schwingungswinkel des Pendels sich ändert.

Bekanntlich wächst die Schwingungsdauer mit dem Winkel; die in Betracht kommende Formel lautet:

Schwingungsdauer:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g} \left\{ 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \sin^2 \frac{A}{4} + \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right) \cdot \sin^4 \frac{A}{4} + \dots \right\}}$$

worin  $l$  die Länge des mathematischen Pendels,  $g$  die Erdbeschleunigung,  $A$  den Schwingungswinkel des Pendels bedeutet.