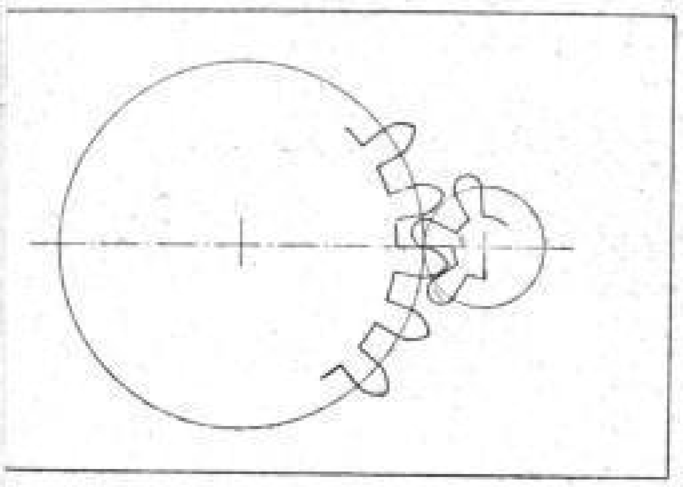
aufsetzt und für diese am Rad zwischen den Erhebungen Lücken vorsieht.

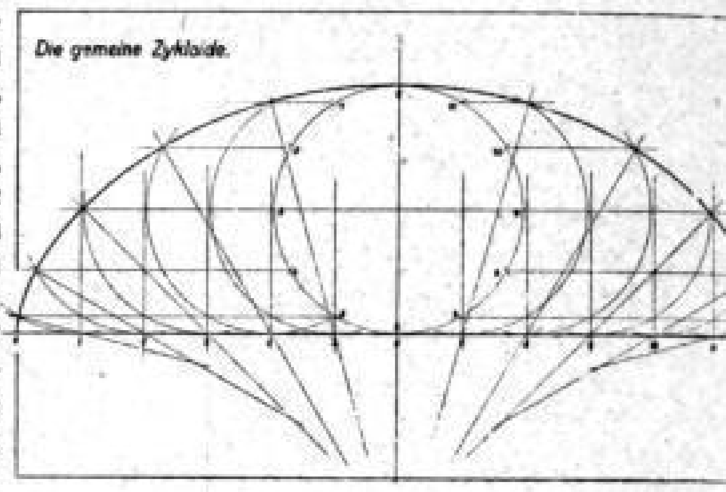
Mit der Anwendung des Zahneingriffes war eine neue Schwierigkeit geschaffen, nämlich die gleichmäßige Umfangsgeschwindigkeit der beiden, nunmehr nur noch gedachten maßgebenden Kreise zu bewahren. Zunächst muß die Teilung der Räder gleich groß sein. Es folgt daraus, daß die Zahnzahlen von Rad und Trieb sich zueinander verhalten müssen wie die Umfänge der maßgebenden Kreise und also auch wie ihre Durchmesser, aber wohlgemerkt wie die Umfänge der maßgebenden wirksamen Kreise nicht wie durch das Hinzukommen der Zahnvorsprünge vergrößerten Kreise. Die Zahnformen der verschiedenen Eingriffe werden durch eigenartige Kurven bestimmt. Es dürfte uns alle interessieren, welche Kurven in Frage kommen, und wie dieselben entstehen. Man verwendet in der Uhrmacherei hauptsächlich die sogenannte Zykloide, die als gemeine Zykloide, Epyzykloide und Hypozykloide entworfen wird.



Deutsche Bezeichnung für Epyzykloide: Aufradlinie
Hypozykloide: Inradlinie.

Von allen Zykloiden ist die gemeine am einfachsten zu entwerfen. Die Entstehung dieser Kurve läßt sich in der Weise erklären, daß man sich eine kreisrunde Scheibe längs eines Lineals fortrollend denkt. Einer ihrer Umfangspunkte wird dann eine krumme Linie beschreiben, die von der Kantenlinie des Lineals ab ansteigt, sich bis zu einer Höhe gleich dem Durchmesser der Scheibe erhebt, und dann wieder in absteigender Kurve zur Kantenlinie des Lineals zurückkehrt. Die Strecke, um welche die Scheibe am Lineal entlang rollte, entspricht dabei dem Umfang der Scheibe. Die Konstruktion der gemeinen Zykloide geht folgendermaßen vor sich:

4. Man zieht zuerst die Grundlinie, halbiert dieselbe, und zieht den Rollkreis. Man teilt den Rollkrejs in zwölf gleiche Teile, trägt dieselben auf die Grundlinie zu beiden Seiten und errichtet je eine senkrechte. Man zieht durch die Punkte 1, 2, 3, 4, 5 je eine waagerechte nach rechts, durch die Punkte 7, 8, 9, 10, 11 je eine waagerechte nach links, hierauf zieht man die Rollkreisbogen bis zum Schnittpunkt der jeweiligen Waagerechten. Verbindet man die Schnittpunkte miteinander, so entsteht die gesuchte Zykloide für eine Zahnstange. (Forts. folgt)



Berechnung von Zeigerwerken mit Hilfe der Rad- und Triebgrößen

Von Studienrat A. Gruber (Schluß)

Fall A) 1. Angenommen w = 9

Stundenrad Teilkreis-Durchmesser $d = \frac{2 \cdot C \cdot Z}{z + z} = \frac{2 \cdot 32 \cdot 45}{57} = 50{,}5$ mm.

Teilkreis-Halbmesser = 50,5 mm : 2 = 25,25 mm. Also bleiben für den Teilkreis-Halbmesser des Wechseltriebes noch
32 mm — 25,25 mm = **6,75 mm.**

Nun berechnet man die Stundenrad-Teilung
$$t = \frac{d \cdot \pi}{z} = \frac{50{,}5 \cdot 3{,}14}{45} = 3{,}52 \text{ mm.}$$

Solche Teilungen muß der Wechseltrieb-Umfang 9 aufweisen, also 9 · 3,52 mm sein = 31,68 mm.

Durch 3,14 dividiert erhält man den Teilkreis-Durchmesser für das Wechseltrieb d' = 31,68 : 3,14 = 10,1 mm und durch 2 geteilt den Teilkreis-Halbmesser 10,1 : 2 = **5,05 mm.**

Ein Vergleich mit dem oben errechneten Teilkreis-Halbmesser von 6,75 mm zeigt, daß dieses Wechseltrieb von 9 Zähnen mit 5,05 mm Halbmesser viel zu klein ist und aus der Abbildung ersehen wir oben rechts bei $w_1 = 9$ einige solche Zähne gezeichnet, die kaum einen Eingriff ergeben. Ein 9er Wechseltrieb kommt also nicht in Frage.

Fall A) 2. Angenommen Wechseltrieb w = 12

Von den oben errechneten Teilungen müßte dieses 12 erhalten, damit einen Teilkreis-Umfang = 12 · 3,52 mm = 42,24 mm. Dann ist
d' = 42,24 : 3,14 = 13,45 = 13,5 mm und r' = 13,5 mm : 2 = 6,75 mm.

Dieses Wechseltrieb paßt zu dem vorhandenen Stundenrad und es ist unter $w_2 = 12$ im Eingriff gezeichnet.

Fall A) 3. w = 15

Mit der vorigen Rechnung ist dieser Fall eigentlich auch bereits entschieden, er sei lediglich als Gegenprobe angeführt.

Der Umfang ist diesmal 15 · 3,52 mm = 52,8 mm; der Teilkreis-Durchmesser d' = 52,8 mm : 3,14 = 16,8 mm und r' = 16,8 mm : 2 = 8,4 mm.

Dieses Wechseltrieb ist gegenüber dem richtigen Trieb mit r' = 6,75 mm viel zu groß, wie dies auch die Zeichnung rechts unten angibt $w_3 = 15$.

Ergebnis:

Die Frage, welches von den drei Trieben das richtige ist, wurde mit dieser Rechnung zweifelsfrei entschieden:

A) 1. w = 9, ist zu klein;
A) 2. w = 12, ist das richtige;
A) 3. w = 15, ist zu groß.

Damit ist auch bereits die Frage nach dem richtigen Wechselrad entschieden, es wird $w_2 = 32$ sein. Jedoch soll hier gezeigt werden, daß man auch vom Trieb, in diesem Falle vom Viertelrohr aus, eine ähnliche Rechnung durchführen kann.

Fall B) 1. Angenommen w = 24

Nach Romershausen, I. Teil, Seite 73, läßt sich auch aus dem vollen Trieb-Durchmesser der Teilkreis-Durchmesser d' bestimmen.

$$d' = \frac{D'_4 \cdot 5_{z'}}{5_{z'} + 3_{\pi'}} = \frac{18 \cdot 5 \cdot 10}{5 \cdot 10 + 3 \cdot 3{,}14} = \frac{900}{59{,}42} = 15{,}15 = 15{,}2 \text{ mm,}$$

r' = 15,2 mm : 2 = 7,6 mm, von der Zentrale abgezogen, bleibt für den Wechselrad-Halbmesser r = 32 — 7,6 = **24,4 mm.**

Teilung des Viertelrohrs $t = \frac{d' \cdot \pi}{z'} = \frac{15{,}2 \cdot 3{,}14}{10} = 4{,}77$ mm.

Solche Teilungen bekäme das Wechselrad 24, also wäre sein Umfang 24 · 4,77 mm = 114,48 mm, d = 114,48 mm : 3,14 mm und r = 36,4 mm : 2 = 18,2 mm (statt 24,4 wie oben). Dieses Wechselrad wäre also zu klein (siehe auch Zeichnung oben $W_1 = 24$).

Fall B) 2. Wechelrad = 32

Sein Umfang muß 32 Teilungen umfassen,
32 · 4,77 mm = 152,64 mm, dann ist d = 152,64 mm : 3,14 = 48,6 mm und r = 48,6 mm : 2 = 24,3 mm (siehe oben 24,4 mm).

Dieses Wechselrad paßt also zu dem Viertelrohr von 10 Z.

Fall B) 3. Wechselrad = 40

Sein Umfang wäre
40 · 4,77 mm = 190,80 mm, d = 190,80 mm : 3,14 = 60,7 mm und r = 60,7 mm : 2 = 30,35 mm, gegenüber r = 24,4 mm viel zu groß (siehe Zeichnung links unten $W_3 = 40$).

Ergebnis:

Also auch wenn wir vom Viertelrohr aus rechnen, kommen wir zu dem gleichen Ergebnis wie vom Stundenrad aus: Die richtigen Zahnzahlen für das verlorene Wechselrad und -trieb sind 32 — 12.

C. Volle Durchmesser für Wechselrad und -trieb

Aus B) 2. ergibt sich für das Wechselrad
Teilkreis-Durchm. d = 48,6 mm
Dazu Teilung t = 4,77 mm (dieselbe wie v)
Voll-Durchmesser D = **53,37 mm** (Teilkreis-Durchm. und 1 Teilung).

Für das Wechseltrieb ergibt sich aus A) 2. Teilkreis-Durchmesser d' = 13,5 mm, t = 3,52 mm.

Um die volle Größe zu erhalten, werden bei spitzen Trieben über 9 Zähnen zum Teilkreis-Durchmesser 0,6 Teilung dazu gezählt.
0,6 t = 0,6 · 3,52 mm = 2,1 mm.

Volldurchmesser D'_4 = 13,5 mm + 2,1 mm = **15,6 mm.**

Damit ist die Aufgabe vollständig gelöst.

In dem Zeigerwerk sind zu ersetzen:

1. Das Wechselrad mit 32 Zähnen und 53,4 mm Volldurchmesser.

2. Das Wechseltrieb mit 12 Zähnen und 15,6 mm Volldurchmesser, spitz gewälzt.

(I/1684)