Der Achsabstand im Zeigerwerk

von Lothar M. Loske

Häufig kommen Uhren zum Stehen, weil das Wechselrad klemmt. Zuweilen ein sehr heimtückischer Fehler, da er sich gern auf dem Weg der Nachprüfung von selbst aufhebt. Im Zeigerwerk finden wir, mit Rücksicht auf den gleichen Drehsinn des Stunden- und Minutenzeigers, die Gesamtübersetzung auf zwei Räderpaare verteilt. Beide Räderpaare haben wiederum nur einen gemeinsamen Achsabstand und stehen übereinander angeordnet, gegenseitig im Wechsel zwischen treibend und getrieben werden. Während des Ganges der Uhr nämlich erfolgt das Treiben vom Viertelrohr aus und während des Stellens der Zeiger führt das Wechselrad das Viertelrohr und das Wechseltrieb das Stundenrad.

In der Regel sind beide Lagerstellen sehr stark dem Verschleiss unterworfen: Das Viertelrohr, mit dem Stundenrad darüber, auf der Minutenwelle, die, sofern sie nicht in einem Steinlager läuft, schnell zuviel seitliches Spiel erhält, und das Wechselrad mit Trieb auf einem Messingstift, dessen korrekte Passung leicht untergraben wird.

Diese beiden Eingriffe, auf einem Achsabstand, erfordern somit doppelte Kontrolle und Aufmerksamkeit während der Reparatur. Inwieweit nun das Stehenbleiben einer Uhr in diesem Bereich zu finden ist, lässt sich mit ein wenig Augenmerk bereits erkennen, ehe man mit der Lupe bis zum Zeigerwerk selbst vorgedrungen ist. Man rücke die Aufzugwelle auf Zeigerstellung und übe, in kleinen Vor- und Rückwärtsbewegungen, einen Druck auf die Räder des Zeigerwerkes aus, jedoch ohne Fortbewegung der Zeiger. Die eventuellen Schwankungen der Zeigermitte (Minutenwelle) lassen danach einen unverfälschten Einblick gewähren, inwieweit das Minutenradlager für einen Eingriffsfehler im Zeigerwerk verantwortlich ist.

Wem müsste nun noch gesagt werden, dass nach solch einem Anzeichen das Minutenlager zu füttern ist? Und ist der Lagerstift des Wechselrades zu dünn gelaufen, so ist er durch einen neuen zu ersetzen. Als erheblich schwierig kann die Anfertigung eines solchen Stiftes nicht gerade gelten und auch das Herausschlagen des alten Stiftes dürfte wohl kaum misslingen. Zuvor der neue Stift jedoch gedreht wird — wohlgemerkt *gedreht!* — ist es sehr ratsam, das Loch in der Platine ein wenig grösser zu reiben; mit der Voraussetzung, dass die Zentrale zwischen dem Lochmittelpunkt und dem Minutenradlager als richtig erkannt wurde. Der neue Stift wird demzufolge einen Ansatz erhalten müssen, der, wenn nicht schon ein solcher durch die vorliegende Konstruktion des Zeigerwerkes gegeben ist, nicht über die Platine hinausragen darf.

Der routinierte Fachmann hat für diese Dinge gewiss «einen Blick». Sein logisches Denken, gepaart mit technischem Einfühlungsvermögen, sagt ihm, wann und wo es der Nachhilfe bedarf. Aber leider werden nicht selten auch Griffe vorgenommen, die darin ein günstiges Eingriffsverhältnis suchen, indem der Lagerstift des Wechselrades kunstgerecht verbogen wird. Wie unsinnig es jedoch ist, einen solchen Stift zu verbiegen und dass man sich damit nur falsche Hoffnungen macht, dürfte auch dem jüngsten Vertreter unserer Zunft einleuchten. In jedem solchen Fall wird das Wechselrad schief stehen und jeder Form von reibungslosem Eingriff entbehren; wenn es nicht sogar abwechselnd am Stundenrad oder der Platine zu Streifungen führt.

Wann nun ist die Zentrale richtig, so dass eine einwandfreie Uebersetzung möglich ist?

Am besten ist es, ohne jegliche Scheu vor allem theoretischen Kram, die noch so manch gutem Praktiker innewohnt, zum Bleistift zu greifen. Als Rüstzeug sollte natürlich auch die passende Formel zur Hand sein, mit deren Hilfe aus den gegebenen die gesuchten Werte zu finden sind.

Dass es da heisst: *Zentrale* ist gleich Modul mal

$$\frac{\text{Radzahn } z + \text{Triebzahn } z}{2} \quad \left(c = m \cdot \frac{z + z'}{2} \right)$$

mag in dieser Form vielleicht in Vergessenheit geraten sein; oder auch: $c = \dfrac{d + d'}{2}$

In Wirklichkeit sind diese Formeln aber nichts anderes als die Abkürzungen logischer Zusammenhänge, mit denen wir am Werktisch bestens und vielseitig vertraut sein sollten.

Skizzieren wir auf unserer Arbeitsplatte (Abbildung 1) einmal einen Teilkreis von Rad und Trieb, ziehen wir eine Durchmesserlinie und teilen diese Strecke jeweils in soviele Teile ein, als das in Rechnung stehende Rad und Trieb Zähne aufweist. Ein jedes dieser Teile wird mit *Modul* bezeichnet und seine Länge entspricht dem jeweiligen Modulwert.

Wie leicht mit einem bekannten Modulwert der Achsabstand zweier Räder (auch Zentrale genannt) errechnet werden kann, zeigt das Beispiel in der rechten Ecke der Abbildung 1.

Gegeben ist Modul mit 0,3 mm, die Radzahnzahl mit 32 und die Triebzahnzahl mit 14; ? = Zentrale.

Lösung: $0{,}3 \cdot \frac{32 + 14}{2} = 0{,}3 \,.\, 23 = 6{,}9$ mm.

Dass die addierte Zahnzahl durch 2 geteilt wird, liegt in dem Zusammenhang begründet, dass sich schliesslich der Achsabstand nur aus dem Halbmesser des Rades und dem Halbmesser des Triebes zusammensetzt.

Die Durchmesser (*d*) dieser Teilkreise — auch Rollkreise genannt, weil in ihren Schnittpunkten die Zähne gegeneinander abrollen — sind stets gleich ihrer Zähnezahl (*z*) mal Modul (*m*). Umgekehrt (Abb. 2) ist der Wert des Moduls gleich dem Teilkreisdurchmesser (im Bild vom Zirkel überspannt), geteilt durch die Zähnezahl eines Rades oder Triebes: $m = \frac{d}{z}$

Leider ist für uns am Werktisch weder der Teilkreis noch sein Durchmesser praktisch greifbar, das heisst wir können ihn auch bei einem vorhandenen Rad oder Trieb nicht messen. Beide liegen innerhalb des Aussendurchmessers (*D*) oder Kopfkreises. Mit dem Aussendurchmesser selbst ist es besser bestellt. Wir können ihn über die Zahnspitzen mit einem Messwerkzeug erfassen und als einen gegebenen Wert in der Berechnung aufnehmen (Abbildung 3). Und zwar: Modul ist gleich Aussendurchmesser geteilt durch Zähnezahl plus pi (= π = 3,14159 — die Ludolfsche Zahl; sie gibt das Verhältnis eines Kreisumfanges zu seinem Durchmesser an). In Formelzeichen gesetzt erscheint somit:

$$m = \frac{D}{z + \pi}$$

Genauer als π sind jedoch die sogenannten korrigierten Faktoren (*f*), die in Normentabellen den genaueren einstigen theoretischen Faktor erkennen lassen.

Auf der Suche nach der Zentrale ist mit diesem «*D*ee durch *z*et plus *pi*» der Anfang zu machen, und zwar allein vom Rad. Das Ergebnis *m* (Modul) hiervon ist, wie bereits gesagt, bei einem in Eingriff stehenden Rad und Trieb gleich gross.

Zusammengefasst besteht also unter den gegebenen und gesuchten Werten folgende Harmonie:

$$\underline{m} = \frac{D}{z + \pi \text{ (oder } f)} \qquad \underline{c} = m : \frac{z + z'}{2}$$

oder unter Einbeziehung der Teilkreisdurchmesser:

$$\underline{c} = \frac{\overbrace{z \,.\, m}^{d} + \overbrace{z' \,.\, m}^{d'}}{2}$$

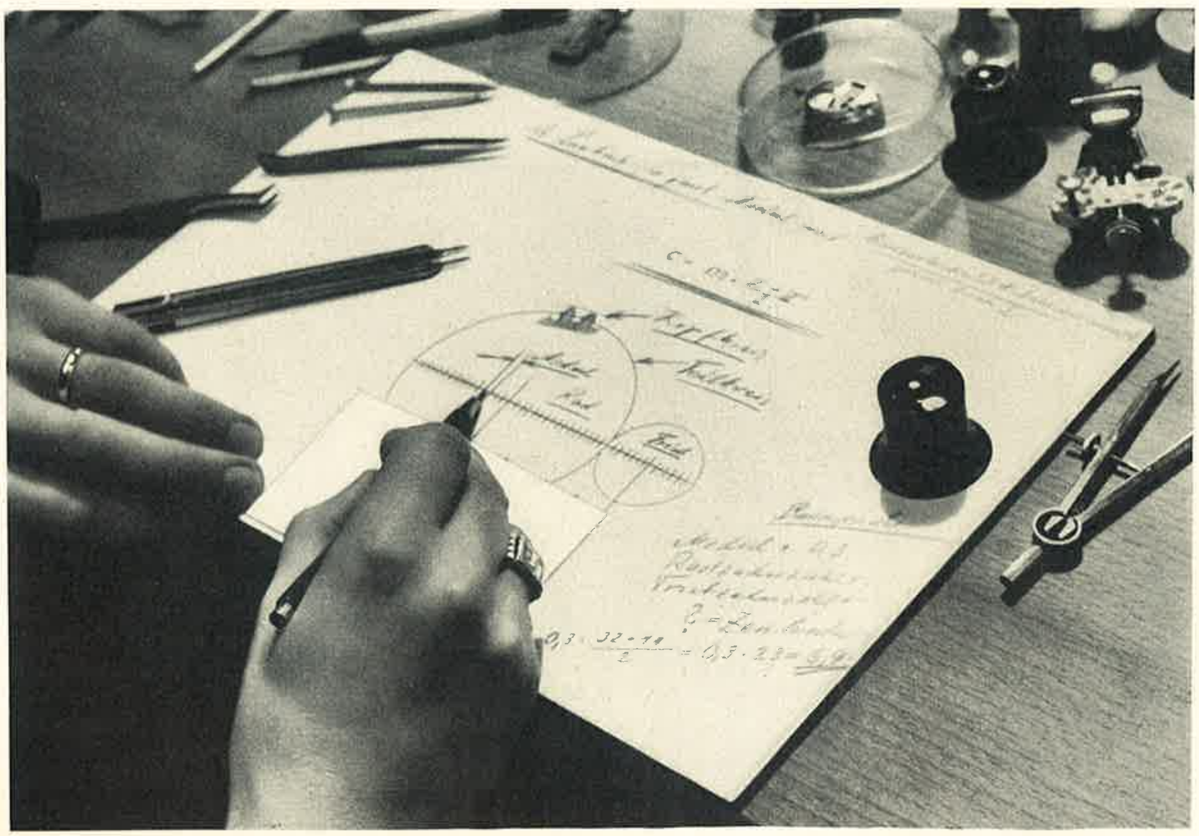

Fig. 1

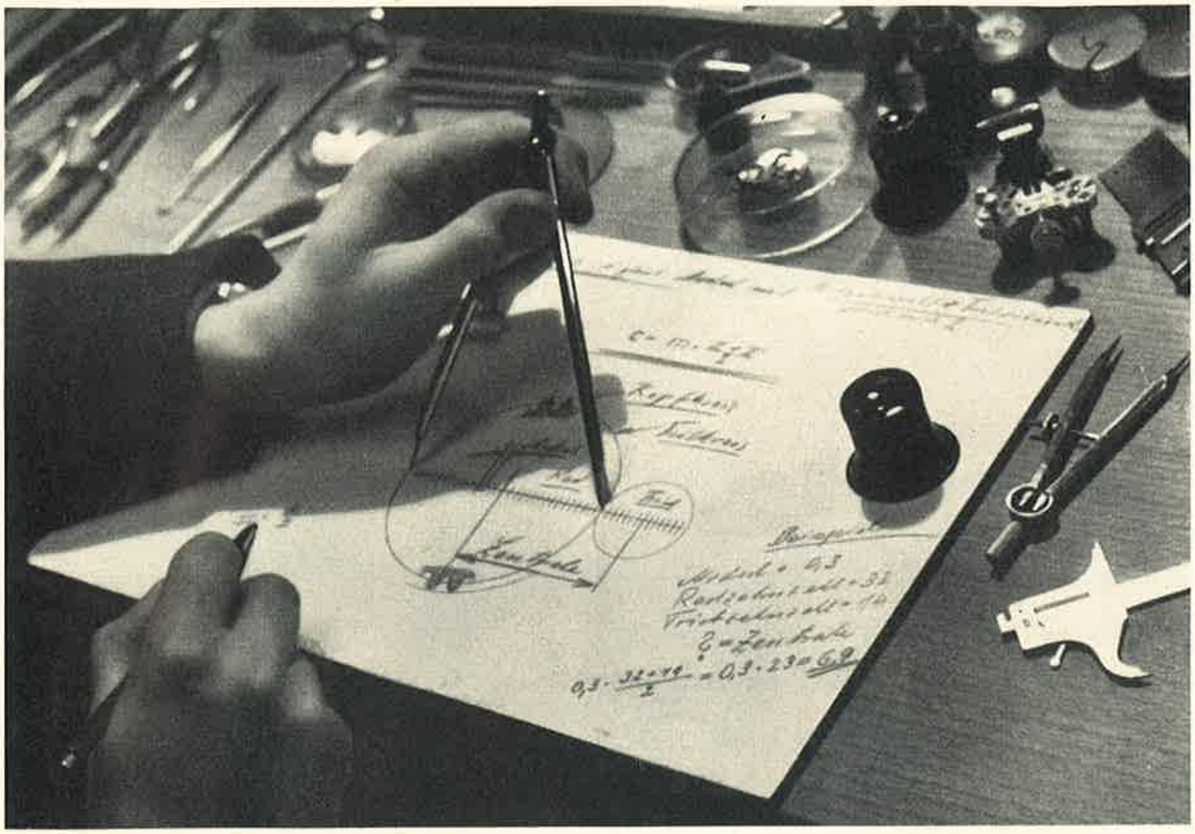
Kopfkreis
Teilkreis
Trieb
Zentrale
Modul = 0,3
$0{,}3 \cdot \frac{32+14}{2} = 0{,}3 \cdot 23 = 6{,}9$

Fig. 2

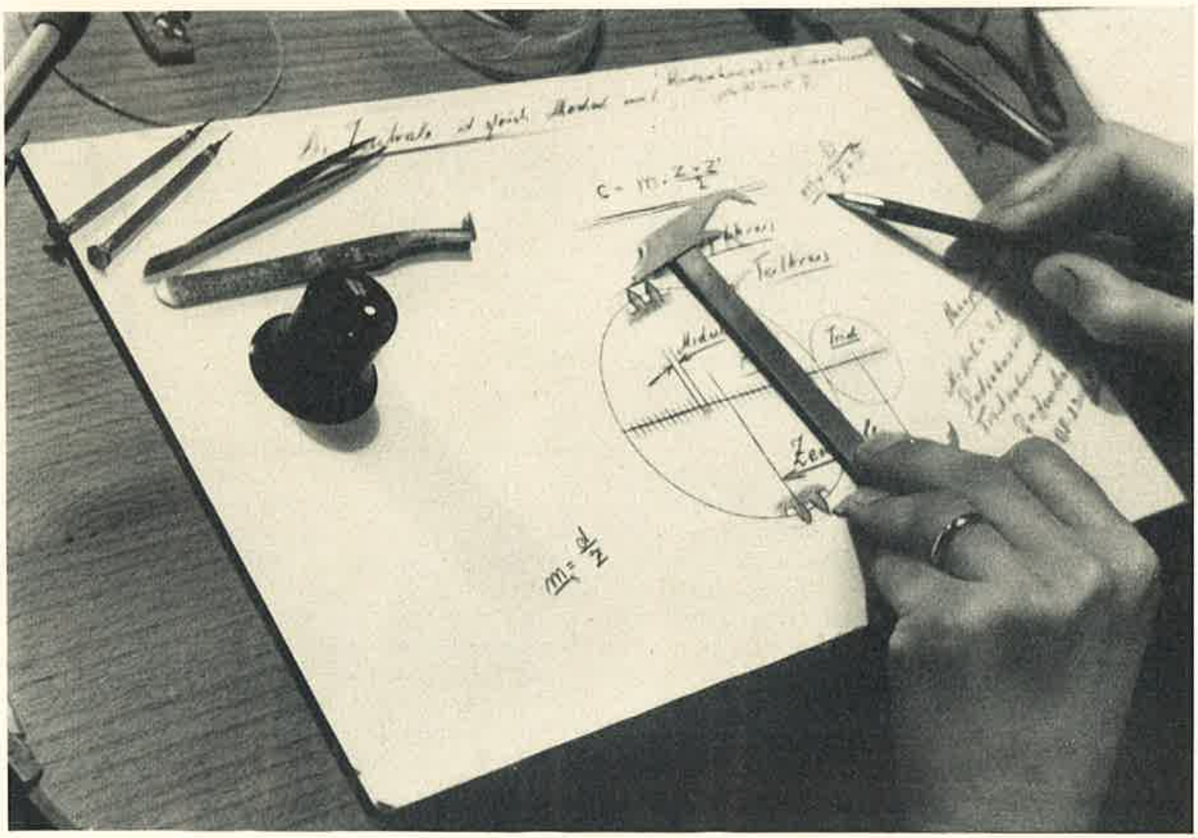
Teilkreis
Trieb
$m = \frac{d}{z}$

Fig. 3