

bei einer solchen Uhr, dass sie nicht nur in der einen hängenden Lage genau geht, sondern in allen Lagen. Zu diesem Zwecke ist es unerlässlich, die Spirale mit Endkurven zu versehen.

Der Ingenieur Phillips hat die Spirale zum Gegenstand eingehender Studien gemacht und gefunden, dass, wenn man den Endkurven eine bestimmte Form gibt, der Schwerpunkt der Spirale mit der Unruhachse zusammenfällt, und dass dann die Uhr in allen vertikalen Lagen möglichst kleine Gangdifferenzen macht. Ohne die umfangreichen und schwierigen mathematischen Entwicklungen vorzuführen, kann man mittels einer sehr einfachen Regel untersuchen, ob eine Endkurve den gestellten Anforderungen entspricht. In Fig. 3 ist eine solche Kurve dargestellt. Man teilt dieselbe in eine Anzahl gleicher Teile, so dass man die einzelnen Teile nahezu als gerade Linien betrachten kann, und zieht von den Mitten dieser Teile horizontale und senkrechte Linien nach den beiden rechtwinklig zueinander stehenden Mittelpunktslinien. Wenn nun die Summe aller horizontalen Linien auf der rechten Seite gleich der Summe aller horizontalen Linien auf der linken Seite ist, wenn ferner die Summe aller nach oben gehenden Linien, weniger der Summe aller nach unten gehenden Linien gleich dem Quadrat des Halbmessers

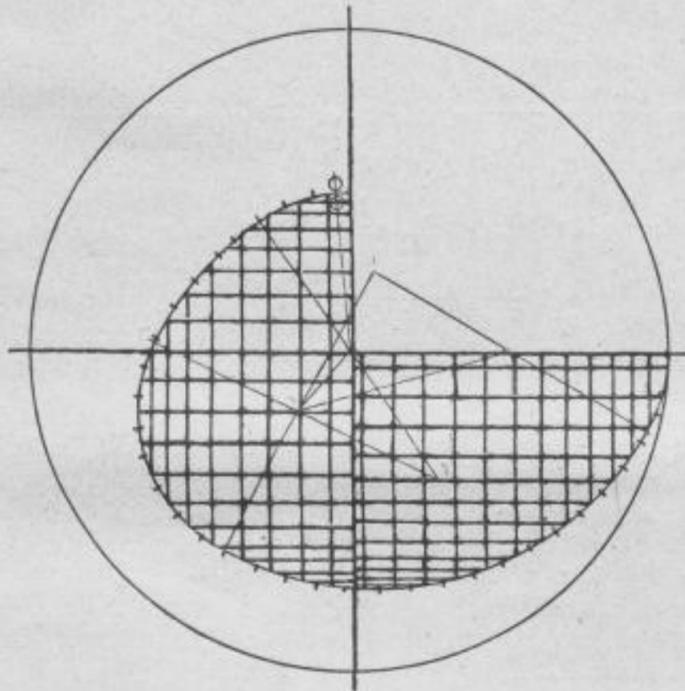


Fig. 3.

der Spiralfeder, geteilt durch den Abstand der Teilpunkte, ist, so entspricht die Kurve den theoretischen Anforderungen. Die Form der Spiralfeder ist so lange zu verändern, bis diese Bedingungen erfüllt sind. Fig. 3 zeigt zugleich eine von mir zuerst angewandte Konstruktion für die Spiralfederkurven, die verschiedene Vorzüge hat. Die Kurve besteht nur aus Bogen von zwei verschiedenen Radien, wovon der eine Radius gleich dem äusseren Radius der Spiralfeder ist, so dass der grösste Teil der Kurve nicht erst besonders gebogen zu werden braucht.

Bei der Unvollkommenheit aller menschlichen Einrichtungen ist es jedoch immer noch nicht möglich geworden, den Gang einer Uhr in allen Lagen vollkommen gleich zu machen. Es kommen auch noch die Einflüsse dazu, welche die Hemmung auf die Schwingung ausübt, die ich gleich näher besprechen werde. Zerlegen wir eine Unruherschwingung in eine sogen. aufsteigende, wenn sich die Spirale spannt und in eine absteigende, wenn sich die Spirale entspannt. Die wissenschaftliche Untersuchung in Uebereinstimmung mit der Beobachtung hat nun ergeben, dass bei der herabsteigenden Schwingung ein Widerstand, z. B. der Auslösungswiderstand bei einer Ankeruhr, die Schwingungsdauer verzögert, dass jedoch ein Antrieb dieselbe verkürzt. Bei der aufsteigenden Schwingung ist es umgekehrt. Da nun der Auslösungswiderstand in die herabsteigende Schwingung fällt und der grösste Teil des Antriebes in die aufsteigende, so übt die Hemmung im allgemeinen einen verzögernden Einfluss auf die Zeitdauer der Unruherschwingung

aus, und zwar ist dieser Einfluss bei grossen Schwingungen geringer, als bei kleinen Schwingungen. Hieraus geht hervor, dass im allgemeinen, auch wenn die Uhr mit theoretischen Kurven versehen ist, die grossen Schwingungen sich schneller vollziehen, als die kleinen, dass also die Uhr bei grossen Schwingungen vorgeht.

Dieser Einfluss lässt sich auf keine Weise durch die Spiralfeder ausgleichen, wenn die Uhr in allen vertikalen Lagen einen möglichst gleichförmigen Gang haben soll, jedoch wird dieser Einfluss bis zu einem gewissen Grade durch die Unruh ausgeglichen. Die besseren Uhren sind bekanntlich alle mit Kompensationsunruhen versehen und der Reif dieser Unruhen ist an zwei gegenüber liegenden Stellen aufgeschnitten (Fig. 4). Der Reif ist durch Schrauben oder Gewichte belastet und die Zentrifugalkraft hat das Bestreben, die Unruhreifen nach aussen zu ziehen. Je grösser die Unruherschwingung, also je schneller die Bewegung ist, desto grösser ist auch die Wirkung der Zentrifugalkraft. Die Zentrifugalkraft für sich allein bewirkt also, dass die grösseren Schwingungen langsamer sind, als die kleinen. Der Einfluss der Hemmung macht sich, wie ich Ihnen bereits entwickelt habe, in umgekehrter Weise bemerkbar, so dass ein teilweiser Ausgleich erfolgt. Der Zufall kann es sogar fügen, dass sich diese beiden Einflüsse gegenseitig aufheben. Jeder Fabrikant weiss aus Erfahrung, dass sich unter den verschiedenen

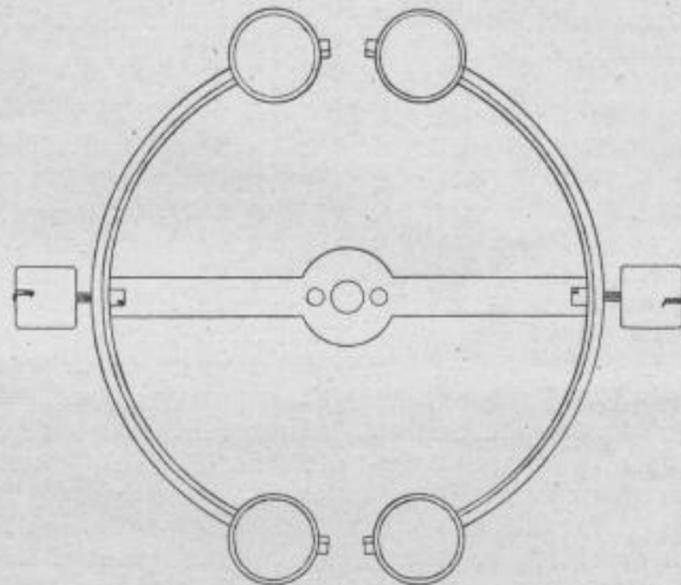


Fig. 4.

Uhrkalibern welche befinden, bei denen sich die Lagenregulierung leichter macht, als bei anderen. Hier mögen zufällig solche günstige Verhältnisse vorliegen.

Da wir uns nun einmal mit der Unruh beschäftigt haben, möchte ich auf die Wirkung der Kompensation übergehen. Bekanntlich hat die Kompensation den Zweck, den Einfluss, der durch die veränderliche Temperatur auf den Gang der Uhr hervorgerufen wird, auszugleichen. Zu diesem Zwecke besteht bekanntlich der Unruhreif aus zwei miteinander verschmolzenen Metallringen, wovon der äussere eine grössere Wärmeausdehnung hat, als der innere. Die Folge davon ist, dass bei erhöhter Temperatur der Unruhreif sich nach innen biegt und bei kälterer nach aussen. Es wird nun vielfach angenommen, dass hierdurch der Einfluss aufgehoben wird, der durch die Temperaturänderung auf die Grösse der Unruh und die Länge der Spirale ausgeübt wird.

In Wirklichkeit ist dieser Einfluss jedoch ausserordentlich gering. Von viel grösserem Einfluss ist die Veränderung des Elastizitätskoeffizienten der Spiralfeder, der in der Wärme ab- und in der Kälte zunimmt. Die Spirale wird also in der Wärme gleichsam weicher, in der Kälte härter, weshalb die Uhr in der Wärme nach- und in der Kälte vorgeht. Die Schrauben an der Unruh werden nun so lange versetzt oder das Gewicht so lange verschoben, bis der Ausgleich erzielt ist. Die Gewichtsvermehrung nach dem freien Ende des Reifens zu erhöht die Wirkung der Kompensation, und umgekehrt. Theorie und Erfahrung haben