

Quadrat des Halbmessers 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. Die Zeichnung 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, sodaß 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, die die Hemmung auf die Schwingung ausübt, die ich gleich näher besprechen werde.

Zerlegen wir eine Unruhsschwingung in eine sogenannte aufsteigende, wenn sich die Spirale spannt, und in eine absteigende, wenn sich die Spirale entspannt. Die wissenschaftliche Untersuchung in Übereinstimmung mit der Beobachtung hat nun ergeben, daß bei der absteigenden Schwingung ein Widerstand, z. B. der Auslösungswiderstand bei einer Ankeruhr, die Schwingungsdauer verzögert, daß jedoch ein Antrieb die Schwingungsdauer verkürzt. Bei der aufsteigenden Schwingung ist es umgekehrt. Da nun der Auslösungswiderstand in die absteigende Schwingung fällt und der größte Teil des Antriebes in die aufsteigende, so übt die Hemmung im allgemeinen einen verzögernden Einfluß auf die Zeitdauer der Unruhsschwingung 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; doch wird dieser Einfluß bis zu einem gewissen Grade durch die Unruh ausgeglichen. Die besseren Uhren sind bekanntlich alle mit Kompensationsunruhen versehen. Der Reif dieser Unruhen ist an zwei gegenüberliegenden Stellen aufgeschnitten. Er ist ferner durch Schrauben oder Gewichte belastet, und die Zentrifugalkraft hat das Bestreben, die Unruhreifen nach außen zu ziehen. Je größer die Unruhsschwingung, 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, sodaß 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 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, so 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 hervorgebracht 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, bei niedrigerer dagegen 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 wird 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 nun ergeben, daß, wenn eine Uhr in den äußersten Temperaturen richtig geht, sie bei mittlerer Temperatur einen anderen Gang zeigt. Dieser Fehler wird der zweite oder sekundäre Fehler der Kompensation genannt. Seine Bedeutung hat zu einer Unzahl sogenannter Hilfskompensationen geführt. Theorie und Beobachtung haben ferner gezeigt, daß dieser sekundäre Fehler um so größer ist, je näher die Schrauben oder Gewichte dem freien Ende des Reifens stehen.

Nun hat der Ihnen vielleicht durch seine Nickelstahl-Untersuchungen bekannte Professor Guillaume eine Kompensationsunruh konstruiert (Fig. 4), deren Körper aus Nickelstahl besteht, statt wie gewöhnlich aus Stahl, wodurch es möglich wurde, bei genügender Kompensationswirkung die Massen möglichst nahe an den festen Teil des Reifens zu bringen und daher die sekundäre Kompensationswirkung fast ganz aufzuheben. Die günstigen Resultate, die die letzten Chronometerprüfungen ergeben haben, sind zum größten Teil darauf zurückzuführen.

Da wir nun einmal beim Nickelstahl angelangt sind, möchte ich auch noch gleich auf eine andere hervorragende Anwendung desselben aufmerksam machen. Es ist dem Professor Guillaume gelungen, eine Nickelstahl-Legierung herzustellen, die einen gegen

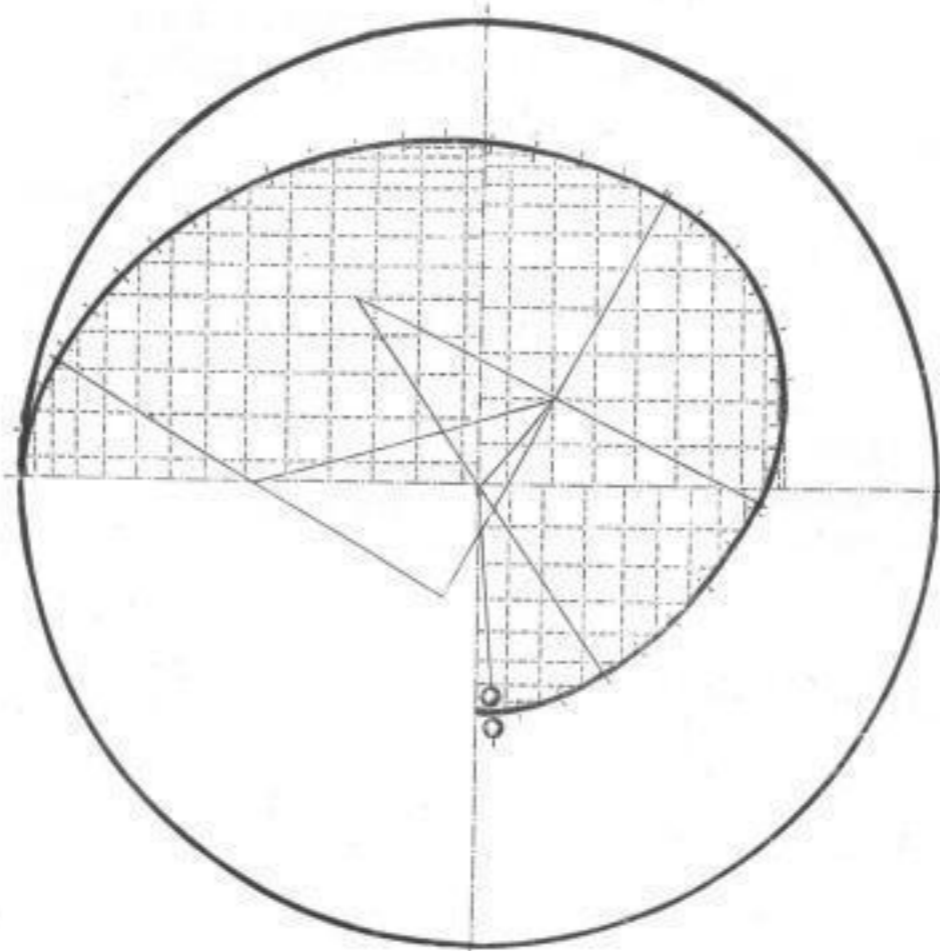


Fig. 3

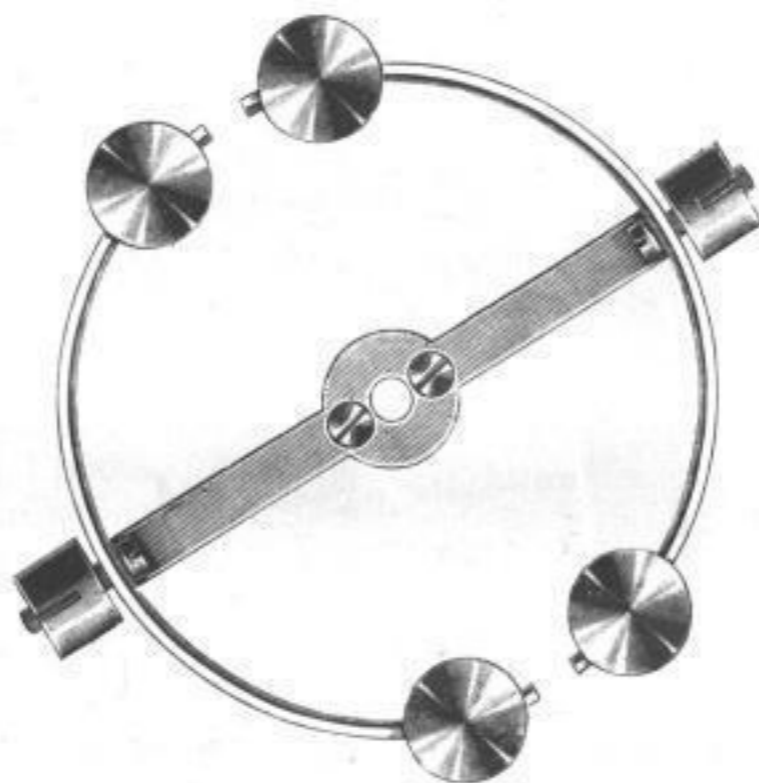


Fig. 4