

Die Temperaturänderung bewirkt: 1. Aenderung der Dimensionen in den Metalltheilen; 2. Aenderung der Elastizität der Spirale; 3. Aenderung in der Konsistenz des Oeles.

Aus Versuchen hat sich ergeben, dass bei einem Chronometer ohne alle Kompensationsvorrichtung der tägliche Gang sich für einen Grad Celsius Temperaturerhöhung um 10—11 Sekunden verlangsamt. Diese Verlangsamung kommt den erwähnten beiden ersten Wirkungen zu und besteht in: Vergrößerung des Trägheitsmomentes der Unruh, Verlängerung der Spirale und Abnahme der Elastizität bei gleichzeitiger Zunahme des Trägheitsmomentes der Spirale. Nach der Darstellung von Caspari sind von den 11 Sekunden Zurückbleiben (Retardation) 1.5 Sek. der Unruh, 0.5 Sekunde der Spirallänge und 9 Sekunden der Elastizität zuzuschreiben.

Die Berichtigung des ganzen Fehlers verlegt man bei einer gewöhnlichen Uhr (abgesehen von dem kompensirenden Einfluss der Konsistenz des Oeles) in die Spirallänge, welche man nach Bedarf verlängert oder verkürzt; die Selbstregulirung bei einem Chronometer wird der Unruh zugewiesen. Die Kompensation der letzteren dient also nur zum kleineren Theil zur Ausgleichung des Trägheitsmomentes in der Unruh selbst, dieses Moment soll sich zugleich so mit der Temperatur ändern, dass dadurch die Aenderung, welche in der Spirale vor sich geht, ebenfalls ausgeglichen wird. Dieser Umstand erhöht die Schwierigkeit einer vollständigen Kompensation. Die Aenderung der Unruh steht zu der Temperaturänderung in anderem Verhältniss als die Aenderung in der Spirale. Eine Kompensation für alle Temperaturen ist daher nicht denkbar. Man verfährt in der Regel so, dass man die Kompensation entweder für eine bestimmte



Mitteltemperatur oder für zwei extreme Temperaturen einrichtet. Aus der Erfahrung ergibt sich dann folgendes:

„Mit einer isochronen Spirale und einer kreisförmigen Unruh gut ausgeführt und gut regulirt, wird ein Chronometer, welches für 0 Grad und 30 Grad gleichen Gang zeigt, wenigstens 2 Sekunden bei einer Temperatur von 15 Grad gewinnen. Regulirt für 0 und 15 Grad, wird es wenigstens 4 Sekunden bei 30 Grad verlieren, ebenso regulirt für 15 und 30 Grad, wird es bei 0 Grad 4 Sekunden verlieren.

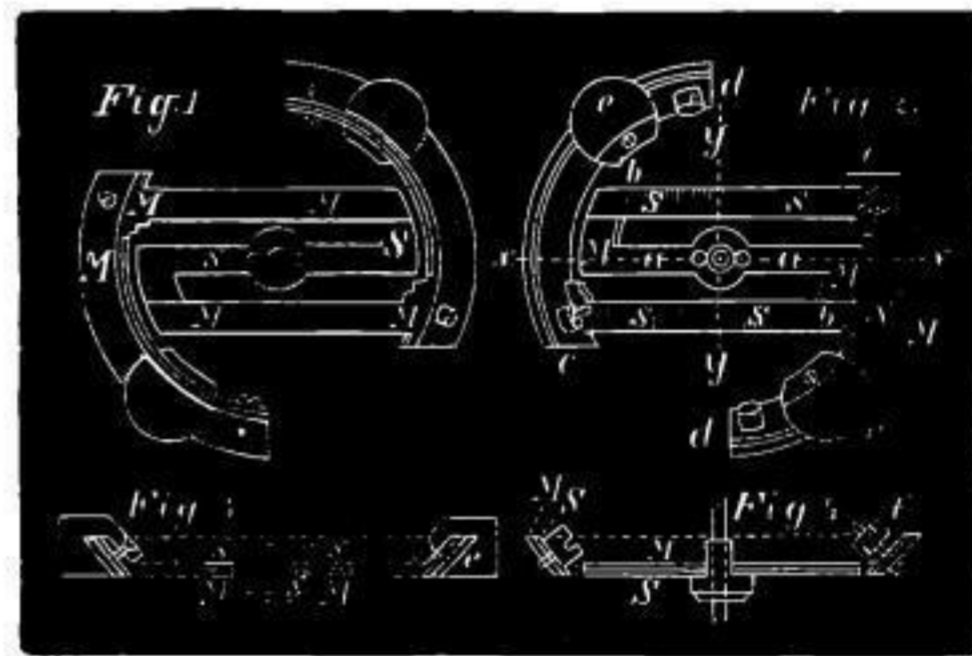
Man kann sich dies sogleich durch eine einfache Darstellung erklären. Wenn in der vorstehenden Figur die Kurve A B die Aenderung des Trägheitsmomentes der Unruh mit der Temperatur und die Kurve C D die Aenderung in derjenigen Kraft der Spirale darstellt, welche diesem Trägheitsmoment das Gleichgewicht zu halten hat, so sieht man leicht, dass die Kurve A B in zwei Punkten mit der Kurve C D zur Deckung gebracht werden kann. Zwischen diesen beiden Punkten ist die Wirkung der Spirale eine die Schwingung beschleunigende, das Trägheitsmoment der Unruh ist zu gering, jenseits beider Punkte ist das Trägheitsmoment der Unruh zu gross.

Die Kompensation wirkt also bei hohen Temperaturen nicht stark genug nach innen biegend und bei niedrigen Temperaturen zu stark nach aussen biegend. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, ist es nothwendig, entweder die Spirale zu ändern (die Kurve C D gewissermaassen der Kurve A B anzuschmiegen) oder die Kompensation zu ändern (die Kurve A B der Kurve C D anzupassen).

Beides wird angewendet und zwar in folgender Weise: Wenn man die Spirale so konstruirt, dass sie nicht mehr isochron, sondern bei kleineren Amplituden, wie sie der kälteren Temperatur zukommen, schneller schwingt, so kann auf diese Weise der Fehler der Kompensation, welcher darin besteht, dass die Schwingungen über und unter der Kompensationstemperatur sich verlangsamen, ausgeglichen werden. In der Praxis geschieht dies insoweit, als man bei der Ermittlung des Isochronismus von vornherein diejenigen Spiralen verwirft, welche bei kleinen

Amplituden zu langsam schwingen. Das Verlassen des Isochronismus kann aber von üblen Folgen sein. Für den Fall, dass durch andere Umstände, z. B. durch Vermehrung der Reibung in anderen Theilen des Werkes, Dickwerden des Oeles oder Abnahme der Kraft in der Triebfeder, die Amplitude der Schwingungen unabhängig von der Temperatur geringer wird, so würde der Gang des Chronometers ein allgemein beschleunigter werden, was doch durch den Isochronismus der Spirale eben möglichst vermieden werden soll.

Rationeller ist jedenfalls das Anbringen sogenannter Hilfskompensationen, wie sie neuerdings in sehr ausgedehntem Maasse konstruirt werden. Die dabei zur Anwendung kommenden Systeme sind sehr verschieden. Um einen Begriff zu geben, auf welche Weise es sich erreichen lässt, dass die Wirkung der Wärme grösser, die der Kälte kleiner wird, diene folgendes: Wenn man in der Unruh den Arm oder Schenkel, welcher jetzt aus Stahl besteht, ebenfalls aus zwei Metallen — Stahl und Messing (stark kupferhaltiges) — herstellt, so dass sie nur bei einer mittleren Temperatur flach bleibt, bei Temperatur-Zunahme aber sowohl als -Abnahme sich biegt, so werden in beiden Fällen die Massen dem Centrum genähert und also der Effekt der gewöhnlichen Kompensation verstärkt bei Erhitzung und abgeschwächt bei Abkühlung.



Erforderlich ist bei solcher Konstruktion noch eine Aenderung in der Anordnung des Umkreises der Unruh, damit beide Theile dieses Umkreises eine solche Bewegung frei mitmachen können. Auf Vorstehendem beruht im wesentlichen die Hilfskompensation von Hartnup, welche häufiger angewendet ist. Die vorstehenden Abbildungen, Figuren 1—4, zeigen die Einzelheiten der Kompensationsunruh von Hartnup. Fig. 2 ist die obere und Fig. 1 die untere Ansicht, während die Figuren 3 und 4 Durchschnitte angeben. In allen Figuren bedeutet M Messing und S Stahl. (Weiteres vergl. man Jahrg. 1879, Nr 14, S. 110.)

Störungen des Ganges durch die Aenderungen der Molekularstruktur der Metalle. Diese Störungen sind häufig und von sehr unberechenbarer Art, es wird daher auf die Wahl des Materials bei der Anfertigung grosse Sorgfalt verwendet. Nichtsdestoweniger ändert sich die Struktur namentlich des Stahles nach jedem schroffen Temperaturwechsel, und besonders bemerklich wird dies bei neuen Chronometern. Die Folgen machen sich geltend in veränderter Wirkung der Temperaturschwankungen, da die Kompensation sich geändert hat. Ferner tritt bei neuen Chronometern fast durchweg eine Beschleunigung des Ganges auf, welche ihren Grund in einer Zunahme der Elastizität der Spirale zu haben scheint. Die Spannungen in der Unruh, welche durch die innige Verbindung (Verschmelzung) zweier Metalle von verschiedener Ausdehnung fortwährend unterhalten werden, können mit der Zeit Veränderungen (Deformationen) eintreten lassen, welche durch Erschütterungen, sei es mechanischer, kalorischer oder elektrischer Natur, stark befördert werden können.

Es mag an dieser Stelle auch der Einwirkung des Magnetismus auf den Chronometergang gedacht werden. Eine solche Einwirkung scheint sehr selten vorzukommen und dann nur Schuld des Verfertigers zu sein, welcher magnetische Stahl-