

dass Leute, die sich Uhrmacher nennen, Künstler sein wollen, dem Volk solchen Schund verkaufen: Uhren mit sogenanntem Goldrand, der in sechs Wochen abgetragen ist und dessen Ueberreste dem Gehäuse ein höchst unsauberes Ansehen geben.

Niemand wende ein, die Leute kaufen es lieber. Sie kaufen ebensogern eine weisse Uhr. Nur der Verkäufer benutzt dieses Blendwerk, um dem Käufer zu imponiren. Zeige man ihm doch eine abgetragene goldrandige Uhr. Wie sieht das aus? Keiner, der eine solche gesehen, wird darauf bestehen.

Darum weg mit dem Galonné! Wer ein ernster Uhrmacher sein will, der verkaufe weisse Uhren. Er lasse sie um den Werth des Galonné schwerer von Silber machen. Man verkauft so schon die Uhren mit so dünnen Gehäusen, dass man es nicht wagen darf, ein solches bei offenem Fenster liegen zu lassen, ohne zu riskiren, dass der Wind es wegbläst.

Hemmungen und Pendel für Präzisionsuhren.

Nach einem Vortrag, gehalten im Polytechn. Verein zu München von J. B. Bauer, techn. Lehrer an der kgl. Industrieschule München; aus dem Bayr. Industrie- und Gewerbeblatt.

(Fortsetzung.)

Die Pendelkompensationen.

Da nach Vorstehendem die Erhaltung des Schwingungsmittelpunktes die eigentliche Aufgabe der Pendelkompensationen ist, so lassen sich die Bedingungen, die hierbei erfüllt werden müssen, wie folgt präzisiren:

Bezeichnet: J das Trägheitsmoment eines Pendels, S das statische Moment eines Pendels bei normaler Temperatur, J' bzw. S' die entsprechenden Momente bei höheren bzw. tieferen Temperaturen, so ist im ersten Fall die ideelle Pendellänge:

$$l = \frac{J}{S} \text{ und im zweiten Falle } l' = \frac{J'}{S'}$$

Soll die Kompensation richtig wirken, so muss $l' = l$ sein, also auch $\frac{J}{S} = \frac{J'}{S'}$.

Nun wird beispielsweise bei Temperaturzunahme sowohl das Trägheitsmoment als auch das statische Moment einen Zuwachs erfahren; man kann also schreiben:

$$J' = J + dJ \text{ und } S' = S + dS, \text{ demnach auch } \frac{J}{S} = \frac{J + dJ}{S + dS} \text{ oder } JS + JdS = SJ + SdJ, \text{ woraus folgt:}$$

$$\frac{dJ}{dS} = \frac{J}{S} = l.$$

Ein Pendel ist also richtig kompensirt, wenn bei jeder Temperatur das Verhältniss des Trägheitsmomentes zum statischen Moment gleich bleibt, oder auch, wenn der Zuwachs des Trägheitsmomentes zum Zuwachs des statischen Momentes für ein bestimmtes Pendel ein konstantes Verhältniss gleich der Pendellänge giebt.

Für Temperaturabnahmen gilt ein dem obigen analoges Gesetz. Bei dem Sekundenpendel muss sein:

$$\frac{J}{S} = \frac{J'}{S'} = \frac{dJ}{dS} = 994 \text{ konstant für jede Temperatur.}$$

In den folgenden Beispielen soll an den bisher angewendeten Pendelkompensationen gezeigt werden, wie das vorstehende Gesetz in mehr oder minder vollkommener Weise erfüllt wird.

Hängt man an einer Pendelstange, welche aus einem Material besteht, das einen geringen Ausdehnungskoeffizienten besitzt, eine Metalllinse so auf, dass diese mit ihrem unteren Rande sich gegen eine Regulirschraube legt, so dehnt sich die Linse nur nach oben hin aus und bewirkt dadurch eine geringe Kompensation. (Anwendung hölzerner und gegen Feuchtigkeit durch Anstrich geschützter Pendelstangen mit Metalllinse Fig. 13.)

Eine weit verbreitete Anordnung ist das Rostpendel. (Fig. 14.) Bei demselben ist die Pendelstange an einer Stelle unterbrochen und erfolgt die Verbindung mit der Linse durch eingeschaltete Stege nebst Eisenstäben e und Zinkstäben z , welche

letztere sich nach aufwärts ausdehnen. Diese Anordnung beruht auf dem Principe, den Mittelpunkt der Linse auf gleicher Höhe zu erhalten und ist deshalb schon falsch, weil der Mittelpunkt der Linse mit dem Schwingungsmittelpunkt des Pendels verwechselt wird. Zudem wird bei der Berechnung in der Weise vorgegangen, dass man die Entfernung l bis Linsenmitte als Länge des Sekundenpendels $l = 994$ mm annimmt und nun nach Maassgabe der in Tabellen enthaltenen Wärmeausdehnungskoeffizienten die Längen der Eisen- und Zinkstäbe nach einfachen Formeln berechnet und in mehr oder minder geschickter Anordnung zusammenfügt, ohne zu berücksichtigen, ob denn die angenommenen Ausdehnungskoeffizienten auch wirklich dem angewandten Material entsprechen. Ist nun ein solches Pendel zusammengestellt, so wird es sicherlich keine Sekunden schwingen, denn durch Anbringung einer grösseren Metallmasse oberhalb der Linse ist der ursprünglich gedachte Schwingungsmittelpunkt um ein Beträchtliches in die Höhe gerückt und das Pendel schwingt schneller. Ist es aber durch Herablassen der Linse mittels der Regulirschraube auf Sekunden eingestellt worden, so hat man eine andere Länge l , auf welche die früher angestellte Berechnung nicht mehr passt.



Fig. 14.

Manche dieser Rostpendel leiden auch noch an dem Fehler, dass durch Ineinanderschachteln der als Röhren ausgeführten Stangen die innen liegenden Theile geradezu vor dem Einfluss der Temperatur isolirt werden, wodurch die ganze Kompensation vereitelt wird.

Im Allgemeinen geben die Rostpendel auch Anlass zu Luftwirbeln und haben daher grossen Luftwiderstand. Für astronomische Uhren sind die beiden vorbeschriebenen Kompensationen gänzlich ungenügend.

Von den verschiedenartigen bisher angewendeten Kompensationspendeln giebt bekanntlich das von dem Engländer Graham im Jahre 1721 erfundene Quecksilber-Kompensationspendel die besten Resultate, weshalb wir dasselbe nahezu bei allen astronomischen und anderen Präzisions-Pendeluhrn angewendet finden. (Fig. 15.)

Allein dieses Pendel hat auch grosse Nachtheile, welche darin bestehen, dass dasselbe schlecht wirkt, wenn die Temperatur in verschiedenen Höhengichten ungleich ist, sowie wenn plötzliche Temperaturschwankungen vorkommen. Ferner hat dasselbe eine für die Durchschneidung der Luft ungünstige Gestalt, weshalb die Aenderungen des Luftdruckes (Barometerstandes) den Gang einer Uhr mit solchem Pendel verhältnissmässig stark beeinflussen.



Fig. 15.

Die Einrichtung dieses Kompensationspendels besteht einfach darin, dass am Ende der Pendelstange an Stelle der Linse ein Quecksilbergefäss befestigt wird. Während bei Temperatursteigerung die Pendelstange sich verlängert, dehnt sich das Quecksilber nach oben zu aus. Soll hierbei der Schwingungsmittelpunkt seine Lage beibehalten, so müssen die Länge der Pendelstange und ihr Gewicht, sowie die Höhe und das Gewicht der Quecksilbersäule in einem ganz bestimmten Verhältniss stehen, welches von der Grösse der Wärmeausdehnungskoeffizienten abhängig ist.

Zur Berechnung der Höhe der Quecksilbersäule werden in verschiedenen Werken einfache Formeln angegeben, welche unter der Annahme entwickelt sind, dass durch die Ausdehnung des Quecksilbers dessen Schwerpunkt um ebensoviel nach aufwärts rücken soll, wie der Boden des Quecksilbergefässes infolge der Verlängerung der Pendelstange gesunken ist. Diese Rechnung beruht aber auf falscher Grundlage, da bei derselben nur die linearen Dimensionen des Pendels in Betracht kommen, während die Lage des Schwingungsmittelpunktes sehr viel von den Gewichtsgrössen abhängig ist. Es muss an dieser Stelle überhaupt bemerkt werden, dass die Ansicht — ein Pendel ist kompensirt, wenn dessen Schwerpunkt seine Lage nicht verändert — eine irrige ist, denn bei unveränderlicher Schwerpunktlage bleibt das



Fig. 13.