

Wirkung. Der Fehler der Hemmung wächst umgekehrt mit der dritten Potenz der Schwingungsweite. Um diesen Fehler zu verkleinern, ist es notwendig, daß man die Hemmung sehr fein und zart ausführt, den Impulsweg möglichst nahe bei der Mittellage hält und den Antrieb gleichmäßig gestaltet.

Bei dem Pendel wirkt außer dem eigenen Isochronismusfehler und dem Hemmungsfehler noch die Pendelfeder, die ein Nachgehen in den kleinen Schwingungen verursacht. Diese drei Fehlerquellen wirken zusammen so, daß bei einer gewissen Schwingungsweite ein Minimum auftritt. In der Umgebung dieser Schwingungsweite besteht dann ein angenäherter Isochronismus (Pseudo-Isochronismus).

Bei der tragbaren Uhr liegen die Verhältnisse wesentlich ungünstiger. Außer der schon erwähnten Störung durch die Hemmung treten noch die folgenden äußeren Störungen auf:

1. Ein Schwerpunkt der Unruh außerhalb der Achse. Je nach Lage des Schwerpunktes ergibt sich ein Vor- oder Nachgehen. Es ist also in erster Linie ein Lagenfehler. Es ist aber auch ein Isochronismusfehler, denn er nimmt mit wachsender Schwingungsweite ab.

2. Die Fliehkraft. Sie ergibt ein Vorgehen in den kleinen Schwingungen.

3. Die Rükkerstifte. Sie verursachen bei richtiger Lage ein Nachgehen in den kleinen Schwingungen. Man kann aber mit ihnen auch ein Vorgehen in den kleinen Schwingungen erzwingen.

Aber auch die inneren Isochronismusstörungen der Spiralfeder machen sich sehr unangenehm bemerkbar.

1. Die Spiralfeder ändert während der Schwingung ihr Trägheitsmoment, wodurch ein (allerdings nur geringes) Vorgehen in den kleinen Schwingungen eintritt.

Durch die feste Einklemmung der Enden wird die zentrische Entwicklung gestört. Die Folge davon ist

2. eine erhöhte Zapfenreibung und eine Verlagerung des Schwerpunktes, die freilich nur geringe Störungen verursachen.

3. Außerdem aber treten Zusatzspannungen auf, die sehr störend wirken.

4. Dazu kommt, daß diese Störungen sich mit der Wärme ändern.

Infolgedessen ist die Unruh mit Spiralfeder in Wirklichkeit weit davon entfernt, ein isochron schwingendes System zu sein. Man kann den Isochronismus der frei schwingenden Unruh erzielen mit geeigneten Endkurven (Breguet um 1800, Phillips 1861, J. Grossmann 1879). Da diese Kurven bekannt sind, soll nicht näher auf sie eingegangen werden. Bemerkenswert sei nur, daß bei Spiralfedern mit Endkurven die Lage der Ansteckungspunkte zueinander beliebig ist.

Ein zweites Mittel, den Isochronismus des freien Gangreglers zu erhalten, ist das Verfahren von Leroy, 1766, den Berthoud, Grashof, Caspari, 1878, wonach mit der Spiralfeder ohne Endkurven Isochronismus erzielt werden kann durch passende Stellung der Ansteckungspunkte zueinander. Die Anordnung von Endkurven gibt bessere Ergebnisse als die geeignete Lage der Ansteckungspunkte; aber dieses letzte Verfahren gewinnt auch immer mehr Bedeutung.

1. Die in den letzten Jahrzehnten in den Vordergrund getretene Armbanduhr eignet sich nur in seltenen Fällen für die Spiralfeder mit Endkurven.

2. Aber auch bei den Uhren mit Endkurve kann die Lage der Ansteckungspunkte nicht gänzlich vernachlässigt werden; denn mit dem Isochronismus des freien Gangreglers allein ist es noch nicht getan. Man muß den Isochronismus der ganzen Uhr anstreben, also für Gangregler plus äußere Störungen. Zu diesem Zweck muß man von den Gesetzen des Isochronismus für den freien Gangregler abweichen. Tut man das bei den Endkurven, so ist die Wahl der Ansteckungspunkte nicht mehr gleichgültig. Man sollte deshalb in Zukunft das Verfahren Casparis wieder mehr beachten.

In der tragbaren Uhr noch mehr als in der ortsfesten ist kein echter Isochronismus zu erzielen. Man erreicht nur einen mehr oder weniger vollkommenen Pseudo-Isochronismus in der Umgebung einer bestimmten Schwingungsweite.

Da nun jeder Fehler seinem eigenen Änderungsgesetze folgt, so führt dieser künstlich herbeigeführte Isochronismus im Laufe der Zeit wieder auseinander, und zwar ist die Änderung um so größer, je größer die gegeneinander ausgeglichenen Fehler selbst waren. Deshalb muß das Bestreben dahin gehen, jeden einzelnen Fehler für sich so klein wie möglich zu machen. Die verbleibenden kleinen Reste kann man dann gegeneinander ausgleichen. So hat man die Gewähr, einen möglichst beständigen Isochronismus zu erzielen.

Aus der Werkstatt

Nachlassen der Unruherschwingungen einer Zylinderuhr bei zwei Zähnen des Zylinderrades

Zu diesem im Briefkasten unserer Zeitung unter Nr. 12 501 genannten Fehler sind so viele Antworten eingelaufen, daß wir es für zweckmäßig halten, sie in sich ergänzenden Auszügen an dieser Stelle zu veröffentlichen.

Die Schriftleitung.

Vor längerer Zeit hatte ich bei einer kleinen Uhr einen ähnlichen Fehler, der sich allerdings nicht nur bei zwei Zähnen zeigte. Die Unruh schwang gar nicht recht willig. Das Zylinderrad war etwas magnetisch; das Entmagnetisieren half aber nicht. Nach Einsetzen der Unruh ohne Zylinderrad war die Schwingung lebhaft. Hier war der Zylinderradskloben am Rande etwas rau, es hatte sich beim Abtrocknen mit einem Lappen eine selbst mit der Lupe kaum sichtbare Faser festgesetzt. Nach deren Entfernung war das Übel behoben.

O. G. in Le.

Ich hatte den Fall, daß sich bei drei Zähnen des Zylinderrades ein merkliches Abfallen der Schwingungsweite zeigte. Ergebnis der Untersuchung: Die drei Zähne zeigten starken

Magnetismus, während bei den anderen zwölf Zähnen nichts festzustellen war. In Feilspäne gelegt, wurden die drei Zähne sogar mit Spänen vollbesetzt, während an den anderen keine Späne hängen blieben. Nach dem Entmagnetisieren war der Fehler behoben.

O. G. in La.

Wenn bei zwei Zähnen die Schwingungen kleiner werden, so liegt es daran, daß die Uhr magnetisch ist. Das Zylinderrad ist magnetisch, ebenso das Sekundentrieb und der Rükkerzeiger sowie die Aufzughebel unter dem Zifferblatt. Die einzelnen Teile müssen entmagnetisiert werden. Wenn man über keine Entmagnetisiermaschine verfügt, so kann man sich behelfsmäßig eine anfertigen. Man nimmt einen Hufeisenmagneten und bohrt in die Rundung ein Loch, schlägt eine Messingstange von etwa 10 cm Länge fest hinein und spannt die Stange in eine Amerikaner-Zange des Drehstuhls. Man entfernt die Drehstuhlwanne, da die überflüssige Eisenmasse nur Störungen verursacht. Dann setzt man die Drehstuhlspindel in Umdrehung und erhält auf diese Weise sehr schnell wechselnde Pole, also grundsätzlich das gleiche wie bei einer Entmagnetisiermaschine. Man