Umänderung in ihren Grundzügen der Figur 1 entspricht, enthalte ich mich jeder genaueren Beschreibung, bin jedoch gerne bereit, den Collegen auf Wunsch genauen Aufschluss zu geben.

Eine kleine Abhandlung über das Bestimmen der Zahnzahlen der beiden Aufzugräder erscheint mir für viele Collegen von Werth.

Die Radien der Theilkreise dieser beiden Räder sind:

$$\begin{array}{r} = \mathrm{R} = 8{,}40 \\ = \mathrm{r} = 6{,}30 \\ \hline \mathrm{E} = 14{,}70 \end{array}$$

(E = Eingriffsentfernung.)

Die Zahnstärke der Räder wird gefunden:

$$\frac{2.\ \mathrm{R}.\ \pi}{\mathrm{z}} = \frac{2.\ 8{,}40.\ 3{,}14}{64} = 0{,}82.$$

$$\frac{2.\ \mathrm{r}.\ \pi}{\mathrm{z}} = \frac{2.\ 6{,}30.\ 3{,}14}{48} = 0{,}82.$$

Die Zahnzahlen: 64 und 48 sind willkürlich angenommen und sind nur dann richtig, d. h. ergeben einen vollkommenen Eingriff, wenn beide Zahnzahlen dieselbe Zahnstärke, in diesem Falle 0,82 ergeben.

Die Kopfhöhe ist = 0,3 t folglich:

$$2.\ 0{,}3.\ 0{,}82 = 0{,}6 \times 0{,}82 = 0{,}492.$$

Dazu den gefundenen Theilkreisdurchmesser:

R × 2 und r × 2 zugelegt, also:

$$\mathrm{R} = 8{,}40 \times 2 = 16{,}80 + 0{,}492 = 17{,}29$$
$$\mathrm{r} = 6{,}30 \times 2 = 12{,}60 + 0{,}492 = 13{,}09$$

Folglich:

D. des Rades 17,29) Zahnstärke $\frac{0{,}82}{2} = 0{,}41.$
Zahnzahl 64)

D. des kl. Rades 13,09) Zahnstärke $= \frac{0{,}82}{2} = 0{,}41.$
Zahnzahl 48)

Ferner bliebe noch zu erwähnen, dass sich eine solche Umänderung (Reparaturpreis) für den Laien auf 30—40 Mark, für eine Schlüsseluhr in silbernem Gehäuse, und auf 50—60 Mark für eine Schlüsseluhr in goldenem Gehäuse stellt.

Das Vergolden der Kloben etc. übernimmt die Firma Kreissig in Glashütte i. S.

Hemmungen und Pendel für Präcisionsuhren und die Uhren des Riefler'schen Systems.

Von **J. B. Bauer**, techn. Lehrer an d. kgl. Industrie-Schule zu München.

(Fortsetzung.)

5. Von der Erdanziehung. Nach der Formel $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ ist die Schwingungszeit auch noch von der Grösse g, das heisst von der Beschleunigung der Erde abhängig. Diese ist wegen des Einflusses der Centrifugalkraft der Erde am Aequator am kleinsten und nimmt gegen die Pole hin an Grösse zu. Ein für München regulirtes Sekundenpendel würde daher nach Norden versetzt, schneller schwingen, nach Süden gebracht einer Uhr Verzögerung verursachen. Jeder Ort hat dementsprechend eine bestimmte Pendellänge.

Von Sabine wurde gefunden:

Orte	Geographische Breite	Länge des Sekundenpendels
St. Thomas	0° 24′ 14″	991,1 mm
Jamaica	17° 56′ 7″	991,5 „
New-York	40° 42′ 43″	993,2 „
London	51° 31′ 8″	994,1 „
Drontheim	63° 25′ 54″	995,0 „
Grönland	74° 32′ 19″	995,7 „
Spitzbergen	79° 49′ 58″	996,0 „

Differenz ca. 5 mm.

Aus $t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ oder $t^2 = \pi^2 \frac{l}{g}$ folgt übrigens durch Differrenziren

$$2t\ dt = -\pi^2 l.\ \frac{1}{g}\ dg = -\left(\frac{\pi^2 l}{g}\right) \frac{1}{g}\ dg \text{ oder}$$

$$dt = -t^2.\frac{1}{2\,g\,t}\ dg, \text{ folglich } dt = -\frac{t}{2g}\ dg$$

Setzt man dg = 1 mm und t = 24 Stunden = 24 . 60 . 60, so folgt:

$$dt = -\frac{24.\ 60.\ 60}{2.\ 9808}\ dg = +\ 4{,}4 \text{ Sekunden.}$$

Das heisst also: eine Veränderung der Beschleunigung der Schwere (g) um 1 mm bedingt eine Beschleunigung oder bez. Verzögerung der Pendelschwingungen von täglich 4,4 Sekunden.

6. Von der Pendellänge. Die Aenderungen, welche die Schwingungszeit eines Pendels mit einer Aenderung seiner Länge erfährt, interessirt wohl am meisten, weil alle materiell ausgeführten Pendel eine mehr oder minder grosse Längenveränderung durch den Einfluss der Temperatur erleiden. Eine Verlängerung des Pendels bewirkt einen langsameren Gang, wie umgekehrt jede Verkürzung schnellere Schwingungen zur Folge hat.

Legen wir zunächst wieder das mathematische Pendel zu Grunde, so ergiebt sich aus der Formel:

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \text{ oder } l = \frac{t^2 g}{\pi^2} \text{ durch Differenziren:}$$

$$dl = 2t.\ \frac{g}{\pi^2}\ dt = \left(\frac{gt^2}{\pi^2}\right) \frac{2}{t}\ dt \text{ oder } dl = l.\ \frac{2}{t}\ dt,$$

$$\text{folglich } dt = \frac{t}{2l}\ dl.$$

Setzt man auch hier wieder l = 994 mm und t = 24 Stunden = 86400 Sekunden, so folgt $dt = \frac{86400}{2.\ 994}\,dl = 43{,}46\ dl.$

Eine Längenänderung des Pendels um 1 mm (dl = 1) hat demnach schon ein Voreilen oder Zurückbleiben des Pendels von 43,46 Sekunden zur Folge.

Den Einfluss der Temperatur bezw. Längenänderungen eines Pendels für den Gang der Uhr möglichst unschädlich zu machen, ist eine der wichtigsten Aufgaben, welche der Konstrukteur einer Präzisionsuhr zu lösen hat.

Zum Verständniss der hierbei zu erfüllenden Bedingungen führen uns die Eigenschaften des materiellen oder physischen Pendels.

Das physische Pendel.

Das mathematische Pendel existirt nur in der Vorstellung und ist unausführbar. Jedes praktisch ausgeführte Pendel besteht aus einer Anzahl von starr mit einander verbundenen Massentheilchen. Es lässt sich also ein solches Pendel betrachten als zusammengesetzt aus einzelnen mathematischen Pendeln verschiedener Länge. Die dem Aufhängepunkt zunächst gelegenen Massentheilchen haben das Bestreben schneller zu schwingen, als die vom Drehpunkt entfernteren.

Während also erstere beschleunigend auf die gemeinschaftliche Schwingung wirken, suchen letztere Massentheilchen diese Schwingung zu verzögern und wegen des starren Zusammenhanges aller Theile muss sich daher eine gemeinschaftliche Schwingungszeit ergeben. Daher giebt es offenbar in dem ganzen materiellen Pendel einen bestimmten Massenpunkt, welcher unabhängig von den übrigen Pendeltheilen betrachtet, für sich allein genau dieselbe Anzahl von Schwingungen machen müsste, wie das ganze Pendel. Den Abstand dieses Punktes M, des sogenannten Schwingungsmittelpunktes von dem Aufhängepunkt nennt man die ideelle Pendellänge l. Diese Pendellänge kann auf verschiedene Art gefunden werden, nämlich:

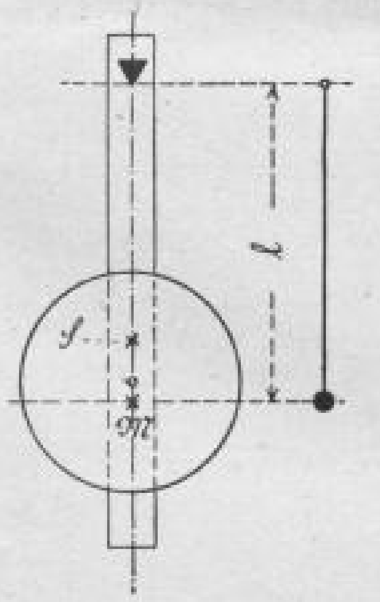

Fig. 12.

1. Durch Versuche, indem man neben dem ausgeführten Pendel einen Faden aufhängt, an dessen unteren Ende eine Bleikugel befestigt ist und nun den Faden so lange verlängert oder verkürzt, bis beide Pendel gleich schnell schwingen. (Fig. 12.)

2. Durch Beobachtung der Anzahl von Schwingungen n, welche ein physisches Pendel in der Minute macht, wonach man die ideelle Pendellänge nach folgender Formel berechnen kann:

$$l = \frac{60^2}{\pi^2.\ n^2}\ g = \frac{3600}{\pi^2\ n^2}\ g$$

3. Die theoretische Mechanik giebt uns ein Hilfsmittel, um aus den Maass- und Gewichtsdimensionen eines physischen Pendels das zugehörige mathematische zu berechnen.

Ist nämlich J das Trägheitsmoment eines aus verschiedenen Theilen zusammengesetzten Pendels in Bezug auf die Drehaxe und S das statische Moment in Bezug auf dieselbe Axe, so findet man die ideelle Pendellänge:

$$l = \frac{J}{S} = \frac{\text{Trägheitsmoment}}{\text{statisches Moment}}$$

Man findet also die Entfernung des Schwingungsmittelpunktes vom Aufhänge- oder Drehungspunkte, oder die Länge des einfachen mathematischen Pendels, welches mit dem zusammengesetzten gleiche Schwingungsdauer hat, indem man das Trägheitsmoment des zusammengesetzten Pendels durch sein statisches oder Gewichtsmoment dividirt.

Von dieser Rechnungsweise macht man Gebrauch, um bei bekannten Dimensionen und Gewichtsverhältnissen eines übrigens noch nicht ausgeführten Pendels (z. B. nach einer Konstruktionszeichnung) dessen Schwingungszeit im Vornhinein zu bestimmen oder auch um zur Erzielung einer bestimmten Schwingungszeit die hierzu