

Wenn auch Werthe von  $x$  unter 1 und 2 gerade nicht als unter allen Umständen praktisch unausführbar bezeichnet werden können, so sind dieselben aber immerhin für die gewöhnlichen Fälle nicht brauchbar, so dass man die in vorstehender Tabelle unter 1 bis 5 angegebene Zusammenstellung der Materialien für Stab und Linse als solche bezeichnen muss, bei der selbst eine Kompensation nicht möglich ist.

Die Werthe von  $x$  gleich 2 bis 5 können als solche angesehen werden, die bei kleinen Pendeln recht gut Verwendung finden können, so dass also die unter 6 bis 8 gegebene Materialzusammenstellung für Stab und Linse als eine solche anzusehen ist, bei der unter Umständen eine angenäherte Kompensation herbeigeführt werden kann.

Die Werthe von  $x$  gleich 7 bis 16 sind solche, die bei den meisten Uhren Verwendung finden können, so dass mit der unter 9 bis 11 angegebenen Materialverwendung zu Stab und Linse bei dem Einstabpendel auf sehr einfache Weise der Einfluss der Temperaturänderung möglichst ausgeglichen werden kann.

Man muss sich indessen hüten, die genannten Pendelkonstruktionen als Kompensationspendel im eigentlichen Sinne des Wortes aufzufassen, da sich mit denselben eine genaue Kompensation, wie sie dort gebraucht wird, wo die Anwendung von Kompensationspendeln als nothwendig zu erachten ist, nicht herbeiführen lässt, da nach der geringsten Verstellung der Pendellinse beim Reguliren der Uhr, das der Berechnung des Pendels zu Grunde gelegene  $x$ , wie es sich nach vorstehender Tabelle ergibt, nicht mehr vorhanden, also Gl. 67 oder 68 nicht mehr erfüllt ist. Wir können daher nur sagen, dass bei der Anwendung der durch die Tabelle bezeichneten Pendelkonstruktionen der Einfluss der Temperaturänderung auf den Gang der Uhr angenähert und zwar für bürgerliche Zwecke vollkommen genügend ausgeglichen werden kann, da selbst im ungünstigsten Falle, wie unter 2 dargethan, der Einfluss der Temperaturänderung auf den Gang der Uhr als ein für bürgerliche Zwecke gänzlich unbedeutender angesehen werden muss.

Wir haben in vorstehender Tabelle Pendellinsen aus Hartgummi angenommen; dieselben werden aber bis jetzt noch nicht Verwendung gefunden haben, womit jedoch nicht ausgeschlossen ist, dass dieselben noch Verwendung finden werden, da deren Herstellung keine Schwierigkeit im Wege steht und der Hartgummi vermöge seines grossen linearen Ausdehnungskoeffizienten sich zu Pendellinsen sehr gut eignet.

Ueber den linearen Ausdehnungskoeffizient des Pendelstabes ist noch hervorzuheben, dass derselbe, wenn der Stab aus mehreren Materialien besteht, wie das z. B. beim Holzstabpendel der Fall ist, wo oben ein Stück aus Stahl und Messing und unten ein Stück aus Eisen oder Stahl angefertigt ist, sich auf folgende Weise berechnen lässt. Aus einer zu entwerfenden Zeichnung ist leicht zu entnehmen, wie lang die Stahl- und Messingtheile des Holzstabpendels ausfallen werden, wonach man die Längen dieser Metalltheile als Bruchtheile der ganzen Stablänge ausdrücken kann; hat man so gefunden,

$$\text{Stahllänge} = \frac{L}{s} \quad \text{Messinglänge} = \frac{L}{m}$$

so ist die Holzlänge  $= \left(1 - \frac{1}{s} - \frac{1}{m}\right)L$  und ist

- $\alpha_1$  der lineare Ausdehnungskoeffizient des Stahles,
- $\alpha_2$  " " " " " " Messings,
- $\alpha_3$  " " " " " " Holzes,
- $\alpha$  " " " " " " ganzen Stabes,

so muss die Längenänderung des Stabes bei einer Temperaturänderung von  $1^\circ$  gleich sein der Summe der Längenänderung der einzelnen Theile, woraus der lineare Ausdehnungskoeffizient folgt zu:

$$\alpha = \alpha_1 \frac{1}{s} + \alpha_2 \frac{1}{m} + \alpha_3 \left(1 - \frac{1}{s} - \frac{1}{m}\right) \text{ oder}$$

$$69. \quad \alpha = \left(\alpha_1 - \alpha_3\right) \frac{1}{s} + \left(\alpha_2 - \alpha_3\right) \frac{1}{m} + \alpha_3.$$

Bei einem Holzstabpendel z. B. haben die Stahltheile  $\frac{1}{7}$  und die Messingtheile  $\frac{1}{14}$  der in Rechnung zu ziehenden Stab-

länge, so beträgt der lineare Ausdehnungskoeffizient des Stabes

$$\alpha = \frac{0,00001110 - 0,00000350}{7} + \frac{0,00001879 - 0,00000350}{14} + 0,00000350$$

$$\alpha = 0,00000567$$

Es erübrigt nun die Aenderung der wirksamen Pendellänge eines Pendels infolge von Temperaturänderungen zu bestimmen, bei welchen Stab und Linse verschiedene lineare Ausdehnungskoeffizienten haben, die Linse am unteren Ende von der Regulierungsmutter getragen wird und für welches Gl. 67 oder 68 nicht erfüllt ist. Zu diesem Zwecke greifen wir zurück auf Gl. 66 und reduzieren dieselbe auf die nach der Temperaturänderung von  $t^0$  eingetretene neue wirksame Pendellänge  $l_1$ , dieselbe beträgt

$$70. \quad l_1 = \left(1 \pm \frac{L\alpha - R\beta}{L - R} t\right) l$$

wobei das  $+$  Zeichen einer Zunahme und das  $-$  Zeichen einer Abnahme der Temperatur entspricht. Die Aenderung der wirksamen Pendellänge ist sonach

$$l_1 - l = \pm \frac{L\alpha - R\beta}{L - R} t l$$

oder indem wir die bekannte Verhältniszahl  $x$  einführen

$$71. \quad l_1 - l = \pm \frac{(x+1)\alpha - \beta}{x} t l$$

Hieraus ist zunächst ersichtlich, dass die Aenderung der wirksamen Pendellänge infolge von Temperaturänderungen wieder wie unter 2 proportional der ursprünglichen wirksamen Pendellänge ist, so dass wir hinsichtlich der durch die Temperaturänderung bedingten Aenderung der Ausschlagszeit die Gl. 13 anwenden und für dieselbe schreiben können

$$\Delta T = \pm \frac{1}{2} T \frac{(x+1)\alpha - \beta}{x} t$$

oder indem wir analog der Gl. 65 die Aenderung des Ganges der Uhr auf 24 Stunden beziehen.

$$72. \quad \Delta T = \pm 43200 \frac{(x+1)\alpha - \beta}{x} t$$

wonach die auf eine bestimmte Zeiteinheit bezogene Aenderung des Ganges einer Uhr bei eintretender Temperaturänderung unabhängig von der Ausschlagszeit des Pendels, proportional der Temperaturänderung und sonst abhängig von den linearen Ausdehnungskoeffizienten des Stab- und Linsenmaterials und abhängig von der Verhältniszahl  $x$  ist. Ob aber immer der Temperaturzunahme eine Zunahme der wirksamen Pendellänge und mithin einem Nachgehen der Uhr entspricht, bedarf noch der Entscheidung.

Ist in Gl. 71 und 72

$$73. \quad (x+1)\alpha > \beta \text{ oder } x > \frac{\beta}{\alpha} - 1$$

so ist das Glied derselben rechter Hand wesentlich positiv und einer Temperaturzunahme entspricht eine Zunahme der wirksamen Pendellänge, sowie einem Nachgehen der Uhr und umgekehrt. Die Werthe von  $\frac{\beta}{\alpha} - 1$  sind in der letzten Tabelle für verschiedene Stab- und Linsenmaterialien angegeben, wonach ersichtlich, dass die Bedingung 73 für die in der Tabelle angeführten Konstruktionen von 1 bis 6 immer, und für die von 7 und 8 meistens erfüllt sein wird, da für die Verhältniszahl  $x$  Werthe unter 2 nicht, und unter 5 nur selten Anwendung finden werden. (Schluss folgt.)

### Verschiedenes.

#### Nachahmung der patent. Harder'schen Jahresuhr mit Torsionspendel.

Die Generalagentur für die Harder'schen Jahresuhren (H. Knoblauch & Co. in Berlin SW., Charlottenstrasse 17) macht bekannt, dass seit einiger Zeit eine Standuhr mit Torsionspendel von Guilmet in Paris verkauft wird. Die Einführung, der Verkauf, wie auch die Aufstellung eines Musters dieser Uhr in einem Uhrengeschäfte ist infolge des Bestehens der Harder'schen Patente im Deutschen Reiche und in Oesterreich-Ungarn laut § 34 des Patentgesetzes streng verboten.