dieser Arbeit muss Vorsicht angewendet werden, damit der Cylinder nicht zerbricht, das Innere desselben füllt man mit Schellack aus. Ist der Cylinder am kleinen Einschnitte gedrückt, so sucht man denselben wieder gerade zu richten, was aber stets eine gewagte Sache ist, da der Cylinder dabei leicht zerbrechen kann.

Es gibt verschiedene Methoden, einen gedrückten Cylinder wieder gerade zu richten; ich wende folgendes Verfahren an: Ein Stück Stahl oder Eisen wird wie ein Schraubenzieher keilförmig zugefeilt, so dass dasselbe wie ein Hebel im Einschnitte des Cylinders angesetzt werden kann. Ich erhitze nun dieses Stück in einer Flamme, bis es blau anläuft, schiebe dasselbe in den kleinen Einschnitt und dränge das untere Cylinderrohr nach aussen, in dieser Richtung lässt man das Stück erkalten. Durch die Hitze lässt sich der Cylinder schon ziemlich biegen, und ist es mir schon vorgekommen, dass des Guten zu viel geschehen ist; der Cylinder läuft bei dieser Gelegenheit nicht an. Ist der Cylinder nur wenig gedrückt, oder lässt sich derselbe nicht wieder gerade richten, so kann man auch einen neuen Spund einsetzen, bei welchen man den Körner so weit auf die Seite feilt, oder besser schleift, bis der wirkende Cylindertheil rund ist; in dieser Richtung wird der Zapfen angedreht, unbekümmert darum, wie das kleine Rohr läuft.

Die Zapfen sind zu untersuchen, ob sie die nöthige Länge haben, damit sie sicher auf den Decksteinen aufstehen und nicht mit ihren Ansätzen in den Senkungen der Steinlöcher reiben. Wenn die Zapfen zu lang sind, so ist dies ebenfalls ein Fehler, welcher dem Werke zum Nachtheil gereicht, eine rasche Bewegung (Stoss), der die Uhr ausgesetzt ist, kann die Zapfen verbiegen oder gar brechen. Im ersten Falle, wenn die Zapfen nicht auf die Decken kommen, dreht man die Ansätze zurück und polirt die Zapfen wieder; vorausgesetzt, dass der Fehler nicht an den Steinen liegt, was übrigens schon angedeutet worden ist. Sind die Zapfen zu lang und können dieselben nicht abgekürzt werden, ohne dass man dem Cylinder zu viel Luft gibt, so bleibt weiter nichts übrig, als neue Spunde einzusetzen.

Ist alles das bisher Gesagte ausgeführt, so stellt man den Gang, nebst dem Laufwerke bis zum Minutenrade ein, um zu prüfen, ob das Gangrad in die Einschnitte des Cylinders frei eintreten kann, ohne dass die Zahnträger anstossen oder streifen. Bei einer verhältnismässigen Stärke des Radbodens soll derselbe dreimal in den kleinen Einschnitt des Cylinders gehen können, so dass oben und unten noch je ein Drittel frei bleibt. Ist nach einer Seite hin Streifung vorhanden, oder bietet der jetzige Stand der Gangtheile nicht genug Sicherheit für freies Vorbeigehen des Rades, so ändert man dieses ab, entweder durch Höher- oder Tiefer-Hängen des Cylinders, oder durch Richten des Rades. Was in dem betreffenden Falle am Cylinder, bez. dessen Zapfen, zu thun ist, wird aus dem bereits Erwähnten entnommen werden können. Das Richten am Rade darf nur mässig angewandt werden, und geschieht dieses, wenn obiger Fehler nur in geringem Maasse vorhanden ist. (Fortsetzung folgt.)

## Ein Beitrag zur Berechnung und Konstruktion der Pendel.

Von C. H. Schneider in Furtwangen.

(Fortsetzung aus Nr. 46.)

### 3. Stab und Linse sind aus verschiedenem Material.

In diesem Falle ist der Ausdruck 62 für alle Temperaturen angenähert als gleich anzusehen; aus Gl. 32 folgt dann für eine Temperaturänderung von $\pm t^0$

66. $$\frac{l}{L-R} = \frac{l_1}{L(1 \pm \alpha t) - R(1 \pm \beta t)}$$

woraus sich die Bedingung ableiten lässt, unter welcher trotz der Temperaturänderung die wirksame Pendellänge unverändert bleiben könnte. Es bleibt $l = l_1$, wenn

$$L - R = L \pm L\alpha t - R \mp R\beta t \text{ oder}$$

$$L\alpha = R\beta, \text{ sowie}$$

67. $$\frac{L}{R} = \frac{\beta}{\alpha};$$

d. i. die wirksame Pendellänge eines Einstabpendels bleibt bei allen Temperaturen dieselbe, wenn sich die Stablänge zum Linsenradius umgekehrt verhält, wie die zugehörigen linearen Ausdehnungskoeffizienten der Materialien von Stab und Linse. Hierbei ist aber vorausgesetzt, dass die Linse von der Regulirungsmutter am unteren Ende getragen wird; befindet sich dagegen die Regulirungsmutter in der Mitte der Linse, so findet der unter 2 betrachtete Fall statt, in welchem die wirksame Pendellänge durch die Temperaturänderung stets verändert wird und ein Ausgleich zwischen Stab und Linse nie eintreten kann.

Da nun $$\frac{L}{R} = \frac{c+R}{R} = x + 1$$

ist, so erhält man aus Gl. 67 den Werth für die Verhältniszahl $x$, für welchen die wirksame Pendellänge bei allen Temperaturen konstant bleibt, also, wie man sagt, Kompensation stattfindet; es ist dies der Fall für

68. $$x = \frac{\beta}{\alpha} - 1$$

Es fragt sich nun, wie diese Gleichung praktisch zu erfüllen ist bei den für Pendelstab und Linse gewöhnlich verwendeten Materialien. Diese Gleichung stellt zunächst die Bedingung

$$\frac{\beta}{\alpha} > 1 \text{ oder } \beta > \alpha$$

d. i. der lineare Ausdehnungskoeffizient der Linse muss grösser als der des Stabes sein, wenn überhaupt eine Kompensation möglich sein soll. Sind Stab und Linse von gleichem Material, ist also $\beta = \alpha$, so gibt es überhaupt keinen Werth von $x$ für welchen Kompensation möglich ist; dieser Fall ist schon unter 2 erledigt. Ist $\beta < \alpha$, so wird in Gl. 68 $x$ negativ, was aber keinen Sinn hier hat und soviel sagt, dass das Entgegengesetzte der Kompensation stattfindet, d. i. durch die Anordnung einer Linse mit kleinerem linearen Ausdehnungskoeffizienten als der des Stabes wird die Aenderung der wirksamen Pendellänge infolge von Temperaturänderungen nicht nur nicht thunlichst verringert, sondern noch besonders vermehrt. Ein Messingstabpendel mit einer eisernen Linse, oder ein Eisenstabpendel mit einer hölzernen Linse sind hiernach als widersinnige Konstruktionen zu bezeichnen.

Wir wollen nun für den Fall $\beta > \alpha$ einige Werthe der Verhältniszahl $x$ bestimmen, bei welcher Kompensation stattfindet; dieselben sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

| Nr. | Material des Stabes | Material der Linse | Es findet Kompensation statt für $x = \frac{\beta}{\alpha} - 1$ |
|---|---|---|---|
| 1 | Eisen | Messing | $\frac{0{,}0000\,1879}{0{,}0000\,1228} - 1 = 0{,}53$ |
| 2 | Messing | Zink | $\frac{0{,}0000\,2905}{0{,}0000\,1879} - 1 = 0{,}54$ |
| 3 | Messing | Blei | $\frac{0{,}0000\,2948}{0{,}0000\,1879} - 1 = 0{,}57$ |
| 4 | Stahl | Zink | $\frac{0{,}0000\,2905}{0{,}0000\,1110} - 1 = 1{,}61$ |
| 5 | Stahl | Blei | $\frac{0{,}0000\,2948}{0{,}0000\,1110} - 1 = 1{,}66$ |
| 6 | Messing | Hartgummi | $\frac{0{,}0000\,6066}{0{,}0000\,1879} - 1 = 2{,}22$ |
| 7 | Holz | Messing | $\frac{0{,}0000\,1879}{0{,}0000\,0350} - 1 = 4{,}37$ |
| 8 | Stahl | Hartgummi | $\frac{0{,}0000\,6066}{0{,}0000\,1110} - 1 = 4{,}47$ |
| 9 | Holz | Zink | $\frac{0{,}0000\,2908}{0{,}0000\,0350} - 1 = 7{,}30$ |
| 10 | Holz | Blei | $\frac{0{,}0000\,2948}{0{,}0000\,0350} - 1 = 7{,}42$ |
| 11 | Holz | Hartgummi | $\frac{0{,}0000\,6066}{0{,}0000\,0350} - 1 = 16{,}31$ |