

$$\frac{3,5}{0,435} = \text{rund } 8 \text{ Teilungen}$$

zu verkürzen.

Um die Drehungsgrösse der Reguliermutter, in Teilungen ausgedrückt, zu erhalten, hat man also die zu beseitigende tägliche Gangdifferenz durch den Parswert der Reguliermutter zu dividieren.

Diese Rechnung kann man dem Praktiker indes ersparen, indem man dem Pendel anstatt des Parswertes eine Reguliartafel mitgibt, die so angelegt ist, dass man gleich die in Teilungen ausgedrückte Drehungsgrösse der Reguliermutter für die verschiedenen Gangabweichungen aus ihr entnehmen kann.

Um eine solche Tafel für den vorstehenden Fall (Sekundenpendel mit hundertteiliger Reguliermutter und Millimetergewinde) zu berechnen, hat man zunächst zu ermitteln, um wieviel Teilungen die Mutter zur Erzielung einer Gangänderung von täglich 1 Sekunde gedreht werden muss. Man hat zu diesem Zwecke wieder die Gangdifferenz (d. i. 1 Sekunde) durch den Parswert (d. i. = 0,435) zu dividieren; also:

$$\frac{1}{0,435} = 2,29885 \text{ Teilungen.}$$

Mit Hilfe der so gefundenen Zahl ergibt sich nun ohne weiteres die folgende

**Reguliartafel für Sekundenpendel mit hundertteiliger Reguliermutter und Millimetergewinde:**

Sekunden	Teilungen	Sekunden	Teilungen	Sekunden	Teilungen
10,0	22,99	1,0	2,30	0,1	0,23
20,0	45,98	2,0	4,60	0,2	0,46
30,0	68,97	3,0	6,90	0,3	0,69
40,0	91,95	4,0	9,20	0,4	0,92
50,0	114,94	5,0	11,49	0,5	1,15
60,0	137,93	6,0	13,79	0,6	1,38
70,0	160,92	7,0	16,09	0,7	1,61
80,0	183,91	8,0	18,39	0,8	1,84
90,0	206,90	9,0	20,69	0,9	2,07
100,0	229,89	10,0	22,99	1,0	2,30

Die Anwendung dieser Tafel (die unter anderem für das von L. Trapp in Glashütte fabrizierte Nickelstahlpendel gilt) versteht sich eigentlich von selbst. Ist beispielsweise ein tägliches Voreilen um 26,5 Sekunden zu beseitigen, so entnimmt man der Tafel:

für 20,0 Sekunden . . . . .	45,98 Teilungen
" 6,0 " . . . . .	13,79 "
" 0,5 " . . . . .	1,15 "

das ergibt zusammen: 60,92 Teilungen.

Um ein tägliches Voreilen von 26,5 Sekunden zu beseitigen, ist hier also die Reguliermutter um rund 61 Teilungen (nach rechts) zu drehen.

Auf diese Weise lässt sich für jedes Pendel aus dem Parswerte eine Tafel berechnen. Das Rieflersche Nickelstahlpendel erster Klasse z. B. hat eine hundertteilige Reguliermutter mit dem Parswerte 0,4. Es gilt daher folgende

**Reguliartafel für Rieflers Nickelstahlpendel erster Klasse:**

Sekunden	Teilungen	Sekunden	Teilungen	Sekunden	Teilungen
10,0	25,00	1,0	2,50	0,1	0,25
20,0	50,00	2,0	5,00	0,2	0,50
30,0	75,00	3,0	7,50	0,3	0,75
40,0	100,00	4,0	10,00	0,4	1,00
50,0	125,00	5,0	12,50	0,5	1,25
60,0	150,00	6,0	15,00	0,6	1,50
70,0	175,00	7,0	17,50	0,7	1,75
80,0	200,00	8,0	20,00	0,8	2,00
90,0	225,00	9,0	22,50	0,9	2,25
100,0	250,00	10,0	25,00	1,0	2,50

Das zweitklassige Rieflersche Nickelstahlpendel hat eine fünfzigteilige Reguliermutter mit dem Parswert 0,6. Daraus ergibt sich folgende

**Reguliartafel für Rieflers Nickelstahlpendel zweiter Klasse:**

Sekunden	Teilungen	Sekunden	Teilungen	Sekunden	Teilungen
10,0	16,67	1,0	1,67	0,1	0,17
20,0	33,33	2,0	3,33	0,2	0,33
30,0	50,00	3,0	5,00	0,3	0,50
40,0	66,67	4,0	6,67	0,4	0,67
50,0	83,33	5,0	8,33	0,5	0,83
60,0	100,00	6,0	10,00	0,6	1,00
70,0	116,67	7,0	11,67	0,7	1,17
80,0	133,33	8,0	13,33	0,8	1,33
90,0	150,00	9,0	15,00	0,9	1,50
100,0	166,67	10,0	16,67	1,0	1,67

Die Nützlichkeit dieser Reguliartafeln ist ohne weiteres einleuchtend, und es wäre zu begrüssen, wenn die Fabrikanten ihren Pendeln oder Pendeluhren solche Tafeln beigegeben oder wenigstens immer eine Notiz mit dem Parswerte der Reguliermutter mitgeben würden, aus der dann die Tafel, wie im vorstehenden gezeigt, leicht berechnet werden könnte.

Will man eine solche Tafel für ein Pendel anlegen, dessen Parswert man nicht kennt, so ist es vor allem nötig, die Steigung des Reguliergewindes zu ermitteln. Dies kann mit Hilfe einer guten Schublehre geschehen, und zwar der grösseren Genauigkeit wegen so, dass man mit den Zirkelspitzen die Höhe von zehn vollen Gewindegängen misst; der zehnte Teil davon ist dann die gesuchte Steigung des Gewindes. Nehmen wir an, dass wir in einem solchen Falle 7,2 mm gemessen hätten, dann ist die gesuchte Steigung 0,72 mm. Wenn also die Reguliermutter um einen vollen Umgang gedreht wird, so wird die mathematische Pendellänge dadurch um 0,72 mm verändert. Handelt es sich dabei beispielsweise um ein Dreiviertel-Sekundenpendel (Achtzig-schläger =  $80 \times 60 = 4800$  Schwingungen in der Stunde), so ist die mathematische Pendellänge gleich 559,1 mm<sup>1)</sup>. Der Einfluss einer Umdrehung der Reguliermutter kann nun berechnet werden mit Hilfe der Formel

$$d = \frac{43200 s}{l}$$

worin  $d$  die durch die Mutterdrehung bewirkte Aenderung des täglichen Ganges,  $s$  die Steigung des Reguliergewindes und  $l$  die mathematische Pendellänge bezeichnet<sup>2)</sup>. In unserem Falle ist

$$d = \frac{43200 \times 0,72}{559,1} = 55,63 \text{ Sekunden.}$$

Ist nun die Reguliermutter fünfzigteilig, so ist ihr Parswert

$$\frac{55,63}{50} = 1,1126 \text{ Sekunden.}$$

1) Wer die bekannte Pendellängentabelle, aus der die den verschiedenen Schwingungszahlen entsprechenden mathematischen Pendellängen entnommen werden können, nicht besitzt oder nicht zur Hand hat, kann die mathematische Pendellänge mit Hilfe folgender Formel berechnen:

$$l = \left(\frac{1892}{n}\right)^2,$$

worin  $n$  die minutliche Schwingungszahl des Pendels bezeichnet, die durch Abzählen leicht zu ermitteln ist.

Beim obigen Achtzigzähler z. B. ist

$$l = \left(\frac{1892}{80}\right)^2 = 23,65 \times 23,65 = 559,3 \text{ mm.}$$

Die kleine Differenz zwischen dem aus der Pendellängentabelle entnommenen Werte 559,1 und dem durch die Formel gefundenen Werte 559,3 ist für die Rechnungen der Praxis belanglos. Sie rührt daher, dass die Zahl 1892 abgerundet ist. Die genaue Zahl wäre (für unsere Gegenden):

$$\sqrt[3]{94 \cdot 60} = 31,5278 \cdot 60 = 1891,668.$$

In Worten lautet obige Formel:

Man findet die mathematische Pendellänge, indem man die Zahl 1892 durch die minutliche Schwingungszahl dividiert und das Ergebnis mit sich selbst multipliziert. Der Verfasser.

2) Diese Formel ist abgeleitet aus der bekannten Regulierformel

$$v = \frac{2 dl}{Z}$$

worin  $l$  die mathematische Pendellänge und  $v$  die zur Beseitigung einer auf die Beobachtungszeit  $Z$  entfallenden Gangdifferenz  $d$  erforderliche Längenänderung des Pendels bezeichnet.

Es ist daraus

$$d = \frac{v Z}{2 l}$$

Der Verfasser.

